
Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen
Faculté des sciences de l'ingénieur

Département d'électronique

سجل تحت رقم... 4465
بتاريخ 13/02/13
الرقم 40... م.ع.ف.ل.ن.
104

جامعة أبي بكر بلقايد - تلمسان
كلية التكنولوجيا
المكتبة

*Thèse pour l'obtention du diplôme de Magister
en Electronique*

Présentée par :

Abdelhafid Abdelmalek

Thème :

***Etude et Réalisation
d'un Duplex Télémédical***

Soutenue en Octobre 2002 devant le jury :

<i>Président :</i>	<i>Mr B. Benyoucef</i>	<i>Professeur</i>
<i>Examineurs :</i>	<i>Mr M. Feham</i>	<i>Maître de conférence</i>
	<i>Mr N. Benahmed</i>	<i>Docteur d'état</i>
	<i>Mr C. Kara-Terki</i>	<i>Chargé de cours</i>
<i>Directeur :</i>	<i>Mr M. Benabdellah</i>	<i>Maître de conférence</i>

- 4.1.2 modems
- 4.1.3 norme V.34
- 4.1.4 norme V.90
- 4.1.5 transport du multimédia via RTC
- 4.2 Le réseau RNIS
 - 4.2.1 codage de ligne
 - 4.2.2 modulation numérique RNIS
 - 4.2.3 transport de données multimédia via RNIS
 - 4.2.4 RNIS en Algérie
- 4.3 Solution ADSL
- 4.4 Réseau satellitaire

Chapitre V : PROTOCOLES DE COMMUNICATIONS

- 5.1 Modele OSI (Open System Interconnection)
- 5.2 Protocoles
- 5.3 Protocoles couche liaison
 - 5.3.1 protocole HDLC (LAP-B)
 - 5.3.2 protocole PPP
- 5.4 Protocole couche réseau (protocole IP)
- 5.5 Protocole couche transport
 - 5.5.1 protocole TCP
 - 5.5.2 protocole UDP
- 5.6 Télémédecine sur Internet

Chapitre VI : PRESENTATION DE L'APPLICATION MLAN

- 6.1 Principe de fonctionnement
- 6.2 Organigramme
- 6.3 Principe d'exploitation de l'application MLAN
- 6.4 Perspectives

CONCLUSION

BIBLIOGRAPHIE

INTRODUCTION

INTRODUCTION

C'est à la fin des années quatre-vingts qu'est née l'idée des experts de coordonner une recherche télématique visant à stimuler le développement d'applications exploitant les possibilités des transmissions très rapides des différents types d'informations à caractère multimédia (vocales, écrites ou visuelles) offertes par les nouvelles technologies des télécommunications numériques à larges bandes.

Plusieurs secteurs clés de l'économie ont fait l'objet d'actions exploratoires, ce fut le cas de la santé, qui confrontée à la complexité et au coût croissant du diagnostic et du traitement médical, au vieillissement de la population, à l'apparition de nouvelles pathologies et au nombreux problèmes de risque et de difficulté de déplacement des patients, nécessite un échange et une exploitation rapides des données médicales multimédia.

Dans cette perspective, l'apport de la télémedecine réside essentiellement dans l'accélération de la transmission des données médicales relatives à un patient vers un centre d'expertise, et l'obtention de la réponse à la question médicale posée dans des délais compatibles avec la prise en charge thérapeutique en urgence, ce qui ne peut qu'améliorer la qualité des soins lorsque la compétence médicale de l'équipe locale est insuffisante à une prise en charge diagnostique de qualité pour le malade.

