

EPIGRAPHE

*Oui, le bonheur et la grâce m'accompagneront tous les jours de ma vie, et
j'habiterai dans la maison de l'Eternel jusqu'à la fin de mes jours.*

*Si tu confesses de ta bouche le Seigneur Jésus, et si tu crois dans ton cœur
que Dieu l'a ressuscité des morts, tu seras sauvé*

Ps 26, 6 et Romains 10, 9

DEDICACE

A Dieu Tout-Puissant pour son amour infini et grand manifesté à mon égard, gloire te soit rendu, car tu es le juste et mon véritable rémunérateur.

A mon père MUKENZA LUKOKESA Fabien, pour les sacrifices consentis à mon élévation.

A ma mère MAYANGALA NIEKA Abetine, pour tant d'amour consenti à ma personne.

A mes frères et sœurs : Thieny, dylan, diva, dalida, fabien, daen, nathan et daniella MUKENZA.

A mes cousins et cousines :Gaulthier, Grace MUKENZA et Nana MAYANGALA.

A mes amis : Patrick BUKANGAMA, verdi MOMPOLO, jules EMUNGU.

A ma chère aimable Julva KINZONZI.

Au restaurant-bar chez le pasteur.

NGOMA MAYANGALA yannick

REMERCIEMENTS

« Ce que l'homme aura sème, il le moissonnera ».

Nous avons semé le sérieux, la patience et la détermination dans les études et voilà le résultat de notre travail après de longues années d'études.

L'élaboration de ce mémoire ne pouvait se réaliser sans l'apport nécessaire des sources déjà émises ou encore des autres.

Nos sincères remerciements au Professeur PASI BENGI André, qui en dépit de ses nombreuses occupations, a voulu diriger ce mémoire, ses remarques pertinentes, suggestions ainsi que sa disponibilité nous ont été indispensables pour amener à bon port ce mémoire.

Nos remerciements s'adressent également aux autorités académiques et le corps professoral de l'institut Supérieur de Techniques Appliquées (ISTA) en général et en particulier au corps professoral de notre section électronique pour s'être dignement et honnêtement acquitté de ses tâches celles de notre formation intellectuelle.

Nous saisissons aussi la même occasion pour remercier notre codirecteur, le chef de travaux DIAMONIKA MBAMBI Raphaël, pour avoir bien voulu disposer de son temps pour nous aider à la rédaction de ce mémoire.

Nous tenons également à remercier très sincèrement à l'Administrateur Délégué Général de la SCPT, Monsieur Placide MBATIKA et son assistant Monsieur Djen-mi KENGUNI, pour une riche documentation qu'ils ont mis à notre disposition.

Nous adressons aussi notre profonde reconnaissance à nos camarades de l'auditoire, pour la franche collaboration scientifique qui a régné entre nous pendant ce parcours : Ir loïc NGAKE, Aimé BOLOTITO, Sloge BANTU et Hervé MISHIDI.

Enfin, à tous ceux qui nous ont aidé d'une manière ou d'une autre, et qui n'ont pas été cités, nous disons grand merci pour leur générosité et leur altruisme.

NGOMA MAYANGALA yannick

LISTE DES ABREVIATIONS

ABE : Abonné

ACL : Liste de Contrôle d'Accès

AG : Access Gateway (Passerelle d'Access)

AMRC : Accès Multiple à Répartition de Code

AMRT : Accès Multiple à Répartition de Temps

ANAAA : Access Network Authentication Authorization Accounting

API : Programmation d'Interfaces d'Applications

ASCII : American Standard Code for Information Interchange

ASDL : Asynchronous Digital Subscriber Line

ATM: Asynchronous Transfert Mode

BCTA : Bureau Central Téléphonique Automatique

BSC : Base Station Controller

BSS : Base Station Subscriber

BTS : Base Transceiver Station

CDMA : Code Division Multiple Access

CE : Suppresseur d'Echo

CNG : Génération de Bruit de Confort

CR : Centre de Réaction

DCE : Data Circuit Equipment ou DTE en français

DEMUX : Démultiplexage

DTE : Data Terminal Equipment ou ETDD en français

DWDM : Dense Wavelength Division Multiplexing

EBCDIC : Extended Binary Coded Decimal Interchange Code

EDFA : ErbiumDopedFiber Amplifier

EP : Entrée Poste

ETCD : Equipement Terminal de Circuit de Données

ETDM : Electronic Time Division Multiplexing

ETTD : Equipement Terminal de Traitement de Données

FDM : Frequency Division Multiplexing

FDMA : Accès Multiple par Division en Fréquence

FH : Faisceaux Hertiens

FIC : Faisceaux Inter – Centraux

FO : Fibre Optique

FTP : File Transfert Protocol

GPS : General Packet Service

HA : Home Agent

HLR : Home Location Register

HTTP : Hyper Text Transfert Protocol

HTTPS : Hyper Text Transfert Protocol Secure

IAD ou DAI : Dispositif d'Accès Intégré

INAP : Intelligent des Messages Partie Etendu

IP : Internet Protocol

ISO : International Standard Organisation

IVR : De Réponse Vocale Interactive

LAN : Local Area Network

LASERS : Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation

LED : Light Emitting Diode (ou Diode Electroluminescence)

MAC : Medium Access Control

MAN : Metropolitan Area Network

MMF : Multi Mode Fiber

MRT : Multiplexage à Répartition Temporelle

MS : Station Mobile

MSC : Mobile Service Switching

MUX : Multiplexage

NAP : Network Address Translation

NSS : Network Subsystem

OCPT : Office Congolais des Postes et Télécommunication

OTDM : Optical Time Division Multiplexing

PA : Paire d'abonné

PC : Personal Computer

PDA : Photo Diode à Avalanche

PDH : Plesiochronous Digital Hierarchy

PIN : Personal Identification Number

PLC : Dissimulation de Perte Paquets

POTS : Plain Old Telephone Service

RAS : Registre Admission et Statut

RNIS : Réseau Numérique à Intégration de Service

RTPC : Réseau Téléphonique Public Commuté

RZ : Rémise à Zéro

SAN : Storage Area Network

SCPT : Société Commerciale des Postes et Télécommunication

SDH : Synchronous Digital Hierarchy

SDH : Synchronous Digital Hierarchy

SG : Signaling Gateway (Passerelle de Signalisation Intégré)

SIGTRAN : Signaling Transport

SMF : Single Mode Fiber

SONET : Synchronous Optical Network

STP :Shielded Twisted Pair

TCP : Transport Control Protocol

TDM : Time Division Multiplexing

TG : Trunk Gateway (passerelle de Jonction)

TNE : Terminaux Numériques d'Extrémités

TNN : Terminaux Numériques Multiplexage

TV : Télévision

UA : Accès Universal

UIT – T : Union Internationale de Télécommunication Téléphonique

UIT : Union Internationale de Télécommunication

UMG 8900 : Universal Média Gateway 8900

UMTS : Système Universel de Télécommunication Mobile

VAD : Détection d'Activité Vocale

VIG : VideoInterworking (Passerelle d'Interfonctionnement Video)

VLN : Victor location Register

WDM :Wevelenght Division Multiplexing

LISTES DE FIGURES

Fig I.1. Liaison de transmission de données

Fig I.2. Transmission analogique

Fig I.3. Transmission numérique

Fig I.4. Transmission parallèle

Fig I.5. Transmission série

Fig I.6. Transmission parallèle-série

Fig I.7. Transmission série-parallèle

Fig I.8. Transmission d'un octet d'une façon asynchrone

Fig I.9. Transmission synchrone

Fig I.10. Transmission simplex

Fig. I.11 Exploitation full duplex

Fig. I.12 exploitation half duplex

Fig. I.13 Exemple d'un instant significatif

Fig. II.1 Constitution de la fibre optique

Fig. II.2 l'ouverture numérique de la fibre optique

Fig. II.3 répartition des périodes dans ce cas d'un multiplexage TDM

Fig. II.4 Réseau local à répartition temporelle

Fig. II.5 Schéma de principe du multiplexage ETDM dans les communications par fibre optique

Fig. II.6 Répartition des sous – bandes dans le cas d'un multiplexage WDM

Fig. II.7 Transmission de données optiques effectuées avec chacun une fréquence propre

Fig. II.8 synoptique de la modulation externe

Fig. II.9 structure d'un amplificateur à haute impédance d'entrée

Fig. II.10 Structure d'un amplificateur transimpédance

Fig. II.11 Exemples de caractéristiques de quelques fibre optique de transmission

Fig. III.1 Organigramme de la SCTP

Fig. III.2 architecture du réseau téléphonique de la SCTP

Fig. III.3 Faisceau Inter – centraux (FIC)

Fig. III.4 Organisation à structure souple

Fig. IV.1 Propagation de la lumière dans les trois types de fibre

Fig. IV.2 Architecture du réseau SCTP – Kinshasa

Fig. IV.3 Firewall ou Pare-feu

Fig. IV.4 Firewall dans un LAN

LISTE DE TABLEAU

Tableau I.1 les principaux codes ASCII

Tableau I.2 Principaux codes EBCDIC

Tableau I.3 La correspondance entre les caractères et les combinaisons logiques ainsi que les perforations et la bande de contrôle

Tableau II.1 Caractéristique Techniques, géométriques et affaiblissement linéique

Tableau II.2 Essais d'environnement

Tableau II.3 Caractéristiques mécaniques et environnementales

Tableau III.1 Les différents types d'équipements utilisés

Tableau III.2 Les différentes liaisons de transmission

INTRODUCTION GENERALE

1.BREF HISTORIQUE

Les moyens simples naturels et anciens comme la parole ou les signaux à vue, permettent de communiquer à courte distance. Le besoin de communiquer à plus grande distance dans les sociétés humaines organisées a amené très vite à développer des télécommunications primitives: tambour, signaux de fumée, langage sifflet, etc....

Certains de ces types de communication, comme les pavillons sémaphores ou héliographes sont encore utilisés dans la marine, même si cet usage est devenu marginal.

Bien que la communication par signaux optiques entre des points hauts soit très ancienne, on doit à l'ingénieur français Claude CHAPPE la création à partir de 1797 du premier réseau simple et efficace de transmission optique de messages. Ce réseau axes français resta en service jusqu'en 1848.

Le premier service commercial de télégraphe électrique fut construit par Charles WHEATSTONE et William FOTHERGILL COOKE, et ouvrit en 1839. C'est une amélioration du télégraphe électromagnétique inventé auparavant.

Samuel MORSE développa indépendamment une version de télégraphe électrique, qu'il montra le 2 Septembre 1837. Le code MORSE était une avancée importante sur le télégraphe de WHEATSTONE.

Le premier câble télégraphique transatlantique fut achevé le 27 Juillet 1866. Sa longueur était de 4200 Km pour un poids total de 7000 tonnes.

Le téléphone classique fut inventé indépendamment par Alexander BELL et Elisha GRAY en 1876. Cependant, c'est Antoine MEUCCI qui inventa le

premier dispositif permettant la transmission de la voix à l'aide d'une ligne parcourue par un signal.

Le domaine des télécommunications est un lieu de convergence et d'interaction entre les différentes technologies et disciplines scientifiques.

Les mathématiques et plus particulièrement les mathématiques appliquées sont à la base du développement des théories du traitement de signal (modernisation des télécommunications), de la cryptologie (sécurisation des échanges), de la théorie de l'information et du numérique.

La physique a permis grâce au développement des mathématiques d'édifier la théorie de l'électromagnétisme. Sont apparus alors les premiers postes à galerie, puis les tubes à vides, les semi-conducteurs et l'opto-électronique, qui sont à la base de l'électronique.

L'électromagnétisme, en particulier l'étude des phénomènes de propagation, permet de modéliser la propagation des ondes à travers le canal, qu'il soit filaire (coaxial, fibre optique,) ou sans fil (environnement de propagation)

La chimie, par le biais de l'affinement des processus chimiques, a permis de réduire le poids et la rallonge de l'autonomie des batteries, autorisant l'emploi des appareils portatifs de télécommunications. De même, l'invention du laser a ouvert la voix aux communications par fibre optique moderne.

L'informatique fondamentale et appliquée quant à elle a révolutionné le monde de la communication à distance par le développement des langages de programmation et des programmes informatiques (génie logiciel) associés à la micro-électronique.

2. PROBLEMATIQUE

La fibre optique est un fil en verre ou en plastique très fin qui a la propriété d'être un conducteur de la lumière et sert dans la transmission des données.

Elle offre un débit d'information nettement supérieur à celui des câbles coaxiaux et supporte un réseau large bande par lequel peuvent transiter aussi bien la télévision, la téléphonie, la visioconférence ou les données informatiques.

Le gros problème qui nous préoccupe dans cette étude c'est d'explicitier les principales spécificités et applications de la fibre optique qui font d'elle un des supports de transmission longue distance fiable.

3. OBJECTIF

L'objectif poursuivi dans cette étude est double : analyser d'abord les principaux paramètres qui caractérisent la fibre optique utilisée pour les transmissions longues distances ensuite expliciter ses principaux usages à l'intérieur des réseaux de télécommunications pour l'accès à l'internet et au numérique.

4. METHODOLOGIE

Pour élaborer ce travail et en vue d'atteindre notre objectif, nous avons dû utiliser la méthode d'analyse scientifique complétée par la technique documentaire qui a facilité la rédaction de ce travail.

Les entretiens avec les spécialistes en la matière et à la consultation Internet ont constitué une excellente complément à nos recherches.

5. SUBDIVISION DU TRAVAIL

Outre l'introduction générale, qui vient d'être développée ci-haut notre travail s'articule autour de quatre chapitres suivants :

- CHAPITRE I : Généralités sur la transmission des données : nous allons présenter les principales caractéristiques et donner le fonctionnement d'une liaison de transmission de données ;
- CHAPITRE II : Description d'un réseau de télécommunication par fibre optique : nous allons faire une description du réseau de télécommunication par fibre optique : les lignes de transmission, les catégories de la fibre optique à utiliser, le système de transmission, les techniques de transmission...;
- CHAPITRE III : Bref aperçu de l'entreprise SCPT : va exploiter le réseau téléphonique de la SCTP Ville Province de Kinshasa dont la structure est simple et étoilée s'appuyant sur un centre à autonomie d'acheminement ;
- CHAPITRE IV : Etude des caractéristiques et applications de la fibre optique dans un réseau de télécommunications, cas de SCPT en RDC : nous allons faire une étude des caractéristiques et applications de la fibre optique dans un réseau des télécommunications cas de la SCPT – KIN

Une conclusion générale viendra clore ce mémoire.

Chapitre I : GENERALITES SUR LA TRANSMISSION DES DONNEES

I.1 INTRODUCTION

Dans ce chapitre, nous allons présenter les principales caractéristiques et donner le fonctionnement d'une liaison de transmission de données.

I.2 STRUCTURE D'UNE LIAISON DE TRANSMISSION

Une transmission de données met en œuvre des calculateurs des éléments d'interconnexion dont les appellations et jonctions sont codifiées comme le montre la figure I.1.

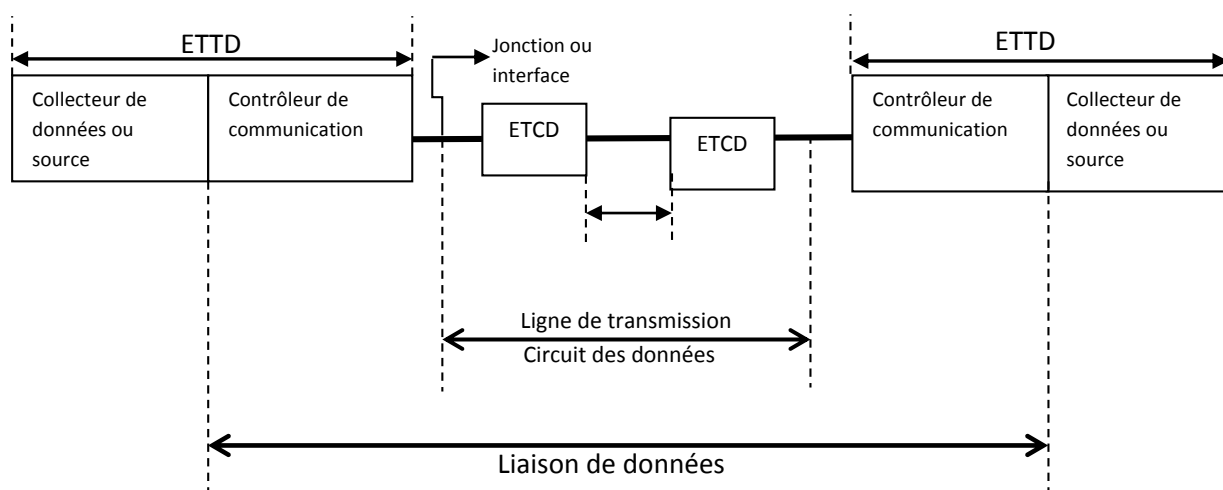


Fig. I.1 : Liaison de transmission de données

I.3 ELEMENTS CONSTITUTIFS D'UNE LIAISON DE TRANSMISSION DE DONNEES

Dans la transmission des données, on distingue :

- Les ETTD, Equipement terminal de traitement de données, appelé aussi DTE (data terminal Equipment), représentant les calculateurs d'extrémités. Les calculateurs sont dotés de circuits particuliers pour contrôler les communications.

L'ETTD réalise la fonction de contrôle du dialogue.

- Les ETCD, Equipement terminal de circuit de données, ou DCE (Data circuit equipment) sont les équipements qui réalisent l'adaptation entre les calculateurs d'extrémités et le support de transmission.

Cet élément remplit essentiellement des fonctions électroniques, il modifie la nature du signal mais pas l'information.

- La jonction constitue l'interface entre ETTD et ETCD, elle permet à l'ETTD de gérer l'ETCD pour assurer le déroulement des communications (établissement d'un circuit, initialisation de la transmission, échange de données et libération du circuit).
- Le support ou ligne de transmission (débit, taux d'erreurs...), dépend essentiellement des caractéristiques physiques et de l'environnement de celui – ci.

1.4 MODES DE TRANSMISSION

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

1.4.1 Transmission analogique

Dans une transmission analogique, telle que celle en usage dans la diffusion Radio et Tv, les informations voyagent sous forme d'onde continûment variable (Fig. 1.2).

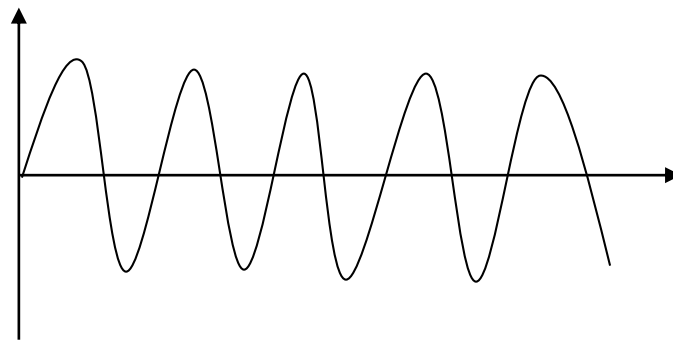


Fig. I.2 : Transmission analogique

I.4.2 Transmission numérique

Lorsqu'on a affaire à une transmission numérique, on est en face de signaux simples, dans la mesure où les informations circulent au moyen d'impulsions discrètes (activé / désactivé) sur un médium de communication. Par exemple, le courant peut être envoyé sur le fil électrique pour transmettre un « 1 » binaire, l'absence de courant équivaut à un « 0 » binaire (Fig. I.3).

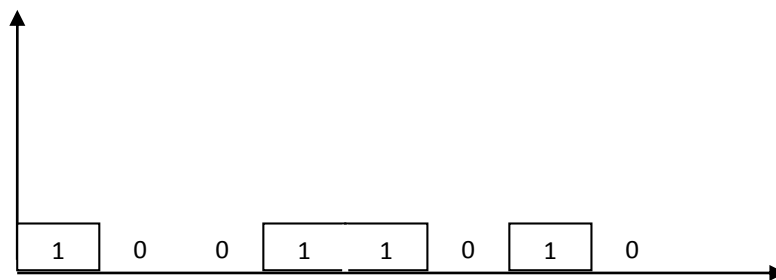


Fig. I.3 : Transmission Numérique

I.4.3 Transmission parallèle

Pour transférer des données entre deux équipements informatiques, il peut être intéressant notamment lorsque les équipements sont séparés par une courte distance, d'envisager une transmission, les bits sont envoyés sur des fils métalliques distincts pour arriver ensemble à la destination. Par exemple pour transmettre un octet, on émet huit signaux différents (Figure I.4) ; à l'intérieur d'un ordinateur, les données sont manipulées sous une forme parallèle, l'unité de données la plus courante est l'octet (slot de 8 bits).

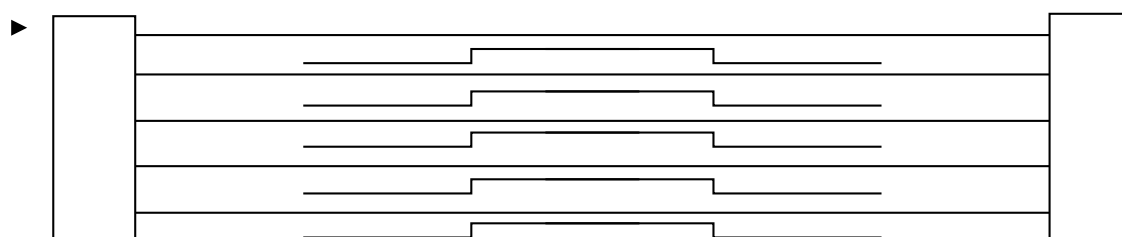


Fig. I.4 : Transmission Parallèle

I.4.4 Transmission série

Lorsque la distance qui sépare les équipements informatiques dépasse de 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 œuvre inhérente ou de 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 après les autres sur un unique support de transmission. La transmission série est en général utilisée pour les communications à longue distance c'est le cas des réseaux informatiques car elle est adaptée au support de transmission usuel.

La figure I.5 montre une transmission série.

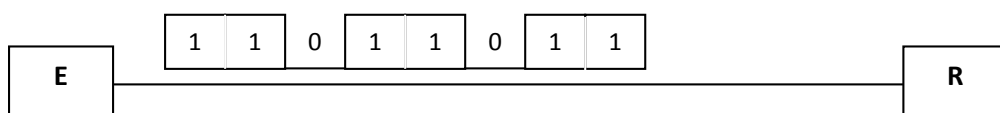


Fig. I.5 : Transmission Série

I.4.5 Transmission parallèle – série

A la sortie de l'organe traitant l'information (l'ordinateur), les éléments binaires se présentent 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

prises en œuvre dans des dispositifs physiques construits autour de registre à décalage).