Comme en témoignent plusieurs expériences dans le monde, la télémedecine permet de rompre également l'isolement médical des praticiens isolés. Il n'est pas inutile, dans cette présentation de la télémedecine comme outil de communication, de faire quelques rappels sur la définition de ce concept. La télémedecine s'avère comme l'une des plus remarquables applications des nouvelles technologies de l'information car son retentissement dans la pratique médicale dépasse celui qu'il est habituel d'attendre d'une nouvelle technologie. Avec la télémedecine, l'acte médical ne s'exécute plus uniquement dans le cadre du colloque singulier, mais il fait intervenir des spécialistes de même discipline ou de spécialités différentes qui ne sont pas forcément en contact avec le patient, pour l'établissement d'un diagnostic par voie bien sûr télématique; ainsi, la connexion d'un médecin isolé à un centre spécialisé donne tout son sens à la télémedecine (téléexpertise, télédiagnostic ou téléconsultation), il existe d'autres applications telles que la télésurveillance à distance des personnes âgées ou handicapées, ou des malades ne nécessitant pas une hospitalisation; on a également la téléchirurgie qui reste un projet encore du domaine de la recherche professionnelle de haut niveau. [23]

Toutes ces applications nécessitent des communications verbales , visuelles ou un transfert de fichiers d'informations cliniques accompagnant les images , donc le transport de données multimédia .

A l'état actuel , en Algérie , et en absence de toute politique de développement et de régulation particulièrement de projets de télémedecine et d'une façon générale de projets de transmission de données informatiques , nous nous sommes confrontés à des problèmes techniques notamment dans le cadre de transport de données multimédia via le réseau téléphonique national .

L'objectif de notre travail est justement de lever le voile sur ces contraintes et d'essayer de leur trouver des solutions . Cependant , on ne peut épuiser une matière aussi complexe et innovante , aussi nous supposons que ce document restera une tentative à travers laquelle nous souhaitons répondre à quelques interrogations posées par les entrepreneurs d'un projet de télémedecine .

Le travail est divisé en six parties ; dans la première partie nous présentons en quelques sortes un cahier de charge en matière d'exigence temporelle et de bande passante , qu'il faut prendre en compte pour l'implémentation d'une application de télémedecine .

Dans le second chapitre , on traite des techniques de compression des données multimédia relatives à notre application , on s'intéressera en particulier aux systèmes de codage normalisés qui vont nous permettre d'intégrer la télémedecine au sein d'un réseau donné offrant des ressources plus ou moins importantes .

Les deux chapitres suivants présentent les médias et les réseaux de transport de l'information et donnent les solutions techniques pour la réalisation d'une liaison télémedicale faible ou haut débit . Dans le cinquième chapitre , on aborde les protocoles de communication , leurs propriétés ainsi que leurs influences sur le transfert d'informations multimédia temps réel qui se rapportent à la télémedecine en particulier .

Le sixième chapitre est consacré à l'implémentation d'un logiciel MLAN (Medical Local Area Network) ayant pour cahier de charge le protocole suivant

- 1) Mise en liaison contextuelle entre différents spécialistes en temps réel.
- 2) Transfert en temps réel d'images statiques et dynamiques compressées ou non sous format notamment bmp et jpeg .
- 3) Réalisation soft de Télé curseur en temps réel .

CHAPITRE I

CARACTERISTIQUES ET BESOINS

1.1) BESOINS MEDICAUX

Peu importe la technologie choisie pourvu qu'elle réponde à une exigence essentielle : l'outil de transmission doit être adapté aux besoins médicaux pour garantir la qualité du diagnostic ou conseil thérapeutique et par conséquent la priorité consiste à préciser les besoins médicaux pour chaque application envisagée .

Dans toutes les applications de télémédecine dite d'expertise , le médecin demandeur d'avis est amené à envoyer des fichiers textes (informations cliniques concernant le patient : son état de santé , historique de sa pathologie , ...) , des tracés physiologiques (exemple l'électrocardiogramme ECG) , des images fixes noir et blanc (cas des clichés radiologiques) , des images fixes couleur (pour l'endoscopie , la dermatologie ou l'anatomopathologie) , des images cardiologiques ou échographiques noir et blanc animées et enfin il peut être amené à dialoguer pour une éventuelle concertation avec l'expert . Tout cela converge vers une seule application capable de manipuler (acquisition et transfert) des données dites multimédia (texte , son et image fixe ou animée) .

Le cas de la télémédecine présente des avantages mais également des inconvénients , en effet , les séquences d'images transmises sont très limitées dans le temps (quelques dizaines de secondes) et présentent des mobilités très réduites également .