La figure I.6 illustre une transmission parallèle – série.

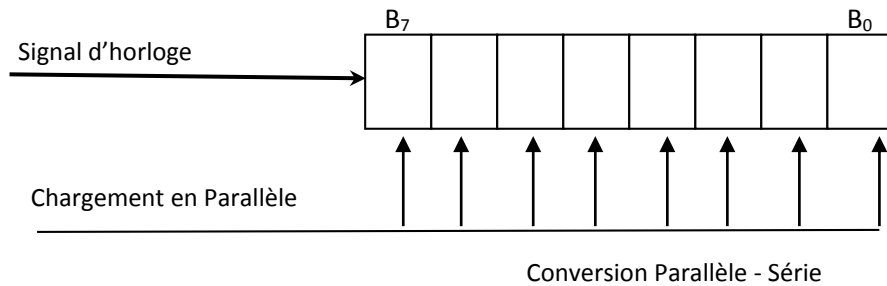


Fig. I.6 : Transmission Parallèle – Série

I.4.6 Transmission série – parallèle

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 (Fig. I.7).

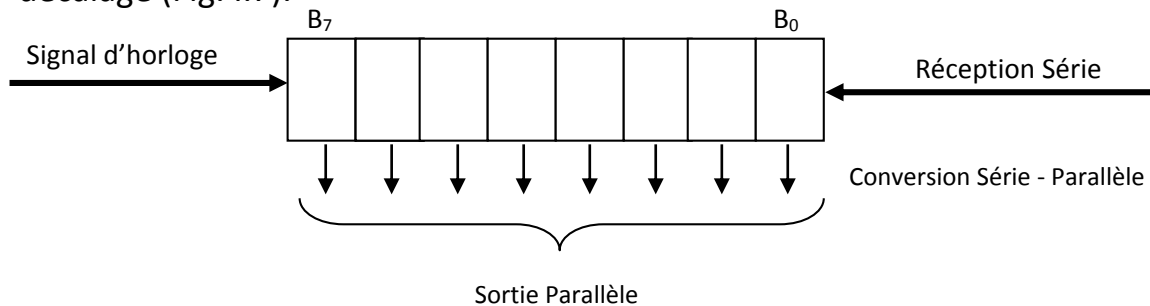


Fig. I.7 : Transmission Série - Parallèle

A chaque arrivée d'un bit, les précédents sont décalés d'une position à gauche. Quand le registre est plein, il peut vider en parallèle.

I.4.7 Transmission Asynchrone

Dans une transmission asynchrone, les caractères sont écrits de façon irrégulière, comme des caractères tapés sur le clavier ; l'intervalle de

temps entre deux caractères est aléatoire et le début d'un caractère peut survenir à n'importe quel moment. Dans les communications entre ordinateurs, comment procède – t – on avec un caractère particulier, s'il transmet d'une manière asynchrone ? La réponse est donnée par les bits de départ et d'arrêt souvent désignés par leur appellation anglo – saxon de START (élément de départ) et de STOP (élément d'arrêt). Ces bits sont en fait, des signaux encadrant ceux qui constituent un caractère, le bit de départ (START) indique le début d'un caractère et celui ou ceux d'arrêt (STOP) indiquent la fin de caractères. Il peut y avoir « 1 », « 15 » ou « 2 » pour marquer la fin de caractère.

Un octet transmis d'une façon asynchrone est illustré à la figure I.8

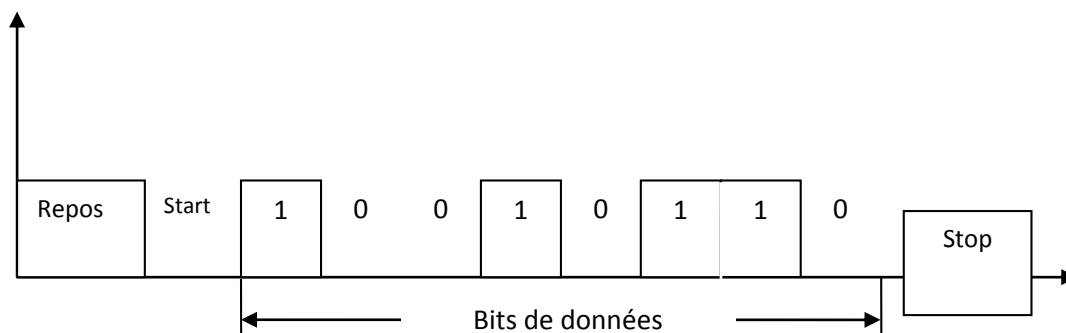


Fig. I.8 : Transmission d'un octet d'une façon asynchrone

I.4.8 Transmission synchrone

Dans une transmission synchrone, les bits sont émis d'une façon régulière, sans séparation entre les caractères. Pour cela, un signal d'horloge périodique de période T fonctionne pendant toute la durée de l'émission (fig. I.9).

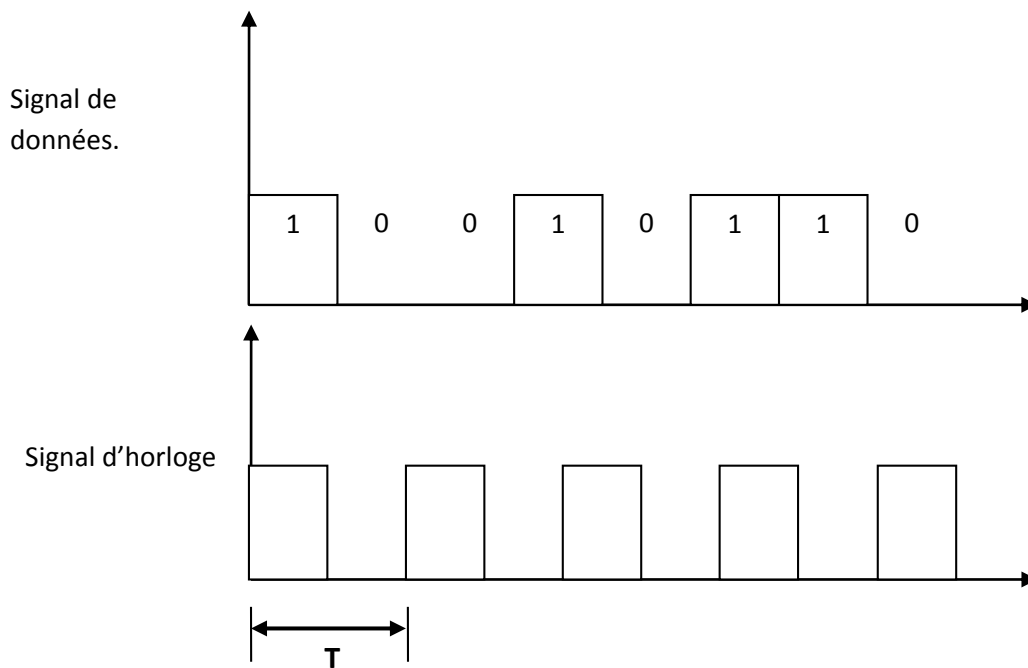


Fig. I.9 : Transmission synchrone

I.5 MODE D'EXPLOITATION

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

I.5.1 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.

La figure I.10 montre une exploitation simplex.

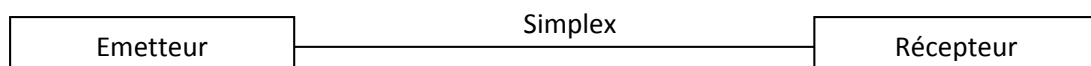


Fig. I.10 : Liaison Simplex

I.5.2 Mode duplex (Full Duplex)

Ce mode, appelé aussi bidirectionnel simultané 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. Exemple, le téléphone. Cette technique nécessite l'illustration de deux voies de transmission, une pour l'émission, l'autre pour la réception. Notons, toutefois qu'une liaison full duplex peut être multiplexée. La figure I.11 montre une exploitation full duplex.

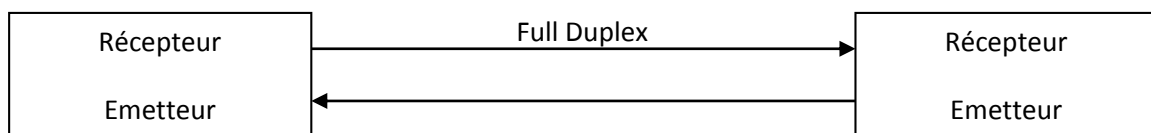


Fig. I.11 : Exploitation full duplex

I.5.3 Mode 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'utilisation est à l'écoute et il doit couper s'il désire parler.

Par rapport aux transmissions simplex, il est nécessaire de disposer de transmetteur (émetteur) et le récepteur aux deux extrémités. La figure I.12 montre une exploitation Half duplex.

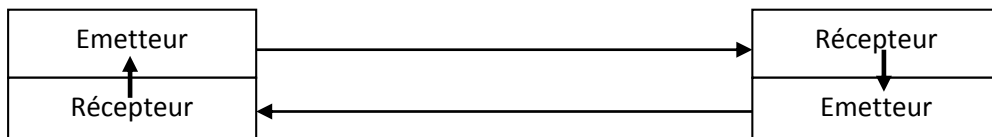


Fig. I.12 : Exploitation half duplex

I.6 CODAGE

Le codage est une application qui associe l'ensemble des informations à un ensemble de configuration binaire. Chaque élément de l'ensemble d'informations est appelé caractère, et chaque élément de la configuration binaire est un mot du code. Tout mot du code est représenté par bits.

I.6.1 Codes à longueur fixe

A. Le code ASCII

L'un des codes les plus connus des utilisateurs de PC est le code ASCII (American Standard Code for information Interchange).

Il a été défini en 1963 aux Etats – Unis d'Amérique puis adopté par d'autres organismes, notamment l'ISO (International Standards Organisation) qui en a fait le code ISO – 7. Ce code est aussi connu sous le nom d'alphabet international n°5 ou de UIT – T n°5, puisque recommandé par l'avis n°5 de l'Union Internationale de Télécommunication (UIT).

C'est un code à 7 bits autorisant donc le codage de 128 caractères parmi lesquels tous les caractères alphanumériques utilisés sont en Anglais ; comme la plupart des ordinateurs traitent les bits par paquets de huit ou plus, le huitième bit est soit inutilisé, soit utilisé comme bit de parité pour le contrôle lors de la transmission, soit utilisé pour coder un maximum de 128 caractères supplémentaires tels des caractères graphiques et des caractères nationaux (caractères accentués). On parle alors de code ASCII étendu.

Le code ASCII de la lettre A est en hexadécimal 41, soit en binaire 01000001 ou encore en décimal 65.

Certains logiciels et surtout certains langages exigent la codification en décimal. L'instruction en BASIC PRINT CHR\$(65) produira l'impression de la

lettre A. La codification en hexadécimal est pratique pour ce qui est de la présentation de ces caractères en tableau puisque deux symboles sont nécessaires et suffisants pour leur codage.

Le tableau I.1 ci – dessous reprend les caractères du code ASCII non étendu. Les codes 0 à 31 sont traditionnellement réservés à des caractères de contrôle dont l’existence est historique. Les plus connus d’entre eux certainement le 7 (BELL), le 8 (BACKSPACE) et le 13 (Carriage Return).

Le caractère \$ est codé 24 en hexadécimal et donc 001 001 00 en binaire, son code décimal est 36.

Le caractère A est codé 41 en hexadécimal et donc 01000001 en binaire, son code décimal est 90.

Le caractère a est codé 61 en hexadécimal et donc 01100001 en binaire, son code décimal est 97.

Avec un tel code, les transformations des majuscules et inversément sont fonctionnellement trivides. Un exécutant formel doit simplement modifier le troisième bit (bit n°5). En français, l’emploi de caractères accentués complique un peu le problème.

Une marche à suivre est cependant possible.

b ₇	b ₆	b ₅	b ₄	b ₃	b ₂	b ₁	b ₀
0	1	0	0	0	0	0	1

b ₇	b ₆	b ₅	b ₄	b ₃	b ₂	b ₁	b ₀
0	1	1	0	0	0	0	1

Les chiffres sont codés de telle sorte que le quart de poids faible représente la valeur du chiffre dans le système binaire.

b ₇	b ₆	b ₅	b ₄	b ₃	b ₂	b ₁	b ₀
0	0	1	1	0	1	0	1

Tableau I.1 Les principaux codes ASCII

			0	0	0	0	0	0
			0	0	1	1	1	1
			1	1	0	0	1	1
			0	1	0	1	0	1
0000	0		2	3	4	5	6	7
0001	0		SP	0	@	P	'	P
0001	1		!	1	A	Q	A	q
0010	2		«	2	B	R	B	r
0011	3		#	3	C	S	C	s
0100	4		\$	4	D	T	D	t
0101	5		%	5	E	U	E	u
0110	6		&	6	F	V	F	v
0111	7		'	7	G	W	G	w
1000	8		(	8	H	X	H	x
1001	9		)	9	I	Y	I	y
1010	A		*	:	J	Z	J	z
1011	B		+	;	K	[	K	{

1100	C			,	<	L	\	L	I
1101	D			-	=	M	]	M	}
1110	E			/	>	N	^	N	~
1111	F			/	?	O	_	°	DEL

B. Le code EBCDIC

Le code EBCDIC (extended Binary Coded Decimal Interchange Code), est utilisé essentiellement par IBM. Ce code peut être parfois assimilé à un code à 9 bits quand il fait usage d'une clé d'impairité (bit supplémentaire destiné à contrôler la validité de l'octet associé). Son utilisation se fait sensiblement de la même façon que le tableau ASCII, à savoir qu'un caractère est codé par lecture des valeurs binaires des intersections lignes/colonnes.

Ainsi, le caractère A sera codé 1 en hexadécimal soit la suite binaire 11000001. Les caractères de commandes ont en principe la même signification qu'en ASCII. Ainsi SP indique l'espace, CR le retour chariot...

Tableau I.2 : Principaux codes EBCDIC

Hex	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0	NUL	SOH	STX	ETX		PT			GE				FF	CR		
1	DLE	SBA	ECA	1C		NL				EM			DUP	SF	FM	ITB
2							ETB	ESC								
3			SYN					ECT					RA	NAK		
4	SP										C	.	<	(	+	
5	&										!	\$	*	)	;	^
6	-	/									L	,	%	_	>	?
7											:	#	@	'	=	«

8		A	B	C	d	E	F	g	h	i						
9		J	K	L	m	N	O	p	q	r						
A		~	S	T	u	V	W	x	y	Z						
B																
C	{	A	B	C	D	E	F	G	H	I						
D	}	J	K	L	M	N	O	P	Q	R						
E	\		S	T	U	V	W	X	Y	Z						
F	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F

C. Le code UIT n°2 (Baudot)

Ce code a été imaginé par Emile BAUDOT. Sa longueur est de 5 bits. (1874), son défaut principal réside dans le faible nombre de combinaison qu'il permet :

$$2^5 = 32$$

Ce qui ne suffit pas pour les lettres de l'alphabet et les chiffres. L'utilisation de 2 caractères particuliers soient :

- Inversion des lettres ;
- Inversion des chiffres.

Ces deux inversions permettent de désigner à tout moment dans auquel sous – ensemble nous travaillons.

Le UIT – T a normalisé ce code sous le terme d'alphabet télégraphique international n°2.

a) Composition

Dans le code télégraphique international n°2, chaque lettre, chiffre ou chaque signe de ponctuation est composé de cinq (5) moments ou éléments ou cinq unités en code binaire. Ceci permet (25) ou 32 combinaisons différentes.

b) Vitesse de modulation

La vitesse de modulation est le nombre des signaux élémentaires (unités) qui peuvent être transmis par seconde. L'unité de cette vitesse est le BAUD.

c) Les signaux *START (Départ)* et *STOP (Arrêt)*

Les systèmes arithmétiques sont les systèmes qui utilisent le code télégraphique n°2. Chaque groupe de cinq (5) éléments est précédé d'un signal qui doit permettre la réceptivité.

1→26→ lettres, chiffres, signes de ponctuation

27→Retour chariot

28→Interligne

29→Inversion lettres

30→Inversion Chiffres

31→Espacemen

32→Titre

Dans la combinaison significative, on trouve :

- Le temps de transition, le temps pendant lequel l'élément de modulation quitte le buttoir où elle se trouvait pour aller à l'autre bittoir.

- Les instants significatifs ; ce sont les instants pendant lesquels la modulation change de sens.

La figure I.13 illustre l'exemple d'un instant significatif.

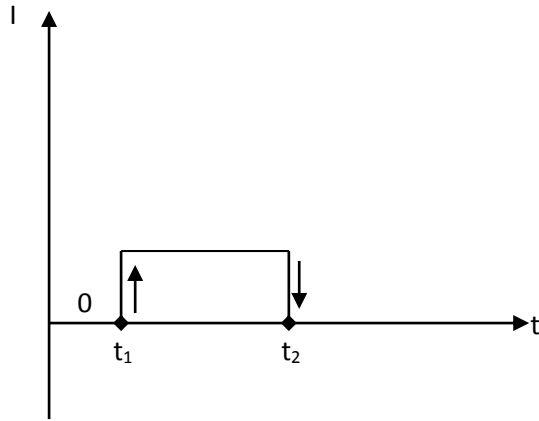


Fig. I.13 : exemple d'un instant significatif

d) Vitesse de transmission

Elle est exprimée en mot par minute, et le mot représente plus ou moins cinq (5) caractères ou combinaisons. Le calcul donne les chiffres suivants :

$$50 \text{ bauds} = 66,6 \text{ mots/minutes}$$

Le tableau I.3 donne la correspondance entre les caractères et les combinaisons logiques ainsi que les perforations et la bande de contrôle.

Tableau I.3 : la correspondance entre les caractères et les combinaisons logiques ainsi que les perforations et la bande de contrôle

N°	0	1	2	3	4	5	A	Lettres	Chiffres	1	2	3	4	5
1								A		0	0			
2								B	?	0			0	0
3								C			0	0	0	
4								D		0			0	
5								E		0				

.														
.														
.														
.														
32														

I.6.2 Code à longueur variable

I.6.2.1 Le code Huffman

Le codage de Huffman est un algorithme de compression qui fut mis au point en 1952 par Daniel Albert Huffman.

C'est une compression de type statistique qui grâce à une méthode d'arbre que nous allons détailler plus loin, permet de coder des bits beaucoup plus courts que l'ordinaire. Cet algorithme offre des taux de compression démontrés les meilleurs possibles pour un codage plus complexe réalisant une modélisation probabiliste de la source et tirant profit de cette redondance supplémentaire.

Le principe du codage de Huffman repose sur la création d'un arbre de nœuds. Supposons que la phrase à coder est « wikipédia ». On recherche tout d'abord le nombre d'occurrences de chaque caractère (ici les caractères « a », « d », « é », « p », « k » et « w » sont représentées chacun une fois et le caractère « i » trois fois).

Chaque caractère constitue une des feuilles de l'arbre à laquelle on associe un poids valant son nombre d'occurrences. Puis, l'arbre est créé suivant un principe simple : on associe à chaque fois les deux nœuds de plus faibles poids, pour donner un nœud dont le poids équivalent à la somme des poids de

ses fils jusqu'à n'en avoir plus qu'un, la racine. On associe ensuite à chaque branche le plus faible d'un nœud, le code 0 et la plus forte le code 1.

Pour obtenir le code binaire de chaque caractère, on remonte l'arbre à partir de la racine jusqu'aux feuilles en rajoutant à chaque fois au code un 0 ou un 1 selon la branche suivie.

Il est, en effet, nécessaire de partir de la racine pour obtenir les codes binaires car lors de la décompression, à partir des feuilles, il entraînait une confusion lors du décodage.

Ici pour coder « wikipedia », nous obtenons donc en binaire :

101110111110001000111000, soit 24 bits.

Il existe trois variantes de l'algorithme de Huffman, chacune d'elles définissant une méthode pour la création de l'arbre :

1. **statique** : Chaque octet a un code prédéfini par le logiciel. L'arbre n'a pas besoin d'être transmis, mais la compression ne peut s'effectuer que sur un seul type de fichier. Exemple : Un texte en français où les fréquences d'apparition du caractère « e » sont énormes ; celui – ci aura donc un code très court, rappelant l'alphabet morse ;
2. **semi – adaptatif** : Le fichier est d'abord lu de manière à calculer les occurrences de chaque octet. Cet arbre restera le même jusqu'à la fin de la compression. Il sera nécessaire pour la décompression de transmettre l'arbre ;
3. **adaptatif** : C'est la méthode qui offre à priori les meilleurs taux de compression car l'arbre est construit de manière dynamique au fur et à mesure de la compression du flux. Cette méthode représente cependant

le gros désavantage de devoir reconstruire l'arbre à chaque fois, ce qui implique un temps d'exécution énorme.

On peut montrer que pour une source x d'entropie $H(x)$, la longueur moyenne L d'un mot de code obtenu par codage de Huffman vérifie :

$$H(x) \leq L < H(x) + 1 \quad (I-1)$$

Cette relation I-2 montre que le codage de Huffman s'approche effectivement de l'entropie de la source et donc de l'optimum, elle peut s'avérer en fait assez peu intéressante dans le cas où l'entropie de la source est faible et où un surcoût de 1 bit devient important. De plus, le codage de Huffman impose d'utiliser un nombre entier de bit pour un symbole source, ce qui peut s'avérer peu efficace.

Une solution à ce problème est de travailler sur des blocs de n symboles. On montre alors qu'on peut s'approcher de façon plus fine de l'entropie :

$$H(x) \leq L < H(x) + \frac{1}{n} \quad (I-2)$$

Mais, le processus d'estimation des probabilités devient plus complexe et coûteux.

De plus, le codage de Huffman n'est pas adopté dans le cas d'une source dont les propriétés statistiques évoluent au cours du temps, puisque les probabilités des symboles sont alors erronées.

La solution consistant à réestimer à chaque itération les probabilités symboles est impraticable du fait de sa complexité.

1.7 CONCLUSION

Ce chapitre a tourné autour des éléments suivants : structure d'une liaison de transmission, éléments constitutifs de chapitre a tourné autour des éléments suivants : structure d'une liaison de transmission, éléments constitutifs d'une liaison de transmission, modes de transmission et d'exploitation et codage.