En contre partie , la transmission d'image médicale peut nécessiter comme nous le verrons plus loin , un délai incompatible avec la pratique ; il faudra donc compresser les images transmises pour réduire le débit et par conséquent le temps de transmission , il y a là un risque de perte d'information significative dont l'expert consulté ne disposera pas , cette perte de contenu informatif des images peut conduire l'expert à des erreurs diagnostiques et donc choix thérapeutiques .

1.2) DEBIT BINAIRE DU MULTIPLEX

Avant de multiplexer voix , texte et image pour un éventuel transport via un support de télécommunications donné , nous devons examiner la quantité d'information à transmettre exprimée en débit de ce multiplex afin d'adapter ce débit au canal de transmission ou chercher par ailleurs les solutions techniques qui s'imposent .

1.2.1) Débit vocal

Considérons , tout d'abord , la voix qui sert d'outil de communication primordial pour la concertation et l'interprétation des informations transmises . Il s'agit donc du signal de parole dont on se limitera au cas standard du signal de parole dans la bande téléphonique ; on pourrait considérer le cas d'un signal de parole en bande élargie (50-7000 Hz , fréquence d'échantillonnage 16 KHz) mais cela sera sans intérêt puisque le signal téléphonique sur la bande réduite (300-3400 Hz, fréquence d'échantillonnage 8KHz)est aussi net et intelligible , au contraire , cela nous rendra encore la tache plus difficile lorsque nous aborderons le débit .

Le signal de parole dans la bande téléphonique (300-3400 Hz) grâce à la technique de modulation par impulsion et codage (MIC ou PCM pour pulse coding modulation) est échantillonné à la fréquence de 8 KHz , l'amplitude des échantillons est quantifié et codée sur 8 bits ce qui donne un débit de 64 Kbits/s

1.2.2) Débit du message textuel

Le volume d'un fichier texte à transmettre est variable suivant les besoins , mais nous nous considérerons dans le cas d'un document occupant une page 210 X 297 écrit en format normal , ce qui donne 5 Kbits d'informations ; si on veut que le délai d'acheminement de cette page , en négligeant le temps de propagation soit d'une seconde par exemple , il nous faudra envoyer l'information à une cadence de 5 Kbits/s .

1.2.3) Numérisation du signal vidéo

Pour transmettre de la vidéo en utilisant des techniques numériques, il est nécessaire de numériser le signal. Les signaux vidéo sont échantillonnés et convertis en une représentation numérique. Le choix de la fréquence d'échantillonnage ainsi que la résolution ont un effet important sur la qualité du signal numérique obtenu. Le standard CCIR 601 propose une méthode de standardisation pour encoder des informations vidéo sous une forme numérique.

Les signaux de luminance (Y) et de chrominance (Cr et Cb) sont échantillonnés et codés avec une précision de 8 bits. La fréquence d'échantillonnage est choisie de telle sorte que le signal numérique obtenu soit de qualité comparable au

signal analogique de départ après reconstitution. La luminance Y d'une trame d'un signal NTSC est échantillonnée de manière à produire une image de 525 lignes, chacune d'elles contenant 858 échantillons.

La luminance Y d'un signal PAL ou SECAM est échantillonnée de manière à produire une image de 625 lignes, chacune d'elles contenant 864 échantillons.

Les signaux de chrominance sont échantillonnés à des débits plus faibles dans le standard CCIR 601. La résolution verticale reste la même (486 ou 576) mais la résolution horizontale est réduite de moitié. Ceci signifie que seul les nombres impairs des pixels de luminance à chaque ligne ont des pixels de chrominance qui leur sont associés. Cette structure d'échantillonnage est décrite comme un système à composant 4:2:2. Le débit d'un signal de télévision numérique correspondant au standard CCIR 601 possède un débit de 216 Mbits/s.[7]

NTSC :

$$(30 \text{ (images par seconde)}) \times 8 \text{ (bits/échantillon)} \times ((858 \times 525) \text{ (échantillons de luminance)} + (429 \times 525 \times 2) \text{ (échantillons de chrominance)}) = 216.216 \text{ Mbits/s}$$