Passons à présent au chapitre suivant axé sur le réseau de télécom par fibre optique.

Chapitre II. DESCRIPTION D'UN RESEAU DE TELECOMMUNICATION PAR FIBRE OPTIQUE

II. 1 INTRODUCTION

Dans ce chapitre, nous allons faire une description du réseau de télécommunication par fibre optique : les lignes de transmission, les catégories de la fibre optique à utiliser, le système de transmission, les techniques de transmission...

II.2 LIGNE DE TRANSMISSION A FIBRE OPTIQUE

II.2.1 Principe et Fonctionnement

La fibre optique est un guide d'onde qui exploite les propriétés réfractrices de la lumière. Elle est habituellement constituée d'un cœur entouré d'une gaine. Le cœur de la fibre a un indice de réfraction légèrement plus élevé (différence de quelques millièmes) que la gaine et peut donc confiner la lumière qui se trouve entièrement réfléchi de multiples fois à l'interface entre les deux matériaux (en raison du phénomène de réflexion totale interne).

L'ensemble est généralement recouvert d'une gaine plastique de protection. Comme représenté à la figure ci-dessous.

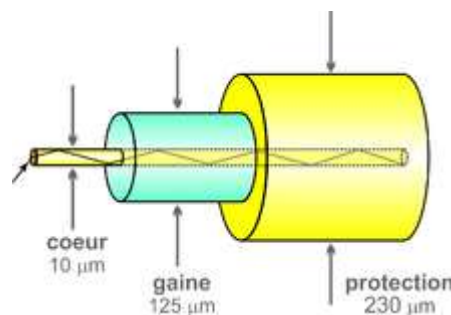


Fig. II.1 : Constitution de la fibre optique.

Lorsqu'un rayon lumineux entre dans une fibre optique à l'une de ses extrémités avec un angle adéquat, il subit de multiples réflexions totales internes. Ce rayon se propage alors jusqu'à l'autre extrémité de la fibre optique.

sans perte, en empruntant un parcours en zig – zag. La propagation de la lumière dans la fibre peut se faire avec très peu de pertes même lorsque la fibre est courbée.

Une fibre optique est souvent décrite selon deux paramètres :

- la différence d'indice normalisée, qui donne une mesure du saut d'indice entre le cœur et la gaine.

- $\Delta = \frac{n_c - n_g}{n_c}$, où n_c est l'indice de réfraction du cœur, et n_g celui de la gaine.

- l'ouverture numérique de la fibre ((**en**) *numerical aperture*), qui est concrètement le sinus de l'angle d'entrée maximal de la lumière dans la fibre pour que la lumière puisse être guidée sans perte, mesuré par rapport à l'axe de la fibre. L'ouverture numérique est égale à

$$\sin \theta_{max} = \sqrt{n_c^2 - n_g^2}.$$

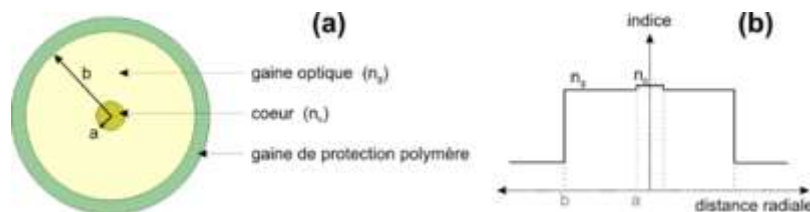


Fig. 11.2 : L'ouverture numérique de la fibre (a) et (b).

II.2.2 Principe de Différents types de Fibre Optique

Il existe plusieurs types de fibre optique. Dans la fibre à saut d'indice, l'indice de réfraction change brutalement entre le cœur et la gaine. Dans la fibre à gradient d'indice, ce changement d'indice est beaucoup plus progressif. Dans les fibres à cristaux photoniques, l'écart d'indice entre les différents matériaux (en général la silice et l'air) est beaucoup plus important.

Dans ces conditions, les propriétés physiques du guidage diffèrent sensiblement des fibres à saut d'indice et à gradient d'indice.

Dans le domaine des télécommunications optiques, le matériau privilégié est la silice très pure car elle présente des pertes optiques très faibles.

Quand l'atténuation n'est pas le principal critère de sélection, on peut également mettre en œuvre des fibres en matière plastique.

Un câble à fibres optiques contient en général plusieurs paires de fibres, chacune fibre conduisant un signal dans chaque sens. Lorsqu'une fibre optique n'est pas encore alimentée, on parle de fibre optique noire.

II.3. CATEGORIES DE FIBRE OPTIQUE

Les fibres optiques peuvent être classées en deux catégories selon le diamètre de leur cœur et la longueur d'onde utilisée à savoir : les fibres monomodes et multimodes.

II.3.1. Les Fibres Multimodes

Les fibres multimodes (dites MMF, pour Multi Mode Fiber), ont été les premières sur le marché. Elles ont pour caractéristiques de transporter plusieurs modes (trajets lumineux). Du fait de la dispersion modale, on constate un étalement temporel du signal proportionnel à la longueur de la fibre. En conséquence, elles sont utilisées uniquement pour des bas débits ou de courtes distances. La dispersion modale peut cependant être minimisée (à une longueur d'onde donnée) en réalisant un gradient d'indice dans le cœur de la fibre. Elles sont caractérisées par un diamètre de cœur de plusieurs dizaines à plusieurs centaines de micromètres (les cœurs en multimodes sont de 50 ou 62,5 μm pour le bas débit). Cependant les fibres les plus récentes, de type OM3, permettent d'atteindre le Gbit/s sur des distances de l'ordre du Km. Les longues distances ne peuvent être couvertes que par des fibres optiques monomodes.

II.3.2. Les Fibres Monomodes

Pour de plus longues distances et/ou de plus hauts débits, on préfère utiliser des fibres monomodes (dites SMF, pour Single mode Fiber), qui sont technologiquement plus avancées car plus fines.

Leur cœur très fin n'admet ainsi qu'un mode de propagation, le plus direct possible c'est-à-dire dans l'axe de la fibre. Les pertes sont donc minimales (moins de réflexion sur l'interface cœur/gaine) que celle qui soit pour de très hauts débits et de très longues distances. Les fibres monomodes sont de ce fait adaptées pour les lignes intercontinentales (câbles sous-marin). Une fibre monomode n'a pas de dispersion intramodale. En revanche, il existe un autre type de dispersion : la dispersion intramodale. Son origine est la largeur finie du train d'onde d'émission qui implique que l'onde n'est pas à la même vitesse dans le guide ce qui induit un élargissement de l'impulsion dans la fibre optique.

On l'appelle aussi « dispersion chromatique ». Ces fibres monomodes sont caractérisées par un diamètre de cœur de seulement quelques micromètres (le cœur monomode est de 9 μm pour le haut débit).

II.3.3. Longueur d'onde de Coupure et Fréquence Normalisée

La longueur d'onde de coupure est la longueur d'onde λ_c en dessous de laquelle la fibre n'est plus monomode. Ce paramètre est relié à la fréquence normalisée, notée V , qui dépend de la longueur d'onde dans le vide λ_0 , du rayon de cœur a de la fibre et des indices du cœur n_c et de la gaine n_g . La fréquence normalisée est exprimée par :

$$V = (2\pi a \sqrt{n_c^2 - n_g^2}) / \lambda_0 \quad (II.3)$$

Une fibre est monomode pour une fréquence normalisée V inférieure à 2.405. des abaques fournissent la constante de propagation

normalisée, notée B , en fonction de la fréquence normalisée pour les premiers modes.

La fréquence normalisée donne une indication directe sur le nombre de modes M qu'une fibre multimode peut contenir via l'approximation ci-contre :

$$M = V^2 / 2 \quad (II.4)$$

II.3.4. Fibre Spéciales

Il est possible de rajouter certaines caractéristiques aux fibres :

- Les fibres dopées contiennent des ions de terres rares ;
- Les fibres à maintien de polarisation ;
- Les fibres photosensibles ;
- Les fibres chainflex.

II.4. SYSTEME DE TRANSMISSION

Tout système de transmission d'information possède un émetteur et un récepteur. Pour un lien optique, deux fibres sont nécessaires. L'une gère l'émission, l'autre la réception. Il est aussi possible de gérer émission et réception sur un seul brin mais cette technologie est plus rarement utilisée car l'équipement de transmission est plus onéreux.

Le transpondeur optique a pour fonction de convertir des impulsions électriques en signaux optiques véhiculés au cœur de la fibre.

A l'intérieur des deux transpondeurs partenaires, les signaux électriques sont traduits en impulsions optiques par une LED et lus par un phototransistor ou une photodiode ;

Les émetteurs utilisés sont de trois types :

- Les LED, Light Emitting Diode (ou diode électroluminescente) qui fonctionnent dans le rouge visible (850nm) ;

- Les LASERS, utilisés pour la fibre monomode, dont la longueur d'onde est 1300 ou 1550 nm ;
- Les diodes à infrarouge qui émettent dans l'infrarouge à 1300nm.

Les récepteurs sont :

- Les photodiodes PIN, les plus utilisées car elles sont peu coûteuses et simples à utiliser avec une performance satisfaisante ;
- Les photodiodes à avalanche.

Pour tous les types des détecteurs optiques, le principe de fonctionnement est le même : l'effet photoélectrique.

Entre les deux transpondeurs, l'information est portée par un support physique (la fibre) appelé le canal de transmission ; Au cours de son parcours, le signal est atténué et déformé : des récepteurs et des amplificateurs placés à intervalles réguliers permettent de conserver l'authenticité du message. En général, la modulation du signal optique est une modulation du signal électrique dans la diode ou le laser

L'atténuation et la déformation du signal sont des conséquences directes de la longueur du canal transmission. Afin de conserver le signal optique de la source, les systèmes de transmission optique utilisent trois types d'amplificateurs :

- " Régénération " (amplification seule) ;
- "Régénération-reshaping" (amplification et remise en forme) ;
- "Régénération-reshaping-retiming" (amplification, remise en forme et synchronisation).

Il existe des récepteurs à amplification optique (utilisant des verres dopés aux terres rares) ou des récepteurs-régénérateurs électroniques. Les liaisons actuelles utilisent principalement des amplificateurs optiques à fibres

dopés erbium et sont entièrement optiques sur des distances pouvant aller jusqu'à 10 000 Km.

Comme dans tous les systèmes de transmission, on cherche à transmettre dans la même optique un maximum de communications d'origines différentes. Afin de ne pas brouiller les messages, on les achemine sur de longueur d'onde différentes : c'est le multiplexage en longueur d'onde ou WDM (Wavelength Division Multiplexing).

Il existe plusieurs techniques de multiplexage chacune adaptée au type de transmission sur fibre optique (transmission longue distance ou boucle locale par exemple) : Dense WDM (beaucoup de signaux à des fréquences très rapprochées), Ultra WDM (encore plus), coarse WDM (moins de canaux mais moins coûteux)...

Désormais, on sait réaliser des réseaux tout-optique, c'est-à-dire qui ne sont pas des assemblages de fibres optiques reliées les unes aux autres par des nœuds électriques. Les commutateurs, les multiplexeurs, Les amplificateurs existent en version tout-optique. C'est actuellement un réel enjeu car la rapidité des transmissions sur fibre optique est telle que les goulots d'étranglement se trouvent désormais dans l'électronique des nœuds des réseaux.

II.5. TECHNIQUE DE TRANSMISSION

Les fibres optiques possèdent, dans la fenêtre spectrale généralement utilisée, une bande utilisable très importante (environ 15 THz autour de la longueur d'onde 1,55 µm). Théoriquement, les débits qui puissent être transmis sont donc extrêmement élevés. C'est d'autant plus intéressant qu'aujourd'hui nombre et taille d'informations échangées sont de plus en plus importants. Néanmoins, actuellement, le traitement électronique des signaux

électriques avant modulation et après détection n'atteint pas de telles fréquences. C'est pourquoi, diverses solutions ont été imaginées pour profiter des capacités de la fibre optique et donc augmenter le transfert d'informations sur un même canal. Dans la plupart des cas, le principe reste identique : utiliser N signaux au débit D équivalent en termes de capacité au signal au débit $N \times D$, irascible à l'heure actuelle. C'est ce qu'on appelle le multiplexage, et les débits transportés seraient désormais plus importants. Le signal concentré des flux d'origines diverses est appelé signal multiplexe. Pour conserver l'intégrité de chaque signal sur le canal, le multiplexage introduit, entre les signaux, une séparation temporelle, spatiale ou fréquentielle.

II.5.1. Multiplexage Temporel

Le multiplexage TDM (Time Division Multiplexing, multiplexage à répartition temporelle (MRT) consiste à affecter à un utilisateur unique la totalité de la bande passante pendant un court instant, ceci à tour de rôle pour chaque utilisateur. L'accolassions de cette bande passante se fait en divisant l'axe du temps en périodes de durée fixe, et chaque utilisateur ne va transmettre que pendant une de ces périodes de durée fixe, et chaque utilisateur ne va transmettre que pendant une de ces périodes déterminée. Comme illustre dans la figure II.3.

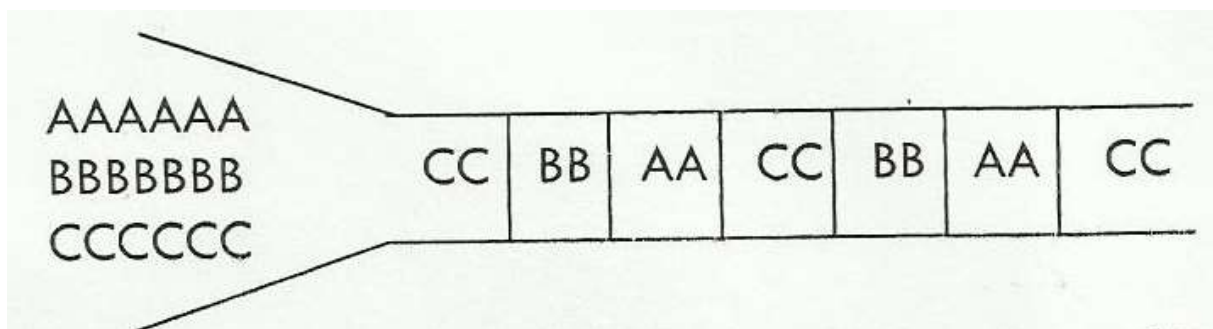


Fig. II.3 : Répartition des périodes dans le cas d'un multiplexage TDM

Le multiplexage TDM permet alors regrouper plusieurs canaux de communications à bas débits sur un canal à débit plus élevé en optique, le multiplexage temporel peut être réalisé optiquement (OTDM, Optical Time Division Multiplexing). L'émetteur est constitué de N sources optiques en parallèle modulées au débit DB bits/s. cette technique nécessite que les signaux optiques soient ensuite codés de type RZ pour que les impulsions codées aient désormais une durée inférieure à T_B/N et que le multiplexage optique puisse se faire sans recouvrement optique. Le multiplexage optique temporel n'est pas utilisé uniquement pour accroître les débits transmis. Il fournit aussi une technique d'accès utilisable dans les réseaux locaux. Le temps est partagé entre les différents utilisateurs : chacun d'eux dispose d'une tranche temporelle pour émettre. Les différents signaux sont : "assemblés pour être transmis sur une porteuse optique unique. La figure II.4 représente un réseau local à répartition temporel.

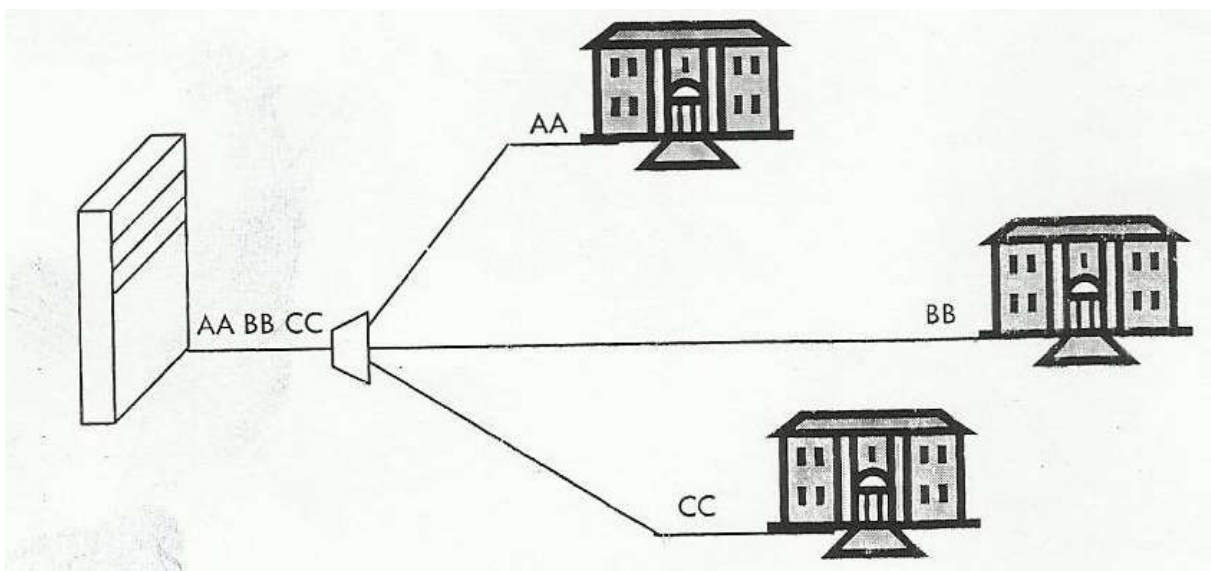


Fig. II.4 : Réseau local à répartition temporel

Le haut débit obtenu est ensuite utilisé pour la modulation du courant de polarisation d'une diode laser et il n'y a qu'un seul signal lumineux émis.

Cette étape est schématisée sur la figure II.5 Par la présence de trois circuits électroniques et d'un multiplexeur électrique (circuit rapide) pour des communications.

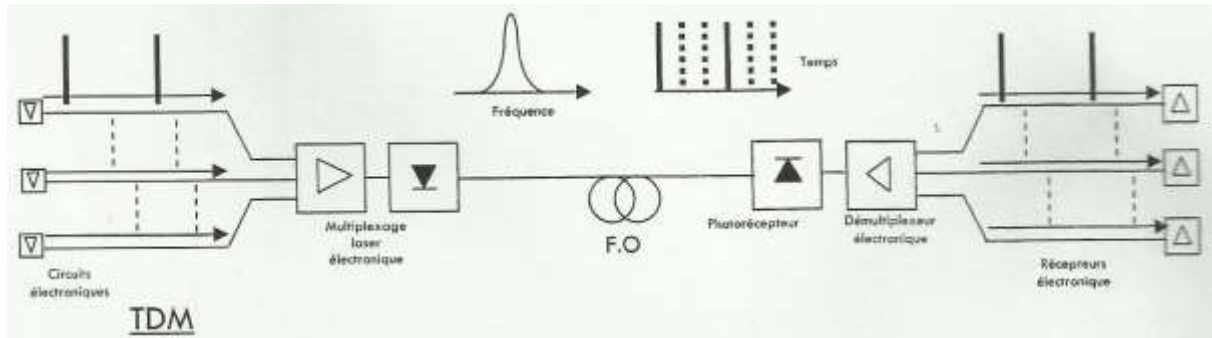


Fig. II.5 : Schéma de principe du multiplexage ETDM dans les communications par fibre optique

On retrouve ce type de multiplexage temporel sur les canaux T1 aux Etats-Unis qui regroupent 24 voies à 64 Kbits/s en vue d'une voie à 1,544 Mbits ou sur les canaux E1 en Europe qui regroupent 30 voies analogiques en une voie à 2,048 Mbits/s.

Les canaux T1 ou E1 peuvent être multiplexés entre eux pour former des canaux à plus hauts débits. Cette hiérarchie des débits est appelée hiérarchie numérique plésiochrone ou PDH (plesiochronous Digital Hierarghy).

Cette technique présente toutefois un inconvénient dans la cas de la PDH. L'accès ou l'insertion d'une l'information dans un canal E4 oblige à démultiplexer l'ensemble du train numérique.

De même les technologies SONET (Synchronous Optical Network) et SDH (Synchronous Digital Hierarchy) utilisées comme techniques de transport dans les réseaux téléphoniques des grands opérateurs pratiquent un multiplexage temporel pour assembler plusieurs lignes en un seul de débit supérieur.

Outre le multiplexage temporel, il existe d'autres méthodes pour concentrer N signaux dans un seul canal.

II.5.2. Multiplage en Longueur d'Onde (WDM)

1. Principe

Le multiplexage en longueur d'onde (Wavelength Division Multiplexing), consiste à envoyer dans une seule fibre N porteuses optique à différentes longueurs d'onde transmettant chacune un débit Db. Ce n'est plus l'axe du temps qui est découpé en période pour chaque utilisateur mais la bande passante. Et chaque sous – bande est affectée à une voie illustrée à la figure II.6.

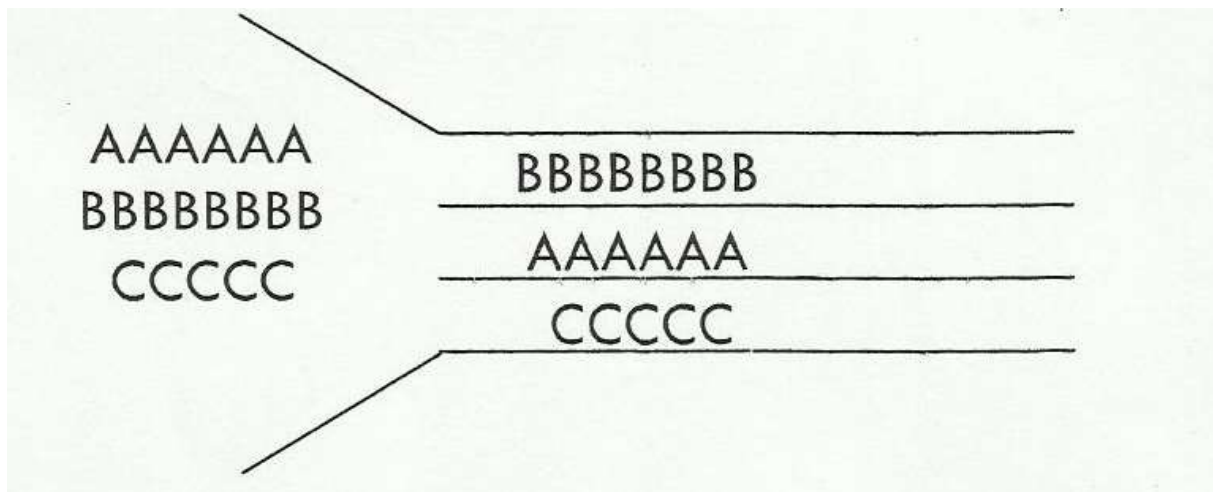


Fig. II.6 : Répartition des sous – bandes dans le cas d'un multiplexage WDM

Ainsi plusieurs transmissions peuvent être faites simultanément, chacune sur une bande de fréquence particulière montrée à la figure II.7 ci-dessous. Ce procédé est encore appelé multiplexage en fréquence (Frequency Division Multiplexing, FDM).

Ces deux termes recouvrent la même notion, mais par habitude, on parle de multiplexage en longueur d'onde lorsque la séparation entre deux canaux est relativement grande (typiquement plus de 1nm), tandis que l'on parle de multiplexage en lorsque cet écart est relativement petit.

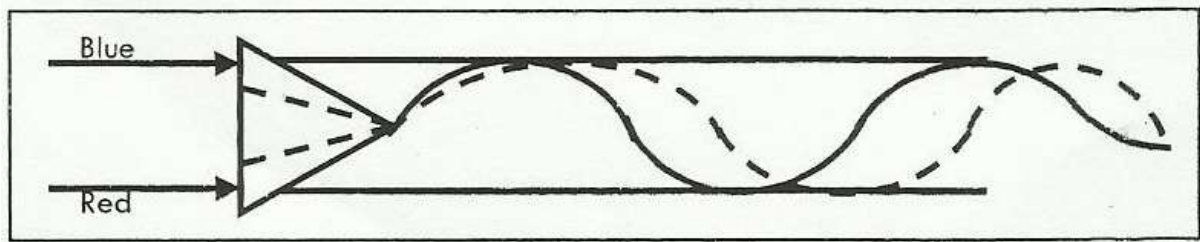


Fig. II.7 : Transmission de données optiques effectuée avec chacune une fréquence propre.

2. Description

Utilisation du multiplexage ZDM nécessite un ensemble de diodes laser émettant à des longueurs d'ondes différentes mais assez proches (dans le voisinage de 1550 nm), et des multiplexeur/démultiplexeur optiques pour combiner/séparer l'ensemble des signaux optiques de la fibre.

Afin d'assurer une bonne qualité de transmission du multiplex dans la fibre, il est important de déterminer l'espacement minimum à respecter entre les longueurs d'onde émises par chacune des sources. Cette grandeur dépend de plusieurs choses : qualité de la fibre, qualité des multiplexeur/démultiplexeur, longueurs de transmission, qualité des sources, débit des données de chaque source...

La fibre optique transporte alors un débit numérique égal à $N \times Db$. Cette dernière est souvent définie comme la capacité du système.

3. Application

L'intérêt premier du WDM est de permettre le transport de débits d'informations très importants sur une fibre, à destination de plusieurs utilisateurs.

Une seconde application du WDM concerne les réseaux locaux. Chaque abonné se voit alors attribué une longueur d'onde, c'est-à-dire une "couleur". Cette méthode présente l'avantage de permettre une évolution continue de réseau par l'adjonction de nouveaux services ou de nouveaux abonnés simplement par insertion d'une nouvelle longueur d'onde.

Il est à noter que rien n'empêche à chaque signal de modulation d'une diode laser issue d'une étape de multiplexage temporel dans le domaine électronique, d'être ensuite multiplexé avec d'autres signaux à d'autres Longueurs d'onde. Associer TDM et WDM est d'ailleurs la situation la plus fréquente.

Dans ce cas, après le démultiplexage optique et la photo détection, une étape de démultiplexage temporel permet la restitution des signaux temporels bas débit". Il existe d'autres techniques de multiplexage.

II.5.4. L'ACCES MULTIPLE A REPARTITION DE CODES (AMRC OU CDMA, code Division Multiple Access)

La technique la plus récente, l'accès multiple à répartition par codes fait appel à un principe beaucoup plus complexe : la modulation à spectre étalé ou spread-Spectrum, qui consiste à multiplier le signal par une séquence binaire pseudo-aléatoire à un débit beaucoup plus élevé, ce qui étale considérablement le spectre.

On peut transmettre plusieurs signaux en même temps et dans la même bande de fréquence en le codant avec des séquences non corrélées entre elles : le codage du mélange de signaux reçus fait apparaître en bande de base le signal qui avait été codé avec la séquence correspondante, les autres canaux, voyant leur spectre étalé, apparaissant comme du bruit.

Jusqu'à un certain nombre de canaux, le rapport signal-bruit est suffisant pour récupérer l'information, éventuellement à l'aide d'un codage correcteur d'erreurs.

Plus complexe que l'AMRT, l'AMRC présente une bonne résistance aux brouillages, et ne nécessite pas de coordination entre les stations. Il est

utilisé dans les liaisons satellites et dans certains réseaux de radiotéléphonie cellulaire numérique.

II.6. LES METHODES D'INSCRIPTION ET DE DETECTION DE DONNEES

II.6.1. TECHNIQUES DE MODULATION

Afin de transmettre des informations dans les systèmes numériques optiques, il faut les imprimer sur le signal à envoyer dans la fibre, c'est ce que l'on appelle une modulation. Pour cela, il est nécessaire de réaliser une conversion des données électriques en données optiques. Il existe principalement 2 techniques : la modulation directe et la modulation externe.

a) La modulation d'amplitude

Un des principaux avantages de l'utilisation des lasers à semi-conducteur pour les systèmes de télécommunications par fibre optique réside dans le fait qu'il est possible de les moduler facilement en intensité de la lumière émise. Cette technique est appelée modulation directe. Ainsi, il suffit d'inscrire les données sur l'alimentation du laser. En dehors de la source optique, il y a le laser, seuls un générateur du courant et un driver sont nécessaires pour commander la source optique au niveau de la puissance émise en fixant valeurs du courant d'alimentation, modifiant et transformant le niveau du courant issu du générateur.

b) Les limites

La modulation directe connaît beaucoup d'avantages, en particulier le faible coût de mise en œuvre. Mais elle comporte aussi des limites. Les lasers en sont souvent la cause. Leur temps de réaction, les oscillations, le bruit créé font que la modulation directe engendre pour les hauts et très hauts débits certaines dégradations sur le signal optique modulé. A cela, la modulation externe constitue un remède.

II.6.2. LA MODULATION EXTERNE

II.6.2.1 Principe

La modulation externe consiste à écrire les données électriques sur un signal optique continu. Elle est obtenue en modulant directement le faisceau lumineux en sortie du laser et non plus courant d'alimentation à l'entrée du laser. Ainsi les défauts de la modulation directe qui incombent au laser ne seront plus présents sur le signal optique.

La modulation est effectuée sur une onde pure et constante et par un composant indispensable : le modulateur externe. Celui-ci est commandé par une tension externe $v(t)$, modulée et représentative de l'information à transmettre. Cette tension appliquée au modulateur a pour propriété de modifier le facteur de transmission en intensité en sortie. Le signal optique continu émis par le laser alimenté par un courant est donc peu dégradé.

En traversant le modulateur, il subit les modifications du facteur de transmission et le signal de sortie se trouve modulé selon $v(t)$. Un driver est souvent présent entre les données et le modulateur afin de fixer les niveaux de $v(t)$ et choisir les modulations du facteur de transmission illustrée à la figure II.8

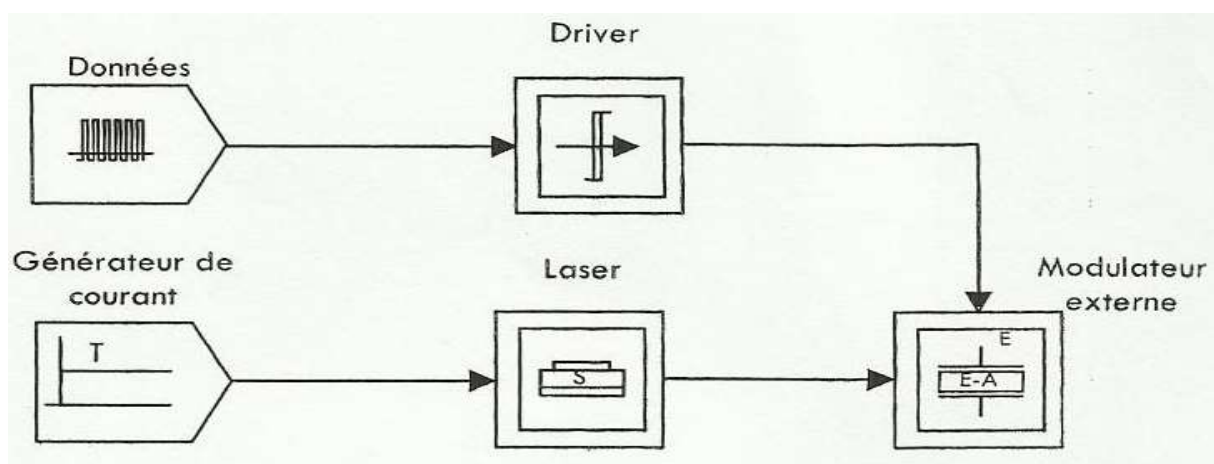


Fig. II.8 : Synoptique de la modulation Externe

II.6.3. LA DETECTION

Tout comme il existe plusieurs méthodes pour écrire l'information sur le signal lumineux, il existe différents techniques pour la récupérer. Néanmoins, la photo-détecteur est toujours nécessaire pour convertir le signal optique en signal électrique. Pour simplifier les choses, nous pourrions le comparer à un compteur de photons et un générateur d'électrons. La première méthode de détection est appelée directe. Elle consiste en la conversion, grâce à une photodiode, des fluctuations de puissance optique porteuses de l'information en fluctuations électriques. D'autres méthodes dites cohérentes (détecteurs hétérodyne et homodyne), dans lesquelles la porteuse optique est modulée en amplitude, en phase ou en fréquence et démodulée dans un détecteur qui réalise une fonction de mélange.

Pour extraire le signal qui module en amplitude une onde, on peut le redresser, ou plus généralement le faire passer dans un dispositif non linéaire, tel qu'une diode. Un signal basse fréquence, le signal modulant et des harmoniques sont alors émis. Les harmoniques peuvent être éliminées par filtrage, dans la mesure où la fréquence de l'onde porteuse est très grande devant la fréquence maximale du spectre du signal modulant. Ce procédé est classiquement appelé détection directe

Le détecteur n'est pas idéal, c'est-à-dire que la bande passante est infinie. En réalité, la résistance de charge et la capacité de jonction de la photodiode forment un filtre passe-bas.

Le détecteur peut être réalisé soit par une diode PIN, soit une photodiode à avalanche (PDA). Le principe de fonctionnement reste inchangé l'effet du phénomène d'avalanche induit en fait d'une part l'augmentation du niveau du signal et d'autre part une augmentation de la puissance du bruit de grenaille

II.6.4. LA RECEPTION HETERODYNE

Le signal reçu et un signal issu d'un oscillateur local sont couplés pour réaliser une combinaison linéaire des signaux présents sur ses deux sorties attaquant le photo-mélangeur. Le signal détecté est filtré dans un filtre centre autour de la fréquence intermédiaire la plus grosse contrainte porte sur la stabilité des sources. En effet l'oscillateur local ne délivre pas un signal sinusoïdal pur car il est affecté par des bruits d'amplitude et de phase qui se traduisent par une modulation parasite du signal en fréquence intermédiaire.

II.6.5 LA RECEPTION HOMODYNE

Dans l'analyse développée jusqu'ici, la fréquence intermédiaire a été supposée non nulle cependant on peut aussi imaginer utiliser un oscillateur local qui soit à la même fréquence que le signal reçu et synchronisé en phase avec la porteuse de celui-ci. C'est ce que l'on appelle réception homodyne, un cas particulier de la réception hétérodyne.

La réception homodyne apporte un gain de 3db par à la réception hétérodyne par contre elle impose des contraintes très fortes sur la pureté spectrale des oscillateurs qui la rendent beaucoup plus difficile à mettre en œuvre. De plus il est plus facile de réaliser des sous – ensembles (filtre amplificateur) autour d'une fréquence intermédiaire qu'en bande de base.

II.6.6. COMPARAISON ENTRE LA DETECTION DIRECTE ET LA RECEPTION HETERODYNE

La réception hétérodyne possède de nombreux avantages sur la détection directe tout d'abord, elle propose un gain supérieur en sensibilité du récepteur. Ensuite, elle offre la possibilité d'utilisation de phase ou de fréquence, ce que ne permet pas la détection directe Aussi, la réception hétérodyne permet

de juxtaposer dans la bande de fréquences des porteuses modulées pour constituer un système à plusieurs canaux

Ainsi, on peut extraire, du multiplex à large bande transmis par la fibre optique, le canal voulu par sélection de la fréquence correspondante sur l'oscillateur local.

De plus, la structure du récepteur hétérodyne est plus complexe qu'en détection directe. En optique, on ne dispose pas aujourd'hui de récepteurs cohérents intégrés, incluant l'oscillateur local, le mélangeur et le circuit en fréquence intermédiaire, et cet aspect technique constitue un facteur supplémentaire en défaveur de la cohérence.

Aujourd'hui, l'association du préamplificateur optique avec la détection directe à diode PIN trouve son application dans les réseaux structurants et métropolitains. Un récepteur à diode PIN avec un préamplificateur optique, est, en particulier dans le cas des hauts débits, bien plus performant qu'un récepteur avec diode à avalanche qui a un produit gain – bande limite.

II.6.7 LE PREAMPLIFICATEUR

Afin de remédier à la modeste sensibilité de la photodiode PIN, le photorécepteur est souvent accompagné d'un préamplificateur. Pour minimiser le bruit et les distorsions sur les signaux, ces deux blocs sont souvent réunis dans un même boîtier. Les structures de ces préamplificateurs sont de deux familles.

II.6.7.1. L'Amplificateur à Haute Impédance d'entrée

L'amplificateur à haute impédance d'entrée a une structure sans contre – réaction, à amplificateur opérationnel jusqu'à quelques MHz, ou au – delà du transistor à effet de champ illustré à la figure II.9 ci – dessous. Si la

résistance de polarisation R_p est forte, ces structures sont très sensibles et faibles bruit.

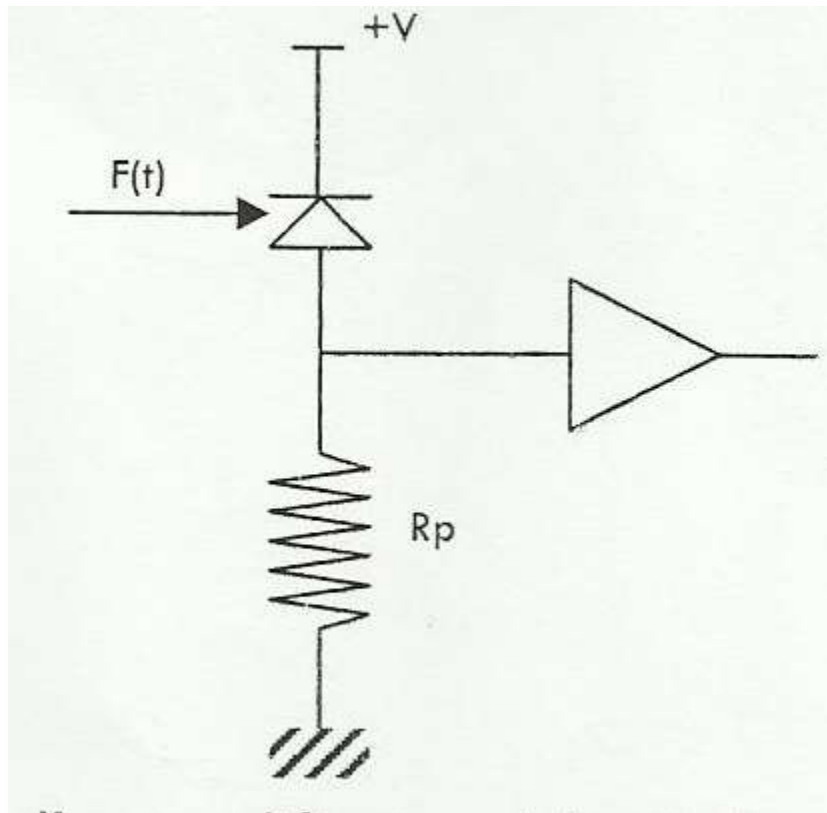


Fig. II.9 : Structure d'un amplificateur à haute impédance d'entrée

II.6.7.2 L'amplificateur transimpédance

L'amplificateur transimpédance a une structure à contre – réaction R_c (Figure II.10). Si le gain de la chaîne amplificatrice est grand, on a donc un gain plat et reproductible sur une large bande passante. La constante de temps est divisée par le taux de contre – réaction. Par contre, la résistance R_c apporte un supplément de bruit.

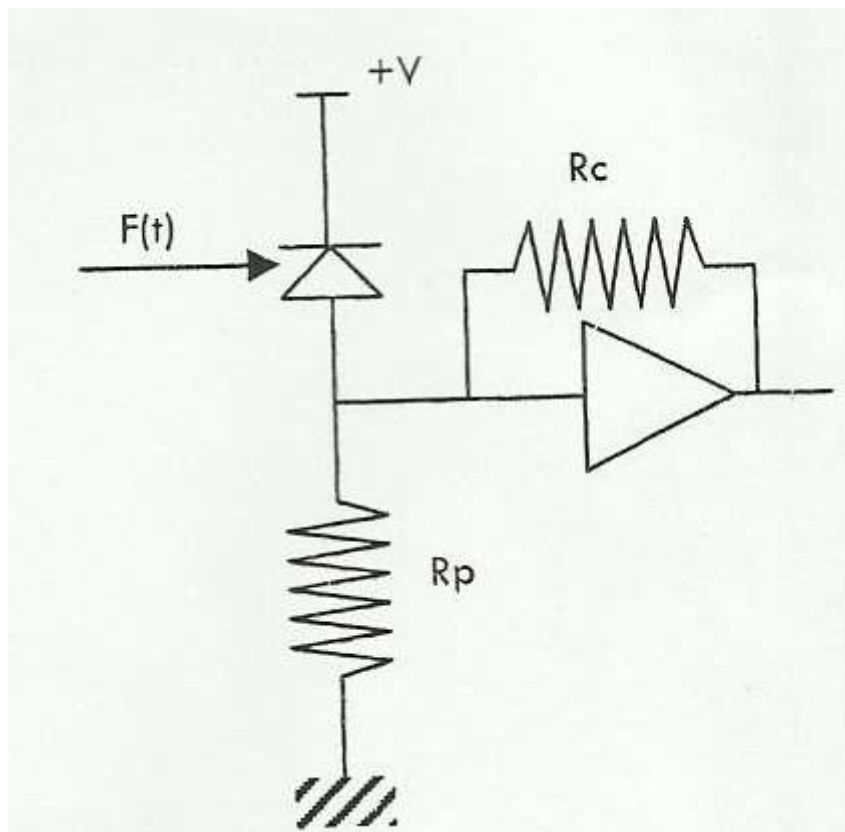


Fig. II.10 Structure d'un amplificateur transimpédance

II.7 Inconvénients et Avantages

II.7.1 Les Inconvénients

- La fibre optique est plus cher que le STP ;
- Plus difficile à installer et à maintenir, et seuls des techniciens qualifiés et expérimentés peuvent mettre en place un câblage en fibre optique ;
- Le verre de la fibre optique est fragile ;
- La connexion de deux fibres optiques requière un polissage délicat et un parallélisme parfait.

II.7.2 Les Avantages

- Le mode de transmission est plus fiable et le plus sécurisé ;
- La transmission de gros volumes de données à haut débit de 100 Mb/s à 622 Mb/s, jusqu'à plus de 1 Gb/s ;

- Le signal lumineux reste pur le long de la fibre optique et ne s'affaiblit pas (il n'y a pas d'atténuation du signal comme avec le cuivre) ;
- Il est impossible « d'écouter » ou d'intercepter les signaux lumineux qui circulent à l'intérieur d'une fibre optique. Le support est sécurisé ;
- Il n'y a pas d'interférences, ni de rayonnement.

II.8 CONCLUSION

Dans ce chapitre, nous venons de faire une description du réseau de télécommunication par fibre optique : les lignes de transmission, les catégories de la fibre optique à utiliser, le système de transmission, les techniques de transmission...

Chapitre III. BREF APERÇU DE L'ENTREPRISE SCPT

III.1 INTRODUCTION

Dans ce chapitre, nous nous attelons à jeter un coup d'œil sur l'entreprise SCPT en vue de connaître son historique, sa structure et son fonctionnement jugés utiles pour procéder à son état des lieux.

III.2 BREF HISTORIQUE DE LA SCPT

C'est le 16 septembre 1885 que le Roi Léopold II obtint du Responsable des affaires étrangères, Monsieur IVAN ETVELDE, un décret sur la création d'une administration des postes de la colonie belge.

En 1886, il eut création de 3 bureaux respectivement à BOMA, VIVI et MATADI. Ces bureaux disposaient de 4 timbres postaux (portant tous l'effigie du Roi Léopold II) de valeur fiscale de 10.25 et 50 centimètres. Plus tard vers les années 1928, les télécommunications prirent naissance à Kinshasa (KINTAMBO) et à Boma. L'OCPT devient l'Office National des Postes et Télécommunications du Zaïre (ONPTZ) lors du changement survenu le 17 octobre 1971 avec le régime Mobutiste et c'est le 17 mai 1997, lors de l'avènement de l'AFDL qu'il reprend le même nom Office Congolais des Postes et Télécommunications (OCPT).

III.3 OBJET SOCIAL DE LA SCPT

Dans l'ordonnance de création, l'article 2 dispose que l'OCPT est chargé :

- De l'exploitation du service public des postes et télécommunications. A cet effet, il exerce le monopole postal, télégraphique, téléphonique des signaux et des communications ;
- D'appliquer la législation et la réglementation relative aux postes et télécommunications ;

- D'assurer le respect des accords entre la RDC et les organismes tels que : l'UPU, l'UIT et l'Intelsat ;
- De préparer et exécuter les plans gouvernementaux d'équipements des postes et télécommunications afin de satisfaire toute la population du point de vue communication.