PAL ou SECAM :

$$(25 \text{ (images par seconde)}) \times 8 \text{ (bits/échantillon)} \times ((864 \times 625) \text{ (échantillons de luminance)} + (432 \times 625 \times 2) \text{ (échantillons de chrominance)}) = 216.0 \text{ Mbits/s}$$

1.2.4) Débit réduit pour formats standards

En effet , considérons les formats normalisés par l'Union Internationale des Télécommunications , secteur des Télécommunications UIT-T :

Le format intermédiaire commun (CIF pour Common Intermediate Format)

352 x 288 pixels

Le format quart de CIF (QCIF pour Quater Common Intermediate Format)

176 x 144 pixels .

Le codage se fait sur 8 bits que ça soit pour la luminance Y ou les chrominances Cr ou Cb :

1. Pour une image fixe noir et blanc , on a les quantités d'informations à transmettre suivantes :

_format CIF : 352 X 288 X 8 soit environ 800 Kbits /image

_format QCIF : 176 X 144 X 8 soit environ 200 Kbits /image

1. Pour une image fixe couleur (avec un codage entrelacé des signaux de chrominance :

_format CIF : luminance 352 X 288 X 8 bits
chrominance Cr 176 x 144 X 8 bits
chrominance Cb 176 X 144 X 8 bits

soit environ 1.2 Mbits à transmettre

_format QCIF : 300 Kbits à transmettre

1. Pour une image couleur animée à 25 images/seconde , le débit est de 7.5 Mbits/s pour le format QCIF , et de 30 Mbits/s pour le format CIF

1.3) PROBLEMATIQUE

L'application de la télémedecine telle que nous l'avons présentée, exige un transfert d'informations en temps réel ;

Mais le débit énorme qui caractérise les données médicales notamment en termes d'images constitue un véritable problème ; à titre d'exemple pour envoyer en temps réel une séquence d'images couleurs animées à 25 images/s en résolution CIF , il faudra un canal capable d'acheminer 30 Mbits/s , le cas échéant où l'on considère par exemple une liaison à 56 Kbits/s , il faudra à peu près une heure !! pour envoyer une séquence de 10 secondes dans le même format , ce qui est vraiment désagréable .

Les moyens de transmission dans les infrastructures existantes aujourd'hui ne peuvent palier à ce problème du moment qu'ils ne permettent pas le haut débit . Faute de quoi , nous serons obligé de réduire le débit médical par des moyens de traitement du signal adéquat qui doit se faire sans perte d'information ni dégradation de la qualité .

CHAPITRE II

COMPRESSION

DES

DONNEES

MEDICALES

2.1) BESOINS DE COMPRESSION

Le débit de transmission d'un signal vidéo , comme on vient de le voir dans le chapitre précédent , est trop élevé pour être traité par la plupart des processeurs et transporté par les réseaux de télécommunications actuels . Il y a donc besoin de réduire le débit pour le stockage , le traitement et éventuellement le transport . Cela signifie que les informations doivent être comprimées avant d'être transmises puis décomprimées avant de pouvoir être perçues par le destinataire .

Des techniques de codage ainsi que des standards ont été définis ces dernières années . Ces derniers mettent à profit la redondance contenue dans la voix , les images fixes , et les séquences animées dans le but de fournir une compression significative des données .[8]

Heureusement , les données vidéo numériques qui sont responsables en grande partie du débit élevé , contiennent une quantité considérable de redondance . Certaines méthodes utilisent la redondance statistique des données . Les données vidéo , par exemple , sont corrélées dans l'espace et dans le temps ; cette redondance peut être éliminée par un codage de données réalisé de manière très efficace La compression réalisée de cette manière ne détruit pas les données originelles et il s'agit d'un processus réversible. On parle de compression sans perte.

Dans le but d'obtenir des taux de compression plus importants, il est nécessaire d'éliminer les informations de redondance subjectives. Il s'agit d'informations qui ne sont pas vues de manière manifeste par le spectateur et qui peut être éliminées sans réduire considérablement la qualité du signal. Ce type de compression détruit certaines informations originelles de l'image. On parle de compression avec perte.