Les objectifs ci – haut sont les principaux et peuvent être mis en application par le SCPT en République Démocratique du Congo.

Nous pouvons aussi signaler que toutes les activités du SCPT sont centralisées à Kinshasa qui est la capitale de la République Démocratique du Congo.

III.4 ORGANISATION ET FONCTIONNEMENT

L'organisation et le fonctionnement de la SCPT sont régis par la loi numéro 78/002 du 06 Janvier 1978, portant dispositions générales applicables aux entreprises publiques. Les organes de gestion de la SCPT sont :

- Le conseil d'administration dirigé par un Président Délégué Général, secondé par le Délégué Général Adjoint, d'un Directeur Financier, de cinq administrateurs externes dont un Président du Ministère de portefeuille. Depuis le 06 Juin 1995 est dirigé par un comité provisoire de gestion mis en place par l'arrêté ministériel numéro CAB/MIN/PTT/004/31/AML/95 de la même date suite à la suspension du comité de gestion par l'arrêté ministériel numéro CAB/MIN/PTT/003/95 du 05 Juin 1995.

III.5 ROLE DE LA SCPT

La SCPT est une société paramétrique à caractère social, industriel et commercial jouissant d'une autonomie financière dont la mission première est de transmettre les messages. La poste exploite les lettres, les cartes postales, les imprimés télégrammes et les petits paquets.

Cette exploitation oblige le passage, le transport et la distribution de ces divers objets dénommés objets de correspondance moyennant l'acquisition du port d'abonné.

III.6 ORGANIGRAMME DE LA SCPT

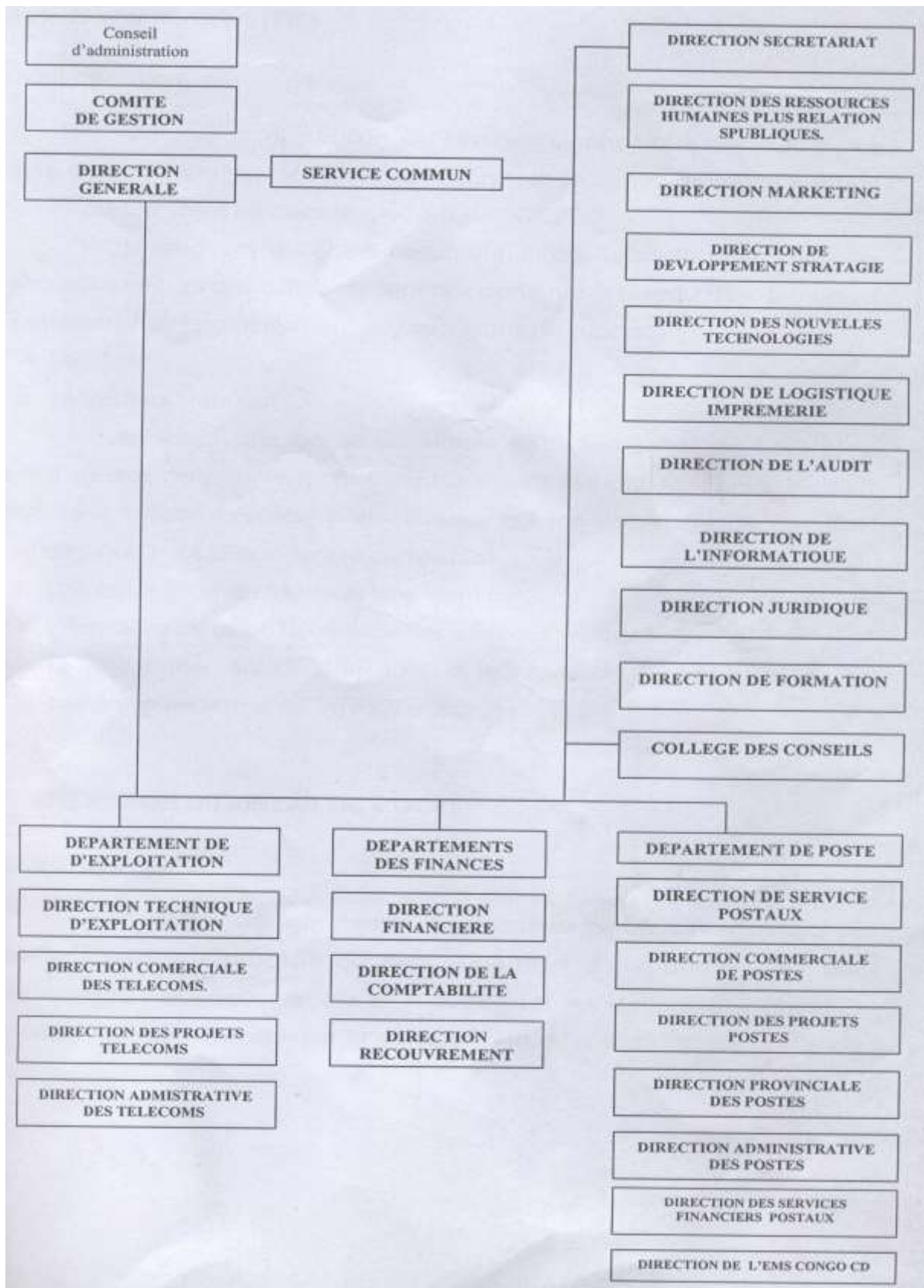


Fig. III.1 : Organigramme de la SCTP

III.7. L'ARCHITECTURE DU RESEAU TELEPHONIQUE DE LA SCPT KINSHASA

L'architecture du réseau téléphonique de la SCPT ville Province de Kinshasa est présentée à la figure III.2.

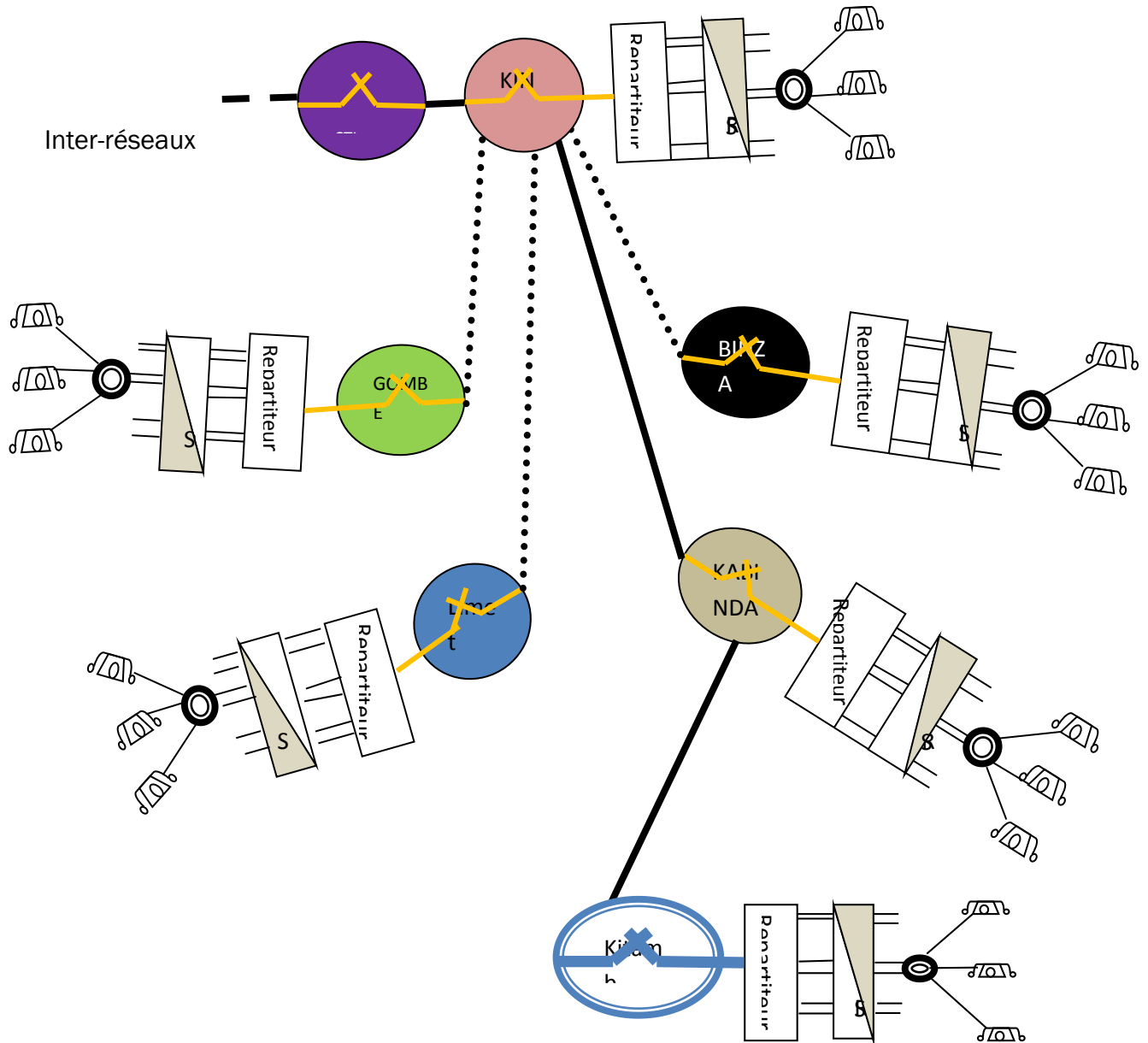


Fig. III.2 : Architecture du réseau téléphonique de la SCPT Kinshasa.

Légende

- Liaison par câble ;
- Liaison par faisceau ;



Point de branchement d'abonné ;

SR : Sous Répartiteur.

III.8. COMMUTATEUR

Le commutateur est la fonction essentielle du réseau, elle consiste à mettre en relation deux abonnés, maintenir la liaison pendant tout le temps d'échange et libérer les ressources à la fin de celui-ci.

III.8.1 RESEAU DE COMMUTATION

Actuellement dans cette ville de Kinshasa, le système de commutation de la SCPT était constitué de quatre commutateurs numériques de type S1240 de marque Alcatel Bell et Alcatel Face respectivement chacun avec une capacité de 2.000 et 6.000 abonnés.

Le commutateur numérique est un centre du système 1240 entièrement numérique développé pour être utilisé dans les réseaux publics simples de transmission de la parole, des données et dans les réseaux modernes à intégration de services.

Bien que ces commutateurs soient entièrement numériques, ils peuvent être installés parmi les analogiques pour fonctionner dans une structure hybride comme ce fut le cas du réseau de la SCPT ; car les signaux sont convertis en circuits numériques à l'entrée vers le commutateur et les circuits numériques subissent une transformation inverse à la sortie.

Et tout ceci permet l'adaptabilité du commutateur S1240 avec tous les systèmes de signalisation.

Sachons ainsi que le central S1240 a un système de commutation à commande répartie et décentralisée en plusieurs modules avec une capacité de 2.000 lignes regroupées en série.

Le central S1240 peut-être à la fois un central local, central de transit interurbain et international ; celui qui est installé à Kin I est mixte (desserte et groupement).

III.9. TRANSMISSION

Le réseau de transmission de la ville Province de Kinshasa, en ce qui concerne les communications inter-centraux locaux, l'engagement se faisait avec deux ou trois commutateurs.

Le réseau doit respecter le plan y afférent pour que le niveau d'intelligibilité de la communication soit acceptable.

Le réseau de transmission de la ville de Kinshasa est un réseau interurbain câblé à paires symétriques et à faisceaux hertziens en forme étoilée et maillée partiellement.

La partie du réseau câble qui sert pour l'alimentation des abonnés forme un réseau de distribution de la ville de Kinshasa et l'autre partie reliant les commutateurs locaux forme un réseau de transmission.

III.9.1. FAISCEAUX DE JONCTIONS

Dans les circuits de jonctions, nous avons quatre de cinq commutateurs locaux de la ville de Kinshasa qui sont interconnectés à travers le centre de groupement de Kin 1, qui leur assurait le transit grâce au réseau de transmission que nous appelons aussi câbles de jonctions.

Ce sont ces faisceaux de jonctions qui constituaient le réseau de transmission du réseau local de la ville de Kinshasa, la plus part de ces câbles sont immatériels (faisceaux hertziens que nous appelons faisceaux hertziens inter-centraux (FIC), et les restes sont des câbles matériels ou physiques numérisés appelés câbles MIC.

Le choix de l'emplacement de station Nodale hertzienne de Mont-Ngafula qui constituait le centre d'interconnexion des voies 2 Mbit/s ou plus entre certaines stations locales et la station maîtresse, a été fait pour permettre une propagation en visibilité directe avec toutes les stations hertziennes existantes.

III.9.2. MATERIELS

Le matériel utilisé comme support de transmission est du type SAT (Société anonyme des télécommunications) avec une technologie numérique. Le tableau III.1 ci-après nous montre les trois différents types d'équipements utilisés avec les différentes spécifications suffisantes.

Tableau III.1. : Les différents types d'équipements utilisés

EQUIPEMENT	FREQUENCES	DEBIT
F H D 234	2 GHZ	34 MBIT/S
FHD 208	2 GHZ	8 MBIT/S
FHM 914	900 MHZ	1 MBIT/S

- Les terminaux numériques de multiplexage TNM2-8 et TNM2-34, dont le rôle est de multiplexer les trains numériques reçus en train à 2 Mbit/s.
- Les terminaux numériques d'extrémités (TNE) dont le rôle à l'émission est de former à partir de 30 voies analogiques d'un train numérique de 2 Mbit/s, et à la réception, de restituer à partir d'un train numérique de 2 Mbit/s les 30 voies analogiques.

III.9.3. LIAISONS

Le tableau III.2 présente les différentes liaisons qu'utilisait le réseau de transmission de la ville province de Kinshasa.

Tableau III.2. : Les différentes liaisons de transmission

LIAISONS	EQUIPEMENT	TYPES
Hôtel des postes – Mont-Ngafula	FHD 234	3 +1
Mont-Ngafula – Gombe	FHD 234	1 + 1
Mont-Ngafula – Binza	FHD 234	1 + 1
Mont-Ngafula – Limete	FHD 234	1 + 1
Mont-Ngafula – CER	FHD 208	1 + 0
Mont-Ngafula – CRR	FHD 208	1 + 0
Mont-Ngafula – Aéroport	FHD 234	1 + 1
Aéroport - N'sele	FHM 914	1 + 0
Hôtel des postes - Campus	FHD 208	1 + 0

Sachant que chaque jonction représente 32 voies MIC au total soit 30 voies pour la parole, et les deux autres restantes sont pour la synchronisation et la signalisation.

III.9.4. CONFIGURATION DU RESEAU DE TRANSMISSION DE LA VILLE DE KINSHASA

Dans la configuration du réseau de transmission de la ville Province de Kinshasa, les faisceaux inter centraux (FIC) s'intégraient en faisant la desserte des centres locaux de Gombe, Binza et Limete avec des circuits de jonctions du centre de configuration.

Le réseau de transmission était en forme étoilée et s'appuyait sur la station relais de Mont-Ngafula. Le Centre de Kin-Cité (kabinda) seul était relié à son unité de raccordement distante et à son centre de regroupement par câble numérisé appelé câble de jonction (MIC), auquel on a associé un terminal numérique de ligne (TNL) pour rendre le signal numérique compatible avec son support de transmission.

Les autres centraux étaient reliés au centre de regroupement par le câble hertzien tel que montré à la figure III.3 des Faisceaux Inter-centraux (FIC).

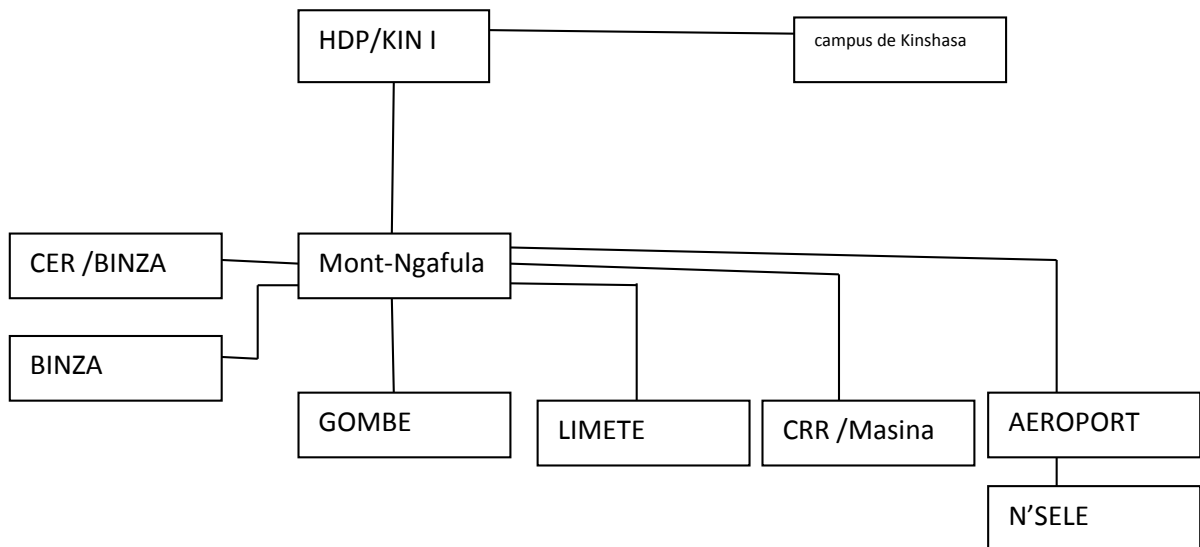


Fig. III.3 : Faisceaux Inter -centraux (FIC).

Il existait entre l'hôtel des postes et le campus de Kinshasa les lignes d'abonnés appelées abonnés déportés pour les segments des résidences et des établissements ou encore des cabines publiques.

III.10. RESEAU CABLE

III.10.1. DEFINITION

Le réseau câble est une organisation systématique, efficace tant sur le plan technique que sur le plan économique, les câbles vont du répartiteur d'entrée du centre de commutation jusqu'aux postes d'abonnés.

III.10.2. CAPACITE

Dans l'ensemble, le réseau câble de la ville Province de Kinshasa comptait environ treize mille lignes qui allaient dans des différents centres locaux vers les usagers ou les abonnés partant des câbles (de 1800p, 1600p, 1000p, 800p et 600p, etc.).

III.10.3. RESEAU DE DISTRIBUTION DE LA SCPT

Le réseau de distribution de la ville Province de Kinshasa était de type d'organisation technique à structure souple.

III.10.3.1. ORGANISATION A STRUCTURE SOUPLE

Dans ce genre de structure, les abonnés étaient raccordés au central téléphonique par l'intermédiaire d'un sous répartiteur.

III.10.3.2. AVANTAGES

Il peut mettre les paires de câbles d'abonnés dans un câble de transport tout en considérant aussi les câbles de distribution.

L'Organisation à structure souple se présente tel qu'illustré sur la figure III.4.

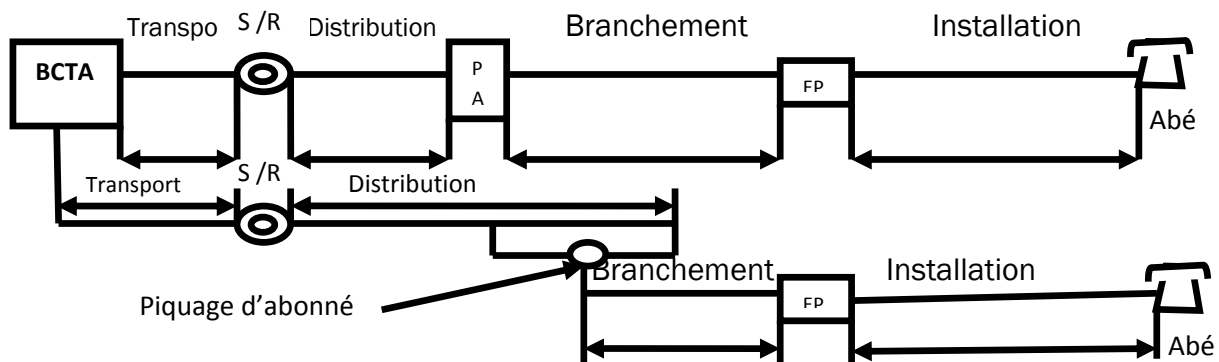


Fig. III.4 : Organisation à structure souple.

LEGENDE

BCTA : Bureau Central Téléphonique Automatique ;

PA : Paire d'abonné ;

EP : Entrée poste ;

Abé : Abonné.

III.10.4 ORGANISATION GEOGRAPHIQUE DU RESEAU TELEPHONIQUE DE LA SCPT VILLE PROVINCE DE KINSHASA.

III.10.4.1 DEFINITION

L'organisation géographique du réseau téléphonique de la ville de Kinshasa est le découpage en zone géographique pour faciliter l'exploitation du réseau téléphonique.

Il ressort deux types d'organisations géographiques : Les réseaux locaux et les réseaux interurbains comprenant le centre de transit et les supports de transmission qui relient les différents centraux formant ainsi une structure étoilée.

III.10.4.2. DEPLOIEMENT

Le déploiement du réseau téléphonique interurbain ville de Kinshasa s'étend sur toutes les communes à travers tout Kinshasa en citant par exemple les communes suivantes : Gombe, Kinshasa, Binza, Barumbu, Lingwala, Bandalugwa, Kintambo, Bumbu, Selembao, Kalamu, Kasa - vubu, Lemba, Matete, Mont-Ngafula et Masina.

III.10.4.3. ORGANISATION ADMINISTRATIVE

1. DEFINITION

L'organisation administrative est le découpage du réseau en plusieurs niveaux en fonction du découpage géographique et des considérations techniques.

2. NIVEAU DE DECOUPAGE

Le réseau téléphonique de la ville de Kinshasa est essentiellement un réseau local constitué par un réseau de distribution et d'un réseau de transmission.

4. ZONE LOCALE

La zone locale est une zone par laquelle tous les abonnés sont reliés dans un même centre local de rattachement.

5. ZONE A AUTONOMIE D'ACHEMINEMENT

La zone à autonomie d'acheminement est constituée d'un groupe des commutateurs d'abonnés à l'aide d'un commutateur à autonomie d'acheminement (CAA) qui dispose de deux applications, desserte d'abonnés et le transit.

6. IMPORTANCE

Leur importance, c'est de mettre en relation deux abonnés appartenant à différents centres téléphoniques pour une communication satisfaisante.

- La zone locale de Kin I est un central S1240 d'une capacité de 2.000 lignes d'abonnés et comptait dans son ensemble 26 têtes de câbles (de 1800p, 1600p, 800p, 600p, et 500p) réparties en bornes et étaient déployées dans la partie commerciale de la Gombe appelée ville, dans les communes de Barumbu, Kinshasa et quelques numéros déportés à Kasangulu (Bas-Congo).
- La zone locale de la Gombe, est un central S1240 d'une capacité de 2.000 lignes d'abonnés avait 8 têtes de câbles (de 800p, 600p, 200p et 100p), prenant en charge les parties administrative et résidentielle de la commune de la Gombe.
- La zone locale de Kabinda (Kin-Cité), est un central S1240 avec une capacité de 5.000 lignes d'abonnés, plus 1000 lignes de l'unité de raccordement d'abonnés distants de Kintambo soit 6.000 lignes d'abonnés dans son ensemble. Kabinda avait trois têtes de câbles (de 1600p, 800p, 600p et 500p) qui desservaient les communes ci-après :

Lingwala, Kinshasa, Barumbu, Bandalungwa, Ngiri-ngiri, Kasa-Vubu, Bumbu et Selembao.

L'Unité de raccordement de Kintambo avec ces 1.000 lignes d'abonnés alimentait les communes de Kintambo et Ngaliema (partie) avec un câble de 1600 paires.

- La zone locale de Binza est un central S1240 avec une capacité de 2.000 lignes d'abonnés pour un câble (de 1600P, 800P, et 600P) qui prenait en charge les communes de Ngaliema et Mont-Ngafula.
- La zone locale de Limete est un central S1240 d'une capacité de 2.000 lignes d'abonnés, comptait dans son ensemble 4 têtes de câbles (de 1000p, 500p, 300p et 100p) pour alimenter les communes de : Limete, Lemba, Matete, Ngaba, Kalamu, Masina, N'djili et Kimbanseke.

III.11 SIGNALISATION

III.11.1 DEFINITION

La signalisation est l'ensemble des échanges des informations entre les organes de commandes et les terminaux définis par l'ensemble des règles, des procédures, des signaux des abonnés et des circuits correspondants aux différentes manœuvres matérielles ou logicielles nécessaires pour l'établissement, la supervision et la libération de circuit ou la rupture de la communication.

III.11.2 ROLE DE LA SIGNALISATION

La signalisation a comme rôle d'échanger les signaux entre les abonnés et leurs centres de rattachement ainsi qu'entre les centraux.

III.12 NUMEROTAGE

III.12.1 DEFINITION

Le numérotage est une fonction qui consiste à créer des numéros dans un réseau téléphonique et de concevoir des zones de numérotage.

Quant à la numérotation elle-même, c'est l'ensemble des numéros d'un réseau téléphonique.

III.12.2. NUMEROTAGE FERME

Un plan de numérotage est dit fermé lorsque tous les numéros nationaux ont le même format et pour appeler un abonné d'une autre zone de numérotage, il faut seulement former l'indicatif interurbain suivi du numéro de l'abonné. Ce genre de plan est simple et moins économique. Ce type de numérotage est utilisé en RDC.

III.13. CONCLUSION

Le chapitre vient d'exploiter le réseau téléphonique de la SCTP Ville Province de Kinshasa dont la structure est simple et étoilée s'appuyant sur un centre à autonomie d'acheminement.

Chapitre IV. CARACTERISTIQUES ET APPLICATIONS DE LA FIBRE OPTIQUE DANS UN RESEAU DE TELECOMMUNICATION, CAS DE LA SCPT KINSHASA RDC

IV.1 INTRODUCTION

Dans ce dernier chapitre de notre travail, nous allons faire une étude des caractéristiques et applications de la fibre optique dans un réseau des télécommunications cas de la SCPT – KIN.

IV.2 ANALYSE PROPREMENT DITE DES CARACTERISTIQUES ET APPLICATION DE LA FIBRE DANS UN RESEAU DE TELECOMMUNICATION

IV.2.1 Caractéristiques de la Fibre Optique

La fibre optique est un fil en verre ou en plastique très fin qui a la propriété d'être un conducteur de la lumière et sert dans la transmission des données.

Elle offre un débit d'information nettement supérieur à celui des câbles coaxiaux et supporte un réseau large bande par lequel peuvent transiter aussi bien la télévision, le téléphone, la vidéoconférence ou les données informatiques.

Entourée d'une gaine protectrice, la fibre optique peut être utilisée pour conduire de la lumière entre deux lieux distants de plusieurs centaines, voire milliers de kilomètres. Le signal lumineux codé par une variation d'intensité est capable de transmettre une grande quantité d'information.

En permettant les communications à très longue distance et à des débits jusqu'alors impossible, les fibres optiques ont constitué l'un des éléments clef de la révolution des télécommunications optiques.

Les principaux paramètres qui caractérisent les fibres optiques utilisées pour les transmissions sont les suivants :

IV.2.1.1 Atténuation

L'atténuation dans les fibres optiques de plusieurs mécanismes. D'abord l'absorption intrinsèque de matériau constitutif provoque une augmentation très rapide de pertes aux basses longueurs d'onde. La présence d'impuretés peut aussi créer diverses bandes d'absorption. Dans le cas de la silice pure, le minimum théorique d'atténuation devrait descendre à 0,14dB/Km vers $\lambda=1,55\mu\text{m}$.

Les pertes sont toutes fois négligeables pour les fibres standards des télécommunications dans ces conditions d'emploi normales. Enfin, les fibres sont toujours utilisées par tronçons de longueur finie, raccordés entre eux. Chaque jonction peut provoquer une perte de raccordement. La figure IV.1, montre l'atténuation spectrale d'une fibre optique en silice pour les télécommunications.

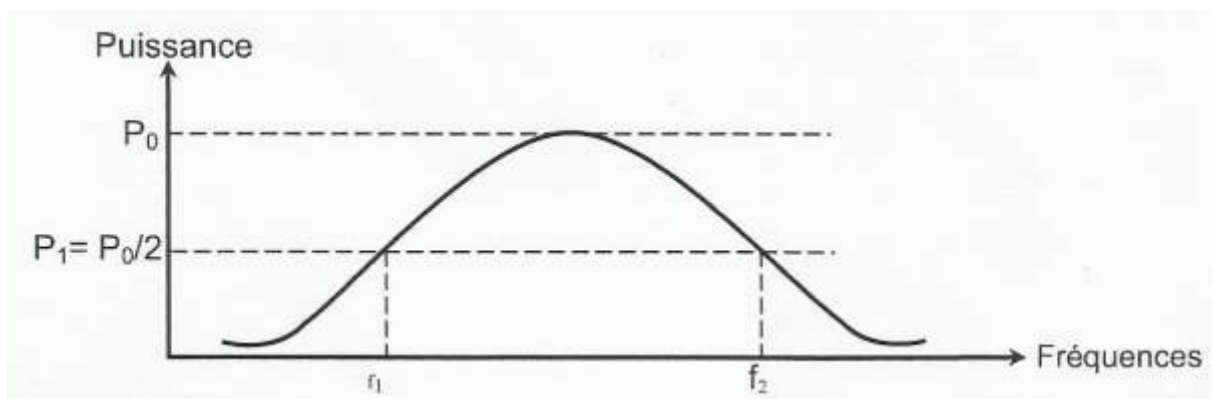


Fig. IV.1 Exemple de caractéristiques de quelques fibres optiques de transmission

L'atténuation caractérise l'affaiblissement du signal au cours de la propagation.

Le principal atout des fibres optiques est une atténuation extrêmement faible. L'atténuation va varier suivant la longueur d'onde. La diffusion Rayleigh limite ainsi les performances dans le domaine des courtes longueurs d'onde (domaine du visible et du proche ultraviolet). Un pic d'absorption, dû à la présence de radicaux -OH dans la silice, pourra également être observé autour de 1 385 nm⁵. Les progrès les plus récents dans les techniques de fabrication permettent de réduire ce pic.

Les fibres en silice connaissent un minimum d'atténuation vers 1 550 nm. Cette longueur d'onde du proche infrarouge sera donc privilégiée pour les communications optiques. De nos jours, la maîtrise des procédés de fabrication permet d'atteindre couramment une atténuation aussi faible que 0,2 dB/km à 1 550 nm : après 100 km de propagation, il restera donc encore 1 % de la puissance initialement injectée dans la fibre, ce qui peut être suffisant pour une détection. Si l'on désire transmettre l'information sur des milliers de kilomètres, il faudra avoir recours à une réamplification périodique du signal, le plus généralement par l'intermédiaire d'amplificateurs optiques qui allient simplicité et fiabilité.

Le signal subira des pertes supplémentaires à chaque connexion entre fibres, que ce soit par des traverses ou bien par soudure, cette dernière technique réduisant très fortement ces pertes.

IV.2.1.2 Dispersion chromatique

La dispersion chromatique est exprimée en ps/(nm.km) et caractérise l'étalement du signal lié à sa largeur spectrale (deux longueurs d'ondes différentes ne se propagent pas exactement à la même vitesse). Cette dispersion dépend de la longueur d'onde considérée et résulte de la somme de deux effets : la dispersion propre au matériau, et la dispersion du guide, liée à la forme du profil d'indice. Il est donc possible de la minimiser en adaptant le profil. Pour une fibre en silice, le minimum de dispersion se situe vers 1 300-1 310 nm.

Le temps de propagation de groupe, c'est – à – dire le temps mis par un signal pour parcourir l'unité de longueur, dépend de la longueur d'onde λ . Dans le cas d'un signal issu d'une source émettant sur une raie de largeur $\delta \lambda$, ces temps de propagation vont s'étaler sur une certaine durée. Le paramètre de dispersion chromatique (D) est défini comme la dérivée du temps de propagation de groupe par rapport à la longueur d'onde, pour une longueur de fibre de 1Km.

1. Effet sur la transmission

La dispersion chromatique d'une fibre optique entraîne donc différents temps de propagation et un élargissement temporel des impulsions émises si celles – ci ne sont pas parfaitement monochromatiques.

Au bout d'une certaine distance, si cet étalement devient relativement important, un recouvrement générateur d'interférences entre symboles est possible.

IV.2.1.3 Non-linéarité

Les systèmes de télécommunications sur fibre sont conçus dans l'hypothèse d'une transmission linéaire et les effets non – linéaires sont alors des effets parasites qui en dégradent les performances quand les puissances véhiculées deviennent élevées. Aujourd'hui, les systèmes de transmission à haut débit et à grande distance utilisent des amplificateurs de puissance à l'émission, ce qui conduit à des puissances injectées dans la fibre très élevées et des effets non – linéaires non négligeables.

L'effet Kerr, en optique géométrique, est une extension des lois de la réfraction de la lumière lors de la propagation de cette lumière dans des milieux d'indice variables. L'indice de réfraction peut alors s'exprimer sous la forme d'une équation non – linéaire, proportionnellement à la puissance optique :

$$n=n_0+n_2 \text{ avec } n_0 \text{ une constante et } n_2 \text{ une fonction quadratique de la puissance}$$

Cet effet prend une importance considérable dans l'industrie des télécommunications.

Une première conséquence de l'effet Kerr se traduit par un phénomène d'auto – modulation de phase. L'impulsion est affectée d'une modulation de phase parasite qui croît avec la distance. La modulation de phase, combinée à la dispersion chromatique, conduit à un élargissement temporel des effets linéaires et non – linéaires qui jouent un rôle essentiel.

Les autres conséquences de l'effet Kerr sont visibles si plusieurs ondes se propagent dans la fibre. Alors, la non – linéarité induit une modulation de phase croisée (cross phase modulation), ainsi que des phénomènes connus sous le nom de mélange à trois ou quatre ondes

sources d'intermodulations entre les différents canaux de transmission utilisant plusieurs longueurs d'onde.

Un canal de transmission est dit non linéaire lorsque sa fonction de transfert dépend du signal d'entrée. L'effet Kerr, la diffusion Raman et l'effet Brillouin sont les principales sources de non linéarité dans les fibres optiques. Parmi les conséquences de ces effets non-linéaires, on peut citer l'auto-modulation de phase, des mélanges à quatre ondes intra- et inter-canaux.

L'effet Raman est le plus connu des effets non – linéaires. Il s'agit d'une interaction photon – phonon, c'est – à – dire d'échange d'énergie entre l'onde optique et les vibrations du matériau.

L'effet Brillouin est de même nature que la diffusion Raman, mais l'interaction se fait avec des phonons acoustiques, c'est – à – dire avec les vibrations d'ensemble du matériau, se propageant à la vitesse des ondes acoustiques.

Ces effets sont sensibles dès que la puissance injectée un certain seuil. Une solution mise en œuvre pour les combattre consiste à moduler en amplitude à très basse fréquence le courant d'injection du laser par un signal sinusoïdal, ce qui provoque une modulation de fréquence du signal optique émis et élargit le spectre jusqu'à quelques GHz.

IV.2.1.4 Dispersion modale de polarisation (PMD)

La dispersion modale de polarisation (PMD) est exprimée en ps/km^{1/2} et caractérise l'étalement du signal. Ce phénomène est dû à des défauts dans la géométrie des fibres optiques qui entraînent une

différence de vitesse de groupe entre les modes se propageant sur différents axes de polarisation de la fibre.

IV.2.1.5 Longueur d'onde de coupure et fréquence normalisée

La longueur d'onde de coupure est la longueur d'onde en dessous de laquelle la fibre n'est plus monomode. Ce paramètre est relié à la fréquence normalisée, notée V , qui dépend de la longueur d'onde dans le vide, du rayon de cœur de la fibre et des indices du cœur et de la gaine. La fréquence normalisée est exprimée par :

$$V = (2\pi a \sqrt{n_1^2 - n_2^2}) / \lambda_0$$

Une fibre est monomode pour une fréquence normalisée V inférieure à 2.405. Des abaques fournissent la constante de propagation normalisée, notée B , en fonction de la fréquence normalisée pour les premiers modes.

La fréquence normalisée donne une indication directe sur le nombre de modes M qu'une fibre multimode peut contenir via l'approximation ci-contre :

$$M = V^2 / 2$$

IV.2.1.6 Type et Caractéristiques de la fibre optique

Les tableaux IV.1, IV.2 et IV.3. représentent respectivement ce qui suit :

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES		Valeurs	Unité
CŒUR ET GAINÉ			
La valeur et l'indice de réfraction à 1310 nm		1,4675	/
La valeur de l'indice de réfraction à 1550 nm		1,4681	/
La valeur de l'ouverture numérique		0,12	/
La valeur de la différence relative d'indice cœur-gaine		0,36	%
Mode de fabrication de la fibre		VAD	/
CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES			
Diamètre typique de cœur		$9,5 \pm 0,5$	μm
Diamètre de gaine		$125 \pm 0,7$	μm
Diamètre de revêtement		$245 \pm 0,5$	μm
Non circularité de la gaine		$\leq 0,7 \%$	%
Non circularité du cœur		$\leq 0,5$	μm
Erreur de concentricité			
Cœur/Gaine		$\leq 0,5$	μm
Gaine/Revêtement		≤ 12	μm
CURL		4,0 mètres	
Diamètre de la couche de protection non colorée		$241 \pm 0,2$	μm
Ondulation de la fibre		$\leq 0,4\%$	%
AFFAIBLISSEMENT LINEIQUE FIBRE CABLEE			
$\mu = 1310 \text{ nm}$		$\leq 0,33$	db /Km
$\mu = 1383 \text{ nm}$		$\leq 0,31$	db /Km
$\mu = 1550 \text{ nm}$		$\leq 0,22$	db /Km
$\mu = 1625 \text{ nm}$		$\leq 0,23$	db /Km
VARIATION MAXIMALE D'AFFAIBLESSEMENT			
$1285 < \lambda < 1310 \text{ nm}$		$\leq 0,03$	db /Km
$1310 < \lambda < 1330 \text{ nm}$		$< 0,03$	db /Km
$1525 < \lambda < 1550 \text{ nm}$		$\leq 0,02$	db /Km
$1550 < \lambda < 1625 \text{ nm}$		$\leq 0,05$	db /Km
Irrégularité de la courbe de rétrodiffusion		$\leq 0,01$	dB
CARACTERISTIQUES DE TRANSMISSION			
Longueur d'onde de coupure en câble λ_{cc}		≤ 1260	nm
Diamètre de mode $\lambda = 1310 \text{ nm}$		$9,2 \pm 0,4$	μm
Diamètre de mode $\lambda = 1550 \text{ nm}$		$10,4 \pm 0,5$	μm
DISPERSION CHROMATIQUE			
Dispersion chromatique à 1550 nm		≤ 17	ps/ (nm.km)
Dispersion chromatique à 1625 nm		≤ 22	ps/ (nm.km)
Dispersion chromatique entre 1285 nm $\leq \lambda \leq 1330 \text{ nm}$		$\leq 3,5$	ps/ (nm.km)
DISPERSION DE MODE DE POLARISATION			
PMD de la fibre en câble		$\leq 0,20$	ps/ $\sqrt{\text{km}}$
PMD Q (liaison concaténée)		$\leq 0,05$	ps/ $\sqrt{\text{km}}$

Tableau IV.2 Essais d'environnement

Variation de température (-60 à 85°C) à 1550 nm	≤ 0,05	dB/ Km
Vieillissement en chaleur humide (85°C pendant 30 jours) à 1550 nm	≤ 0,05	dB/Km
Vieillissement en chaleur sèche (85°C et 85 % BR pendant 30 jours) à 1550 nm	≤ 0,05	dB/Km
ESSAIS MECANIKES		
Sensibilité aux Macro courbures (100 tours sur diamètre de 60 mm)	≤ 0,05	dB/Km
Essai de tension continue pendant 1 S	Allongement > 0,5	%
	0.69	
Essai de résistance à la traction	50	N
Facteur de corrosion sous contrainte dynamique (nd)	> 20	
Essai de dénudabilité	1,3<Fmoy<8,9	N
COEFFICIENT D'ATTENUATION MAX		
à 1310 nm	≤ 0.33	dB/km
à 1383 nm	≤ 0.31	dB/km
à 1550 nm	≤ 0.20	dB/km

Tableau IV.3 Caractéristiques mécaniques et environnementales.

Test	Norme de test	Condition de test	Résultat de test
Traction	CEI 794-1-2-E1	250 daN	Aucune dégradation du facteur de transmission. Aucun dommage physique du câble. $\Delta\alpha \leq 0.01$ dB/km
Ecrasement	CEI 794-1-2-E3	320daN/10cm (pendant 60s)	Aucune dégradation du facteur de transmission optique Aucun dommage physique du câble $\Delta\alpha \leq 0.01$ dB/km
Chocs	CEI 794-1-2-E4	50 N.m (Nbr d'impact : 30)	Aucune dégradation du facteur de transmission optique Aucun dommage physique du câble $\Delta\alpha \leq 0.01$ dB/km
Courbure répétée	CEI 794-1-2-E5	20xØ câble, 50 N (Nbr de cycle 15)	Aucune dégradation du facteur de transmission optique Aucun dommage physique du câble $\Delta\alpha \leq 0.01$ dB/km
Torsion	CEI 794-1-2-E6	± 1800 ,1m, 100N (Nbr de cycle 10)	Aucune dégradation du facteur de transmission optique Aucun dommage physique du câble $\Delta\alpha \leq 0.01$ dB/km
Cycle de température	CEI 794-1-2-F1	-40Co +70Co	Aucune dégradation du facteur de transmission optique Aucun dommage physique du câble $\Delta\alpha \leq 0.01$ dB/km
Pénétration d'eau	CEI 794-1-2-F5 B	Echantillon=3m, eau= 1m, (pendant 24 heures)	Pas d'écoulement d'eau.

IV.2.2 APPLICATIONS

IV.2.2.1 Utilisation pour les Télécommunications

La fibre optique grâce aux performances avantageuses qu'elle permet, est utilisée de plus en plus à l'intérieur des réseaux de télécommunications. Avec le boum d'Internet et des échanges numériques son utilisation se généralise petit à petit jusqu'à venir chez le particulier. Du fait de leur besoin, les opérateurs et les entreprises ont été les premiers acquéreurs de fibres optiques. Elle est particulièrement appréciée chez les militaires pour son insensibilité aux IEM (Interférences électromagnétiques) mais aussi pour sa légèreté.

Il faut cependant distinguer les fibres multimodes et monomodes. Les fibres multimodes sont réservées aux réseaux informatiques à courtes distances (datacenter, entreprises et autres) alors que les fibres monomodes sont installées pour des réseaux à très longues distances. Elles sont notamment utilisées dans les câbles sous-marins qui relient une partie des continents. En arrivant dans les habitations via le réseau FTTH, la fibre optique apporte une révolution dans les télécommunications directement aux particuliers.

À la base une fibre optique est un guide-onde. C'est donc l'onde qui se propage dans la fibre optique qui est modulée pour contenir une information. Le signal lumineux est codé en variation d'intensité. Pour les courtes distances, et une optique à bas-coût, une simple DEL peut jouer le rôle de source émettrice tandis que sur des réseaux hauts débits et à longue distance, c'est un laser qui est de préférence utilisé.

IV.2.2.2 Utilisation dans les réseaux informatiques

Historiquement, les réseaux informatiques locaux ou LAN, qui permettaient de relier des postes informatiques qui jusque là ne pouvaient pas communiquer entre eux, furent construits avec des câbles réseaux à base de fils de cuivre. Le gros inconvénient de ces câbles est qu'ils sont très sensibles aux perturbations électromagnétiques en tout genre (ascenseurs, courants forts, émetteurs, ...). Dans des milieux à forte concentration d'ondes, il devenait donc difficile d'utiliser ce type de câbles même en les protégeant par un blindage. Mais surtout, inconvénient majeur : le signal électrique qu'ils transportent s'atténue très rapidement. Si l'on veut relier deux équipements distants ne serait-ce que de quelques centaines de mètres (pour relier deux bâtiments entre eux par exemple), cela devient compliqué car le signal n'est presque plus perceptible une fois arrivé à l'autre bout du câble.

Sauf cas particuliers liés notamment à des contraintes électromagnétiques spécifiques, les réseaux locaux (quelques dizaines de mètres) sont généralement réalisés sur du cuivre. Lorsque la distance entre deux machines augmente, il devient intéressant d'utiliser une fibre optique. Une fibre optique peut notamment relier deux bâtiments, ou constituer un maillon d'un réseau informatique local, régional, continental, ou intercontinental.

La fibre optique fut très vite introduite dans les réseaux informatiques pour pallier les points faibles des câbles de cuivre. En effet, la lumière qui y circule n'est pas sensible aux perturbations électromagnétiques et elle s'atténue beaucoup moins vite que le signal électrique transporté sur du cuivre. On peut ainsi facilement relier des équipements distants de plusieurs centaines de mètres, voire plusieurs

kilomètres. Elle reste efficace dans des environnements perturbés et ce, à des débits au moins dix fois supérieurs aux simples câbles réseaux⁷, mais pour un prix généralement supérieur.

Dans les réseaux informatiques, --comme avec la paire de cuivre-- les fibres vont souvent par deux : l'interface d'une machine utilise une fibre pour envoyer des données et l'autre fibre pour en recevoir. Toutefois il est possible de réaliser une liaison bidirectionnelle sur une seule fibre optique.

Plusieurs types de fibres optiques sont aujourd'hui utilisés dans les réseaux informatiques :

- monomode ou multimode,
- avec des tailles de cœur et de gaine variables. La plus commune : la 50/125, fibre multimode, a un cœur de 50 microns de diamètre pour une gaine de 125 microns,
- avec des types de connecteurs différents : ST (section ronde à visser), SC (section carrée clipsable), LC (petite section carrée clipsable), ou MTRJ (petite section carrée clipsable).

IV.2.2.3 Amplification optique

Les fibres dopées sont utilisées pour amplifier un signal. On les trouve également dans les lasers à fibres. Les fibres à double-gaine sont de plus en plus utilisées pour le pompage optique de haute puissance.

IV.2.2.4 Capteurs

À la suite de travaux de recherche dans les années 1980, les fibres optiques peuvent être utilisées dans le domaine des capteurs :

- le gyromètre à fibre optique est un instrument utilisé par les navires, les sous-marins, les avions ou les satellites pour donner la vitesse angulaire. Il contient des fibres à maintien de polarisation;
- un réseau de Bragg inscrit dans une fibre optique peut donner des informations de contrainte ou de température.
- Les tapers sont des fibres effilées qui peuvent également servir de capteur.

IV.2.2.5 Domaine de l'éclairage

Dès les années 1970, la fibre optique fut utilisée dans des luminaires décoratifs à variation de couleur. À partir des années 1990, la fibre optique est utilisée pour véhiculer la lumière sur un trajet de quelques dizaines de centimètres depuis une source vers l'objet à mettre en valeur, permettant d'obtenir des éclairages ponctuels et discrets, pouvant être élégamment intégrés à une vitrine de présentation, et offrant l'avantage de rayonner très peu d'infrarouge, limitant ainsi le risque d'élévation de température à l'intérieur de la vitrine, néfaste aux œuvres d'art.

IV.2.2.6 Médecine

Un type d'endoscope, appelé fibroscope, utilise de la fibre optique pour véhiculer l'image de la zone à explorer jusqu'à l'œil du médecin réalisant l'examen exploratoire.

IV.2.2.7 Câblage en Réseaux dans la Construction Neuve

Le pré-câblage en fibre optique est en France obligatoire pour les nouvelles constructions dont le permis de construire est délivré depuis le 1^{er} janvier 2010 pour les bâtiments de plus de 25 logements et depuis le 1^{er} janvier 2011 pour les bâtiments jusqu'à 25 logements (loi du 4.8.08 / CCH : L.111-5-1). Tout bâtiments regroupant plusieurs logements doit contenir un réseau de communications électroniques à très haut débit en fibre optique desservant avec au moins une fibre par logement et avec un point de raccordement accessible depuis la voie publique et permettant le passage des câbles de plusieurs opérateurs. La desserte de chacune des pièces principales doit être possible. De même pour les locaux à usage professionnel dans les bâtiments usage mixte. La réglementation précise le cas des bâtiments qui feront l'objet d'une demande de permis de construire après le 1^{er} avril 2012 ; Dans les communes des *zones à forte densité*, jusqu'à 4 fibres par logement devront permettre à chaque opérateur de disposer d'une fibre pour accéder au logement. Les copropriétés installeront les fibres de lignes à très haut débit dans les parties communes et sur des supports propres (avec éventuellement ceux des câbles téléphoniques).

Le groupe « Objectif Fibre », qui rassemble les différents acteurs industriels impliqués dans le déploiement de la fibre optique en France (opérateurs de communications électroniques, installateurs, centres de formation, équipementiers...) a publié un guide pratique pour la réalisation du câblage intérieur qui sera relié au réseau fibre optique dans les logements neufs.

IV.3 TOPOLOGIE RESEAU DE TRANSPORT DE LA SCPT

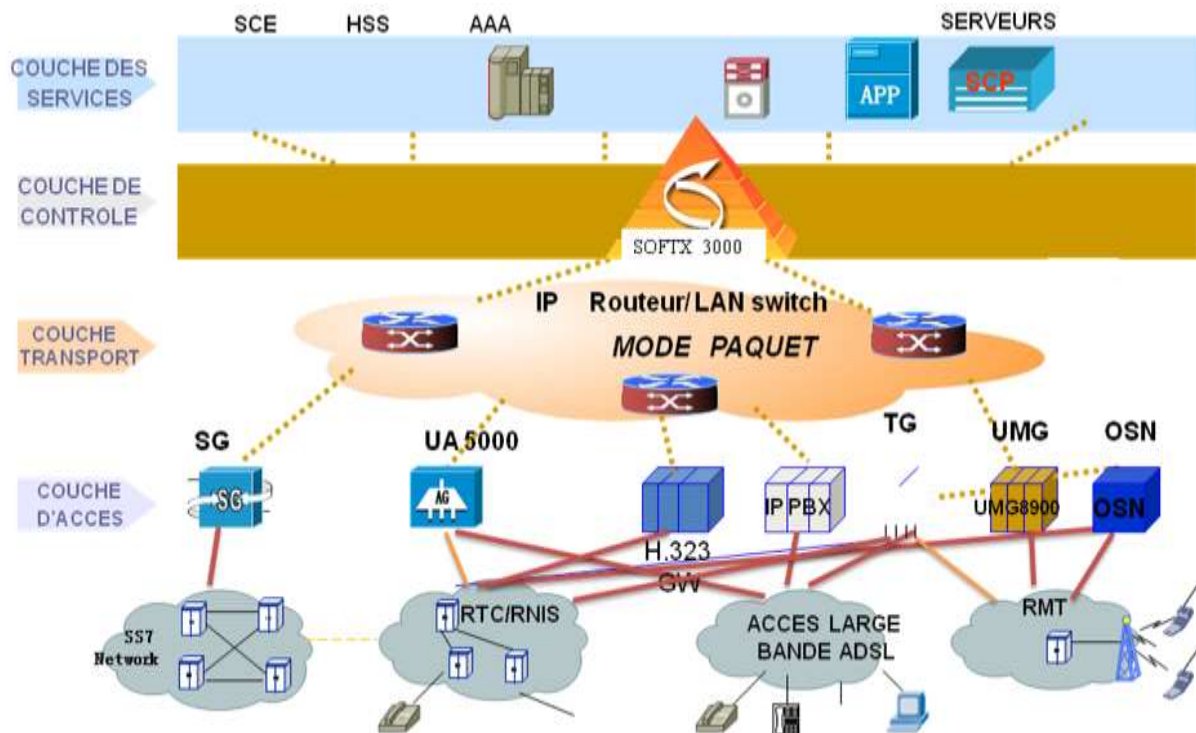


Fig. IV.2 Architecture du réseau SCPT - Kinshasa

IV.3.1. COUCHE D'ACCES EDGE

IV.3.1.1 INTRODUCTION

La couche d'accès remplit les fonctions suivantes :

- Connexion d'abonnés et des terminaux pour le réseau ;
- Conversion du format de l'information avant la transmission.

La couche d'accès est composée de la manière suivante :

- **Dispositif d'accès intégré (IAD)** : un dispositif utilisé pour connecter les abonnés à NGN. Il transmet les données de l'abonné vers les terminaux, les services vocaux et les services vidéo par réseau de paquet. Un IAD peut fournir jusqu'à 48 ports abonnés.
- **Une passerelle d'accès multimédia (AMG)** : également appelée unité d'accès universel (UA). Il fournit un accès d'abonnés analogiques, le

réseau numérique à intégration de services (RNIS), l'accès d'abonnés V5, de lignes d'abonnés numériques, accès (xDSL).

1. UMG8900

La passerelle Universal Media Gateway 8900 (UMG8900) convertit le format du signal, permet l'interconnexion entre les supports et les formats de trafic dans le processus de service.

L'UMG8900 est basé sur le réseau standard d'architecture nouvelle génération (NGN).

IV.3.1.2 : FONCTIONS DE BASE

L'UMG8900 assure les fonctions de base suivantes :

- G.711A/G.711μ/G.723.1/G.726/G.729 codecs vocaux et de conversion decodec
- Suppresseur d'écho (CE),
- Détection d'activité vocale (VAD),
- Génération de bruit de confort (CNG),
- Dissimulation de perte de paquets (PLC),
- Adaptation et transmission de signalisation TDM à IP.

L'UMG8900 est un dispositif essentiel dans la solution NGN flexible qui selon son usage il peut être une passerelle de service ci-après dans la couche d'accès :

- Passerelle de jonctions (Trunk Gateway) (TG)
- passerelle d'Accès (Access Gateway) (AG)
- passerelle de signalisation intégrée (signaling Gateway) (SG)
- passerelle d'interfonctionnement vidéo (Video interworking) (VIG)

TG : Application Le TG, situé au bord de la couche d'accès aux réseaux NGN, se connecte avec le réseau téléphonique public commuté (RTPC), le NGN et les accès aux services RTPC / NGN.

Le TG convertit les formats et les modes de service réseau RTPC en paquets.

SG : la fonction de signalisation intégrée sert à adapter et à transmettre les signaux à bande étroite à la large bande réseau de paquets. Il supporte la norme Signaling Transport (SIGTRAN) protocole.

AG : située en bordure de la couche d'accès aux réseaux NGN, donne accès à divers types de services à mettre en œuvre, par exemple abonnés au service de la voix, (PABX), accès réseau v5, et Interface d'accès multiplexe primaire (PRI) etc.

VIG : située au bord de la couche d'accès aux réseaux NGN, relie des réseaux tels que le système universel de télécommunications mobiles (UMTS) et H.323 de soutien des services de vidéo à la mise en œuvre de l'interopérabilité des services de vidéo entre les différents réseaux.

IV.3.1.3. SG 7000

Cet équipement peut être utilisé pour la grande capacité de transfert de point de signalisation (STP) ou de la passerelle de signalisation indépendante. Lorsqu'il agit en qualité de STP, ce produit met en œuvre toutes les fonctions traditionnelles de la bande étroite STP, c'est la transformation et le transfert des messages de signalisation SS7 dans le circuit traditionnel RTPC.

Lorsqu'il agit en tant que passerelle de signalisation indépendante, SG 7000 se situe dans la couche d'accès aux NGN.

Il utilise le Signaling Transport (SIGTRAN) et Système de signalisation n ° 7 (SS7) de protocoles, aux services à valeur ajoutée et l'optimisation des réseaux.

IV.3.1.4. UA5000 (ACCES UNIVERSEL)

L'UA5000 est un routeur d'interconnexion entre les différents équipements.

Avec une demande croissante de services de télécommunications tels que les voix, données, vidéo et multimédia, le besoin d'un réseau d'accès qui peut fournir de grande capacité, haute vitesse et des services de haute qualité est devenu un impératif.

L' UA5000 prévoit à la fois les services bande étroite et à large bande.

IV.3.1.5. WIRELESS

1. Introduction

Dans le domaine des télécommunications, l'accès multiple par répartition en code (AMRC) ou code Division multiple Access (CDMA), est un système de codage des transmissions, basé sur la technique d'étalement de spectre.

Il permet à plusieurs liaisons numériques d'utiliser simultanément la même fréquence porteuse. Il est appliqué dans les réseaux de téléphonie mobile dans le segment d'accès radio, il est aussi utilisé dans les télécommunications spatiales, militaire essentiellement et dans les systèmes de navigation par satellites comme le General Packet Service (GPS).

Dans le domaine des services mobiles, tous les déploiements CDMA en cours au niveau international utilisent la variante troisième génération (3G) de la norme, connue sous le nom de CDMA2000. Car celle-ci permet aux opérateurs de proposer à leurs abonnés notamment des services d'accès à l'internet à haut débit via la technologie évolution-data optimized (EV-DO).

2. Techniques

Pour la téléphonie mobile, trois techniques sont envisageables pour faire passer plusieurs canaux sur la même fréquence porteuse à savoir :

- Le multiplexage temporel (AMRT) ;
- Le multiplexage de fréquence (AMRF) ;
- Le multiplexage par code (AMRC ou CDMA).

3. Différents Composants

Les différents composants d'un réseau de radiocommunication cellulaire (CDMA) sont les suivants :

- *Des stations mobiles (MS), celles-ci doivent être identifiées et localisées par le système pour pouvoir établir une communication (sortante et entrante).*
- *Un sous système radio (BSS, Base Station Subsystem) comportant un ensemble de bases radios (BTS, Base Transceiver Station ou Interfaces Air qui gèrent le trafic radio avec le CDMA. La zone couverte par une base radio (BTS) constitue une cellule.*
- *Une station de contrôle gère un ensemble de BTS (BSC, Base Station Controller), ressource radio c'est-à-dire le sous fréquence, les handovers (Itinérances, passage à un autre).*

- *Un sous-système (NSS, Network Subsystem) comprenant les commutateurs de cœur de réseau (MSC, Mobile Services Switching Center) associée à une base de données locale (VLR, Victor Location Registrar) et une base de données centrale ou registre des données nominales (HLR, Home Location Register).*
- *Le ANAAA: Access Network Authentication, Authorization, Accounting et HA, Home Agent.*

IV.3.1.6. Transmission

1. Introduction

Le partage du média entre utilisateur se fait par les techniques d'affectation, de multiplexage et d'accès multiple. L'affectation de fréquences par bande et par le média hertzien est la première technique apparue pour empêcher les brouillages mutuels.

A l'intérieure d'une bande de fréquences, le multiplexage fréquentiel est la division d'un média de transmission en plusieurs canaux, chacun étant affecté à une liaison.

Cette affectation peut être fixe, par exemple en radio diffusion FM, une station émet à 96,1MHZ, une autre à 94,5MHZ. L'affectation des fréquences peut être dynamique comme en FDMA (Accès Multiple par Division en Fréquence), utilisée par exemple lors de transmission par satellite, chaque utilisateur du canal y reçoit dans ce cas une autorisation temporaire pour une des fréquences disponibles.

En communications numériques, le multiplexage peut également être temporel ou par codage :

- ✓ Les techniques d'étalement de spectre comme le CDMA utilisé notamment en téléphonie mobile. Chaque liaison y est modulée par un code unique d'étalement, pour lequel les autres utilisateurs apparaissent comme du bruit après démodulation ;
- ✓ Le codage par paquets TDMA est la clé du système ATM de communication internationale et de tout le réseau internet. Chaque utilisateur y transmet des paquets numériques munis d'adresses, qui se succèdent dans le canal.

2. Types d'Equipements

La transmission utilise plusieurs types d'équipements tels que : OSN, RTN, pour transmettre la voix et les données sur la même plate-forme avec un rendement élevé. Il intègre les technologies suivantes : SDH, PDH, ATM, SAN, WDM, DDN, ASON et FIBRE OPTIQUE.

3. Fonctionnement

Le fonctionnement de ces techniques d'accès multiple nécessite des protocoles pour les demandes d'affectation, les adresses, dont les plus connus sont les TCP/IP d'internet.

IV.3.2. COUCHE DE TRANSPORT (Core switching)

IV.3.2.1 INTRODUCTION

Le changement de couche de base est composé d'appareils, tels que des routeurs et des commutateurs couche-3 qui sont situés dans le réseau de base et dans les MAN. Il adopte les technologies de commutation par paquets et les abonnés ont une offre commune et intégrée de la plate-forme de transport de données, qui assure:

- Haute fiabilité ;

- Haute capacité ;
- L'assurance de la qualité de service.

IV.3.2.2. ROUTEURS

Le routeur est un élément d'interconnexion de niveau 3 qui achemine les données vers un destinataire connu par son adresse de niveau 3. Il offre plus de possibilités que les ponts puisqu'il peut mettre en œuvre les mécanismes du niveau 3 (segmentation, réassemblage et contrôle de gestion).

Le routeur permet le délayage de paquets entre deux réseaux d'espace d'adressage homogène (IP/IP, ISO/ISO...) lorsque l'espace d'adressage n'est pas homogène, par exemple interconnexion de réseau IP via un réseau X25, il est nécessaire de mettre en œuvre un mécanisme de conversion d'adresses (IP/ISO) non défini au niveau 3 de l'ISO.

Chaque constructeur apporte sa solution. L'organe d'interconnexion n'est plus strictement un routeur, c'est une passerelle inter réseau.

Le langage courant continue de designer comme routeur.

1. Technologies de Routeur

Les routeurs orientent les paquets selon des informations contenues dans des tables de routage. Ils utilisent essentiellement deux modes de routages :

- Le routage statique ou fixe : dans ce type de routage, les tables de routages sont introduites par l'administrateur de réseau à l'initialisation du réseau.

- Le routage par le chemin le plus court : dans ce type de routage, les tables de routages indiquent pour chaque destination le coût le moins élevé. Périodiquement, des échanges d'informations entre les routeurs permettent de maintenir ces tables à jour.

Un protocole de routage rencontre essentiellement trois problèmes à savoir :

- Il découvre les autres routeurs du réseau ;
- Il conduit les tables de routage ;
- Il maintient les tables de routage à jour.

IV.3.2.3. LAN SWITCH

1. Introduction

Le défaut des Hubs est que toutes les données transitent vers tous les PC. En recevant une information, un switch décode l'entête pour connaître le destinataire et ne l'envoie que vers celui-ci dans le cas d'une liaison PC vers PC. Ceci réduit le trafic sur le câblage réseau. A la différence, les informations circulent sur tout le câblage avec les hubs et vers toutes les stations connectées. Ils travaillent donc sur le niveau 1, 2 et 3 du modèle OSI, pour seulement les couches 1 et 2 dans le cas du HUB'S. Le niveau 3 du modèle OSI détermine les routes de transport. Les Switchs remplacent de plus en plus les HUB'S. Les prix deviennent pratiquement équivalents.

La majorité des switchs peuvent utiliser le mode Full duplex. La communication est alors bidirectionnelle, doublant le taux de transfert maximum. Cette fonction n'est jamais implantée dans les HUBs.

Le Switch vérifie automatiquement si le périphérique Connecté est compatible full ou half duplex. Cette fonction est souvent reprise sous la dénomination "Auto Négociation".

2. Fonctionnement d'un Lan switch.

Au démarrage, un switch va construire une table de correspondance adresse MAC - numéro de port de connexion. Cette table est une mémoire interne du switch. Par exemple pour un D-Link DSS-16+ (16 ports), elle est de 8000 entrées (stations). Par contre, Pour un modèle de gamme inférieure (D-Link DES -1024D de 24 ports) elle est également de 8000 entrées, pour la majorité des Switchs 5 ports, elle varie de 512 à 1000 entrées. Ceci ne pose pas de problèmes pour un petit réseau mais bien pour de gros réseaux. De toute façon, le nombre de PC maximum connectés est limité par la classe d'adresse IP utilisée. Lorsqu'une nouvelle carte va se connecter sur un de ses ports, il va adapter sa table. Les performances du switch sont donc tributaires de l'importance de cette table.

3. Types de Lan switch

La technologie d'un switch est étroitement liée au type de données à la topologie du réseau et aux performances désirées. Le premier procédé de fonctionnement et le plus courant, appelé Store and Forward, stocke toutes les trames avant de les envoyer sur le port adéquat. Avant de stocker l'information, le switch exécute diverses opérations, allant de la détection d'erreur (RUNT) ou construction de la table d'adresses jusqu'aux fonctions applicables au niveau 3 du modèle OSI, tel que le filtrage au sein d'un protocole. Ce mode convient bien au mode client/serveur car il ne propage pas d'erreur et accepte le mélange de divers médias de liaison. Ceci explique qu'on les utilise dans les environnements mixtes cuivre / fibre ou encore dans le mélange de débits.

La capacité de la mémoire tampon varie de 256 KB à plus de 8 MB pour les plus gros modèles. Les petits switch de ce type partagent souvent la capacité de mémoire par groupes de ports (par exemple 8 ports). Par contre, les modèles de haute gamme utilisent une mémoire dédiée par port d'entrée.

Le temps d'attente entre la réception et l'envoi d'un message dépend de la taille des données. Ceci ralentit le transfert des gros fichiers.

Le mode Cut Through analyse uniquement l'adresse Mac de destination (placée en en-tête de chaque trame, codée sur 48 bits et spécifique à chaque carte réseau) puis redirige le flot de données sans aucune vérification.

Le mode Cut through Runt Free est dérivé du Cut Through.

Le mode Early Cut Through (également appelé Fragment Free chez CISCO) est également dérivé du Cut Through.

Le mode Adaptive Cut Through se distingue surtout au niveau de la correction des erreurs.

4. HUB

Les Hubs sont utilisés en Ethernet base 10 et base 100. L'Hub est le concentrateur le plus simple. Ce n'est pratiquement qu'un répéteur (c'est son nom en Français). Il amplifie le signal pour pouvoir le renvoyer vers tous PC connectés.

Toutes les informations arrivant sur l'appareil sont donc renvoyées sur toutes les lignes. Dans le cas de réseaux locaux importants par le nombre de PC connectés ou par l'importance du flux d'informations transférées, on ne peut utiliser des HUB. En effet, dès qu'un PC dit quelque chose, tout le monde l'entend et quand chacun commence à transmettre, les vitesses diminuent directement.

Les HUBs sont caractérisés par un nombre de connexion: 4, 5, 8, 10, 16, 24, ... suivant la version et le modèle, ils intègrent quelques particularités de connexion spécifiques à l'appareil. Hubs base 10 : nombre de connexion suivant le modèle, port inverseur (celui-ci permet de connecter deux Hubs entre eux, évitant l'utilisation d'un câble RJ45 croisé), une connexion coaxial. Par connexion, on retrouve une LED signalant la connexion à une carte et une LED de collision par canal ou pour l'ensemble. Cette dernière signale l'état de l'ensemble des connexions.

Hubs base 100 : nombre de connexion suivant le modèle, port inverseur (celui-ci permet de connecter deux Hubs entre eux), jamais de connexion coaxial.

Par connexion, on retrouve une LED signalant la connexion à une carte et une LED de collision par canal ou pour l'ensemble. Cette dernière signale l'état de l'ensemble des connexions. De plus, pour les versions 10/100, on retrouve deux LED pour chaque canal (base 10 et base 100).

Une dernière remarque, selon la norme, le nombre maximum de HUB en cascade (raccordés port à port, par de types empilables) est limité à 4 entre 2 stations pour le 10 base T et à 2 pour le 100 base T. Ceci est lié au temps de propagation maximum d'un signal Ethernet avant sa disparition et au temps de détection des collisions sur le câble.

Il se pourrait que la collision ne soit pas détectée à temps et que la deuxième station émettrice envoie le message en pensant que la voie est libre.

Ceci n'existe pas pour le switch "store and forward" qui enregistrent les trames avant de les envoyer et segmentent le réseau suivant les connexions, évitant ces collisions.

IV.3.2.4. FIREWALL OU PARE-FEU

Un mur pare-feu (traduction française de Firewall) est un système ou un logiciel qui va analyser et contrôler le trafic entre votre système, Internet et d'autres systèmes dans tous les sens possibles dans le but de sécuriser votre ordinateur / réseau au maximum. ».

« Un firewall est un système ou un groupe de systèmes qui applique une politique de sécurité entre plusieurs réseaux / machines » 1 .comme présenter à la figure IV.3.



Fig. IV.3 : Firewall ou pare feu.

Le fonctionnement de pare-feu n'est pas très complexe à quelques bases en protocoles et réseaux.

Les réseaux et les DMZ : ces petits réseaux dans le réseau de l'organisation abritent les machines qui sont directement accessibles par Internet. Ces machines peuvent être des serveurs HTTP / HTTPS, des serveurs FTP, des systèmes de mails, des firewalls, des serveurs plus spécifiques à l'activité de l'entreprise...

Un firewall va capturer des paquets réseaux transitant entre Internet et le réseau interne de l'entreprise. A l'aide de quelques informations que l'administrateur configure lors de l'installation du firewall, ce dernier va être capable de réaliser des actions en fonction du paquet qu'il reçoit. Si, par exemple, il reçoit un paquet provenant d'une adresse Internet que l'administrateur a autorisé, le paquet pourra continuer son chemin dans le réseau de l'entreprise.

Si l'administrateur a donné comme ordre au firewall de bloquer l'accès à des sites pornographiques ou de jeux en ligne, ce dernier ne laissera pas passer les paquets qui vont à l'encontre de la règle établie.

La figure IV.4. Nous donne un exemple d'un firewall monté dans un LAN pour exécuter tous les ordres donnés par son administrateur.

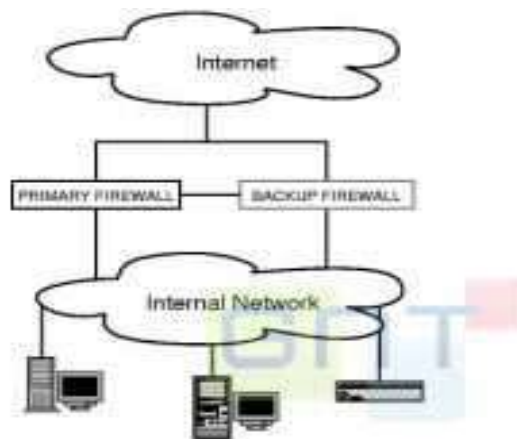


Fig. IV.4 : Firewall dans un LAN

Ces ordres que l'administrateur a donné au firewall sont ce que l'on appelle des règles ou principes généralement, dans le jargon des hackers et consultants, des ACL pour Access Control List, où des listes de contrôle d'accès.

Ils peuvent être définis de diverses manières : En créant des scripts de configuration comme sous Linux avec IP TABLE ou comme avec certains

routeurs firewall CISCO. Ils peuvent aussi être créés à l'aide d'une interface graphique qui va permettre à l'utilisateur de cocher des cases, de sélectionner tout un ensemble d'éléments.

Tous les firewalls, dignes de ce nom, assurent au moins les 3 fonctions suivantes :

- Filtrage par paquet ;
- NAT (Network Address Translation : traducteur d'adresse réseau ou méthode de traduction d'adresse IP) ;
- Proxy (Serveur Mandataire : est un serveur informatique qui a pour fonction de relayer de requêtes entre un poste client et un serveur).

IV.3.3. COUCHE DE CONTROLE DU RESEAU (NETWORK CONTROL)

IV.3.3.1. INTRODUCTION

La couche de contrôle de réseau adopte le logiciel de commutation pour faire :

- ❖ De contrôle de connexion en temps réel des appels primaires.

Le Softswitch est au cœur du dispositif en NGN. Il fournit les fonctions suivantes:

- contrôle d'appels ;
- contrôle d'accès passerelle de média ;
- L'allocation des ressources et protocole de traitement :

Routage, l'authentification, taxation et programmation d'Interfaces d'applications (API). Le Softswitch gère également des abonnés des services voix et des services multimédias.

IV.3.3.2. SOFTSWITCH (SOFTX3000)

Le SoftX3000 est un Softswitch de haute capacité et performance. Il s'agit d'un type de matériel de télécommunications, qui est utilisé dans la salle d'équipement central et n'a pas de câble d'interface d'abonné.

Il s'applique à la couche de contrôle du réseau NGN et effectue le contrôle d'appel et la gestion de la connexion de la voix, de données et de services multimédia basés sur le réseau IP.

Le SoftX3000 offre d'abondants services et plusieurs modèles de mise en réseau. Dans le processus de développement et intégration de la tradition à un RTPC NGN, le SoftX3000 peut être utilisé à la fin de bureau (bureau Classe 5), tandem bureau (bureau Classe 4), sans bureau, à la porte de bureau, et le SSP.

Lorsqu'il est utilisé comme la fin de bureau (bureau C5): Le SoftX3000 RTPC peut hériter de tous les services et le soutien de différents types de protocoles et de signalisations tels que :

Le téléphone POTS, RNIS, téléphone paquet MGCP, H.248 téléphone paquet, paquet de téléphone SIP et H.323 sachet de téléphone peut être connecté au réseau lorsque le réseau contient les SoftX3000, IAD, UA, et UMG. Le SoftX3000 fournit un certain nombre de services, comme la voix, les données et les services multimédias. Lorsqu'il est utilisé comme Tandem Office (Office C4) ou le numéro sans frais Bureau:

Le SoftX3000 soutient le traditionnel RTPC signalisations, tels que:

- La Signalisation no 7 (SS7) ;
- Le Système de signalisation n°5(SS5) ;

- La Signalisation R2 ;
- La Signalisation DSS1 ;
- La Signalisation V5.

Lorsque vous travaillez avec le SG, TMG, UMG et autres passerelles, le SoftX3000 peut fournir l'accès en tant que commutateur RTPC.

Le SoftX3000 soutient les listes blanches et noires, d'authentification d'appel, interception d'appel, le projet de loi de stockage de masse, et d'autres fonctions.

Il peut aussi servir de passerelle de bureau.

Le SoftX3000 travaille avec l'Intelligent Network Application Protocol (INAP) et de Transfert des Messages Partie étendu (MTP), et peut agir comme un SSP dans le système traditionnel ou dans le réseau intelligent.

Le SoftX3000 supports H.323 et peut servir de garde-barrière (GK) ou de la passerelle dans la voix sur IP (VoIP) network.

Le SoftX3000 supporte SIP et peut servir comme un serveur SIP.

Le SoftX3000 supports d'enregistrement, admission et statut (RAS), Q.931 et H.245, peut fonctionner comme une passerelle vidéo interworking (VIG) avec l'Huawei UMG8900.

1. Caracteristiques

Les différentes capacités de Services à fournir sont telles que :

- *Le SoftX3000 hérite de tous les RTPC traditionnels et dans les services, et fournit également des services à valeur ajoutée dans le NGN puissant et flexible pour la mise en réseau.*
- *Le SoftX3000 prévoit le protocole ouvert et interfaces standards à grande capacité et à haute intégration.*
- *Le SoftX3000 a une structure modulaire de matériel, une forte capacité de traitement, et une grande capacité sur le niveau de classe transporteur.*

a. Haute Fiabilité

Le matériel, les logiciels, la surcharge du système de contrôle et le système de tarification ont été conçus pour assurer un haut niveau de fiabilité.

b. Haute Sécurité

La sécurité de la SoftX3000 est conçue pour prévenir les attaques malveillantes, les enregistrements illégaux, des appels anonymes, les écoutes téléphoniques, et vol de compte pour assurer la sécurité du réseau et de tous les abonnés valides.

c. Extension

Le SoftX3000 est conçu avec un bon développement en fonction de la conception de matériel et de systèmes de traitement, qui peut répondre aux besoins réels des clients.

d. Optimisation des Capacités de Taxation

Le SoftX3000 a amélioré les règles de tarification. Il peut taxer la voix, les données, multimédia et autres services par les modes de tarification de chaque type. Le SoftX3000 fournit une excellente mesure de la performance (PM) des fonctions, et diverses entités mesurent des tâches personnalisées.

Le SoftX3000 utilise des listes et des graphiques afin d'afficher les données de performance en temps réel, qui reflète l'état de charge de trafic, et l'opération.

IV.3.4. COUCHE D'APPLICATION (GESTION DES SERVICES)

IV.3.4.1. INTRODUCTION

Le service de gestion de couche fournit des services à valeur ajoutée et l'appui opérationnel. Les composants de la couche de gestion des services sont les suivants:

- Le fonctionnement du système intégré de soutien (iOSS) qui comprend un système de tarification et un système de gestion du réseau et effectue la gestion centralisée sur les réseaux NGN.
- La politique du serveur gère les abonnés politiques, telles que:
 - a. Liste de contrôle d'accès (ACL)
 - b. Bande passante
 - c. Trafic
 - d. Qos (qualité de services)

IV.3.4.2. LE SERVEUR D'APPLICATION:

Il produit et gère la logique de services à valeur ajoutée et de réseau intelligent (IN) de services, offrant une plate-forme pour un tiers à développer des services par le biais de l'ouverture des API. Le serveur d'application est le résultat de la séparation des services de contrôle d'appel. Il aide à développer des services. La location de serveur gère les liaisons entre les softswitchs. Elle indique la couverture de destination d'appel et assure l'efficacité de l'acheminement des appels. L'emplacement du serveur empêche la table de routage d'être surdimensionnée, et simplifie également le routage.

Le serveur de ressource pour les médias (MRS) est le processus de flux de médias dans la base et l'amélioration des services. Il fournit des fonctions de:

- Service de jeu;
- Service de Conférence ;
- De réponse vocale interactive (IVR) ;
- Annonce Enregistrée ;
- Service avancé.

Le point de contrôle de service (SCP) est la composante de base dans le traditionnel, ce qui est utilisé pour stocker des données d'abonnés et le service logique. Le SCP a lancé un service basé sur la logique de l'appel des événements rapportés par le point de service (SSP).

Il a ensuite, les requêtes de la base de données des services et de l'abonné de base de données en utilisant le service à commande logique bon appel et envoie des instructions de contrôle de la SSP sur la prochaine action. Cela permet de réaliser des appels intelligents, qui sont les fonctions principales de la SCPT.

IV.4 CONCLUSION

Dans ce chapitre, nous venons de faire une étude caractéristiques et applications de la fibre optique dans un réseau des télécommunications, cas de la SCTP.

CONCLUSION GENERALE

Ce présent travail de projet de fin d'études qui a pour objet de faire une Etude des Caractéristiques et des Applications de la Fibre Optique dans un Réseau de Télécommunications, cas de la SCPT. En effet, il s'agit de mener une étude qui permettrait de présenter les différentes caractéristiques et applications de la fibre optique. Pour ce faire, nous avons procédé en quatre étapes :

- Etudier les principales caractéristiques et donner le fonctionnement d'une liaison de transmission de données;
- Etudier une description du réseau de télécommunication par fibre optique;
- faire un aperçu sur l'entreprise SCPT, c'est-à-dire son historique, son architecture définissant les différentes composantes en vue de se rendre compte de la nécessité de sa modernisation;
- faire une étude caractéristique de la fibre optique dans un réseau des télécommunications, cas de la SCPT.

Ce travail nous a permis en plus d'approfondir nos connaissances sur les réseaux de télécommunications utilisant la fibre optique comme support de transmission. Durant l'élaboration de ce travail, nous avons bénéficié d'une assistance des experts de la SCTP et aînés évoluant dans les domaines de la télécommunication.

À cause du temps limité et vu que c'est un travail humain, notre étude présente quelques insuffisances que peuvent être comblées. Il reste plusieurs fonctionnalités que nous n'avons pas encore étudiées. En effet, notre travail n'a fait qu'une étude caractéristique et ses applications de la fibre optique et nous nous sommes basés juste sur quelques points.

BIBLIOGRAPHIE

1. MUSULU MIA LANDENO ; « Cours d'exploitation des réseaux des télécommunications » ; 2^eGenie télécommunication, ISTA/ NDOLO ; Kinshasa 2009-2010.
2. MBAKI MASWANGA ; « Cours de la téléphonie générale » ; G3 Communication ; Tome 1 ; ISTA / Ndolo ;2009-2010.
3. www. Hyceefourcode.fr.fm ; « Approche concrète du TELEPHONE FIXE-RTC »
4. Lescop Yve ; « TELEPHONE FIXE- RTC » ; 2002 ; pp . 8-25
5. « Cours 16 Les réseaux de mobiles » ; pp. 271-390.
6. Jean Marie LANDA ; « Dossier Les Supports filaires de transmission » ; juin 2006 ;pp.1-10 .
7. MEWA ; « Cours le Réseau Câble » ; ISTA / NDOLO ; 2^e Génie Télécommunication ; Kinshasa 2009-2010.
8. CNA M ; « Cours B11-transmission de télécommunications -partie 2 chapitre 5 » ; pp. 3-30 .
9. G. Borué ; « télécommunication et infrastructures » (liaisons hertziennes , Spatiales et optiques) ; Paris 1997 ;Ellipses ;pp.943-955.
10. René Besson ; « Réception TV numérique et analogique » ;Dunord ,Paris 2002 , pp.3-32.
11. JEAN ilerben ; « la télévision en couleur PAL et SECAM » ;tom 3 ; technique d'aujourd'hui ;Dunod ;Paris 1998 ;p.235.
12. <http://fr.wikipedia.org/wiki/fibreoptique>. Encyclopédie libre
13. (En) Jeff. Hecht ; « City of light, The story of fiber optics » ; Oxford University Press ; New-york;1999;pp.7-8.
14. ERMAN Marko ; « Tendance et évolution des réseaux et technologies optique » ; Revue de télécommunications d'Alcatel ; 3^e trimestre 2001 ;pp.173-176.
15. France TELECOM ; « Les communications optiques du futur » Memento technique n 19 ; juin 2002 ; pp.7-27
16. Piere le Coly ; « Technologie de Télécom » , 2^e édition revue et augmentée ; Hermès science publication ; Paris 1999 ; pp.32-37
17. CASSENE ; « Une introduction aux télécommucation optique par la simulation du système simple » ;J3eA journal sur l'enseignement des sciences et technologies de l'information et de systems ; EDP Sciences ; 2002 ,vol . 3.
18. BRUYERE FRANK ; « Impact of and second – org PMD in optical digital transmission systems » ; optical fiber technology 1996; vol 2 ; pp.262-280.
19. LORENZ Pascal ; « Télécommunications : architectures des réseaux et télécommunications » ; chap 1 : support et modèle communication ; Ellipses ; Paris 2001 ; p. 189.
20. Piere le Coy ; « Télécommunications sur fibre optique » ; Hermès Lavoisier ; Paris 2007 ; pp. 2-6.
21. Htt : [//www.gtr.iutv.univ.fr / cours /math/telecoms2 / doc/ TEL –opt-ch5-laser](http://www.gtr.iutv.univ.fr/cours/math/telecoms2/doc/TEL-opt-ch5-laser) ; « Télécommucations optique », chap 5

TABLE DES MATIERES

EPIGRAPHE.....	i
DEDICACE.....	ii
REMERCIEMENTS	iii
LISTE DES ABREVIATIONS.....	iv
LISTES DE FIGURES	ix
LISTE DE TABLEAU.....	xi
INTRODUCTION GENERALE	1
Chapitre I : GENERALITES SUR LA TRANSMISSION DES DONNEES	5
I.1 INTRODUCTION	5
I.2 STRUCTURE D'UNE LIAISON DE TRANSMISSION	5
I.3 ELEMENTS CONSTITUTIFS D'UNE LIAISON DE TRANSMISSION DE DONNEES.....	5
I.4 MODES DE TRANSMISSION	6
I.4.1 Transmission analogique.....	6
I.4.2 Transmission numérique.....	7
I.4.3 Transmission parallèle.....	7
I.4.4 Transmission série	8
I.4.5 Transmission parallèle – série	8
I.4.6 Transmission série – parallèle	9
I.4.7 Transmission Asynchrone.....	9
I.4.8 Transmission synchrone	10
I.5 MODE D'EXPLOITATION	11
I.5.1 Mode Simplex.....	11
I.5.2 Mode duplex (Full Duplex)	12
I.5.3 Mode Half – Duplex.....	12
I.6 CODAGE	13
I.6.1 Codes à longueur fixe	13
I.6.2 Code à longueur variable.....	20
I.6.2.1 Le code Huffman	20
I.7 CONCLUSION	23
Chapitre II. DESCRIPTION D'UN RESEAU DE TELECOMMUNICATION PAR FIBRE OPTIQUE.....	24

II. 1 INTRODUCTION	24
II.2 LIGNE DE TRANSMISSION A FIBRE OPTIQUE	24
II.2.1 Principe et Fonctionnement	24
II.2.2 Principe de Différents types de Fibre Optique	25
II.3. CATEGORIES DE FIBRE OPTIQUE	26
II.3.1. Les Fibres Multimodes.....	26
II.3.2. Les Fibres Monomodes	27
II.3.3. Longueur d'onde de Coupure et Fréquence Normalisée	27
II.3.4. Fibre Spéciales	28
II.4. SYSTEME DE TRANSMISSION.....	28
II.5.TECHNIQUE DE TRANSMISSION	30
II.5.1. Multiplexage Temporel	31
II.5.2. Multiplage en Longueur d'Onde (WDM).....	34
II.5.4. L'ACCES MULTIPLE A REPARTITION DE CODES (AMRC OU CDMA, code Division Multiple Access)	36
II.6. LES METHODES D'INSCRIPTION ET DE DETECTION DE DONNEES	37
II.6.1. TECHNIQUES DE MODULATION	37
II.6.2. LA MODULATION EXTERNE	38
II.6.3. LA DETECTION	39
II.6.4. LA RECEPTION HETERODYNE.....	40
II.6.5 LA RECEPTION HOMODYNE.....	40
II.6.6. COMPARAISON ENTRE LA DETECTION DIRECTE ET LA RECEPTION HETERODYNE.....	40
II.6.7 LE PREAMPLIFICATEUR	41
II.7 Inconvénients et Avantages	43
II.7.1 Les Inconvénients	43
II.7.2 Les Avantages	43
II.8 CONCLUSION	44
Chapitre III. BREF APERÇU DE L'ENTREPRISE SCPT	45
III.1 INTRODUCTION	45
III.2 BREF HISTORIQUE DE LA SCPT.....	45
III.3 OBJET SOCIAL DE LA SCPT	45
III.4 ORGANISATION ET FONCTIONNEMENT	46
III.5 ROLE DE LA SCPT	46

III.6 ORGANIGRAMME DE LA SCPT	48
III.7. L'ARCHITECTURE DU RESEAU TELEPHONIQUE DE LA SCPT KINSHASA	49
III.8. COMMUTATEUR	50
III.8.1 RESEAU DE COMMUTATION.....	50
III.9. TRANSMISSION	51
III.9.1. FAISCEAUX DE JONCTIONS	51
III.9.2. MATERIELS.....	52
III.9.3. LIAISONS	52
III.9.4. CONFIGURATION DU RESEAU DE TRANSMISSION DE LA VILLE DE KINSHASA	53
III.10. RESEAU CABLE	54
III.10.1. DEFINITION	54
III.10.2. CAPACITE	54
III.10.3. RESEAU DE DISTRIBUTION DE LA SCPT.....	55
III.10.4 ORGANISATION GEOGRAPHIQUE DU RESEAU TELEPHONIQUE DE LA SCPT VILLE PROVINCE DE KINSHASA.	56
III.11 SIGNALISATION	58
III.11.1 DEFINITION	58
III.11.2 ROLE DE LA SIGNALISATION	58
III.12 NUMEROTAGE	59
III.12.1 DEFINITION	59
III.12.2. NUMEROTAGE FERME.....	59
III.13. CONCLUSION	59
Chapitre IV. CARACTERISTIQUES ET APPLICATIONS DE LA FIBRE OPTIQUE DANS UN RESEAU DE TELECOMMUNICATION, CAS DE LA SCPT KINSHASA RDC	60
IV.1 INTRODUCTION	60
IV.2 ANALYSE PROPREMENT DITE DES CARACTERISTIQUES ET APPLICATION DE LA FIBRE DANS UN RESEAU DE TELECOMMUNICATION	60
IV.2.1 Caractéristiques de la Fibre Optique.....	60
IV.2.2 APPLICATIONS	69
IV.3 TOPOLOGIE RESEAU DE TRANSPORT DE LA SCPT	74
IV.3.1. COUCHE D'ACCES EDGE	74
IV.3.2. COUCHE DE TRANSPORT (Core switching)	80
IV.3.3. COUCHE DE CONTROLE DU RESEAU (NETWORK CONTROL).....	88
IV.3.4. COUCHE D'APPLICATION (GESTION DES SERVICES)	92

IV.4 CONCLUSION	93
CONCLUSION GENERALE	94
BIBLIOGRAPHIE	95
TABLE DES MATIERES	96