La grande variété de constructeurs de matériel pour les applications faible débit , a poussé les organismes de normalisation à étudier des recommandations dans ce domaine , afin de garantir l'interopérabilité de leurs systèmes . Elles sont classées en familles suivant la technologie réseau utilisé (H320 , H321 , ...) . A l'intérieur de chacune de ces familles , on trouve les caractéristiques des différents composants :

1. pour la transmission du son les normes de la série G72x
2. pour la transmission de la vidéo les normes de la série H26x
3. pour le multiplexage , les normes de la série H22x

2.2) COMPRESSION DU SIGNAL VOCAL

Nous aborderons dans ce paragraphe seulement les techniques normalisées à l'échelle internationale pour la compression de la parole en bande étroite , permettant de réduire le débit du signal vocal sans dégradation significative de la qualité .

La norme G.711 précise un codage par modulation PCM (pulse coded modulation) correspondant à un débit de 64 Kbits/s . En fait , il s'agit là d'un quantificateur scalaire (chaque échantillon est codé séparément) non uniforme permettant de réduire le nombre de bits du codage de 12 bits (uniforme) à 8 bits grâce à l'opérateur semi-logarithmique (loi A ou loi μ) .

La norme G.721 définit un codage PCM différentiel adaptatif MICDA ou ADPCM correspondant à un débit de 32 Kbits/s , basée sur une quantification scalaire dite prédictive qui ne quantifie plus directement l'amplitude de l'échantillon mais la différence entre l'amplitude et une valeur prédéterminée par un filtrage adaptatif (Linear Prediction Coding LPC) utilisant des filtres ARMA.[8] , [20]

Pour les applications temps réel , ces techniques sont aujourd'hui abandonnées au profit de la technique de quantification vectorielle qui consiste à regrouper des échantillons avant codage pour former un vecteur pour prendre en compte directement la corrélation qui existe entre les échantillons successifs du signal .

La norme G.728 définit le codeur LD-CELP à 16 Kbits/s basé sur la technique de modélisation et de quantification vectorielle Low Delay Code Excited Predictive .

La norme G.723 , spécialement conçue pour la visioconférence sur réseaux locaux , cette recommandation fournit une bande passante de 300 à 3400 Hz à un débit de 5.3 (codeur ACELP : Algebraic Code Excited Linear Prediction) ou 6.3 Kbits/s (codeur MP-MLQ : Multipulse Maximum Likelihood Quantisation). La compression est très intéressante mais la qualité de restitution restreint son utilisation à des applications de type visiophonie sur réseau téléphonique commuté , elle est présente dans les systèmes compatibles H323 et H324 .

2.3) COMPRESSION DU SIGNAL VIDEO

Pour comprimer un signal , on cherche tout d'abord à enlever l'information redondante . Le signal video est doublement redondant , il existe une redondance spatiale intra-image (présence dans une image de zones uniformes) , et une redondance temporelle inter-image (le changement d'une image à une autre ne concerne en réalité qu'une partie de celle-ci , l'image à arrière plan fixe en est un exemple) .

Le codage se fait séparément pour les trois composantes Luminance L et Chrominance Cr et Cb . Les mêmes algorithmes sont utilisés sauf qu'on ne code qu'une composante chrominance sur deux composantes luminance (l'œil est moins sensibles aux détails fins chromatiques qu'aux détails fins de luminance)

2.3.1) Techniques de compression

On distingue plusieurs techniques de codage : le codage statistique , le codage différentiel , le codage par blocs , le codage par transformation , ...

Le codage statistique ou entropique consiste à donner des mots de code courts aux niveaux de gris les plus probables , et des mots de code longs aux niveaux les moins probables . Le code est dit à longueur variable . Le codage de .Huffmann en est un exemple .

Sans perte d'information on peut coder l'image avec un nombre moyen de bits par échantillon inférieur en général à 8 bits , ce nombre est donné par l'entropie .

Le codage différentiel consiste à ne pas coder directement le signal , mais la différence entre le signal et une valeur de prédiction connue ou estimée .[7] . [8]

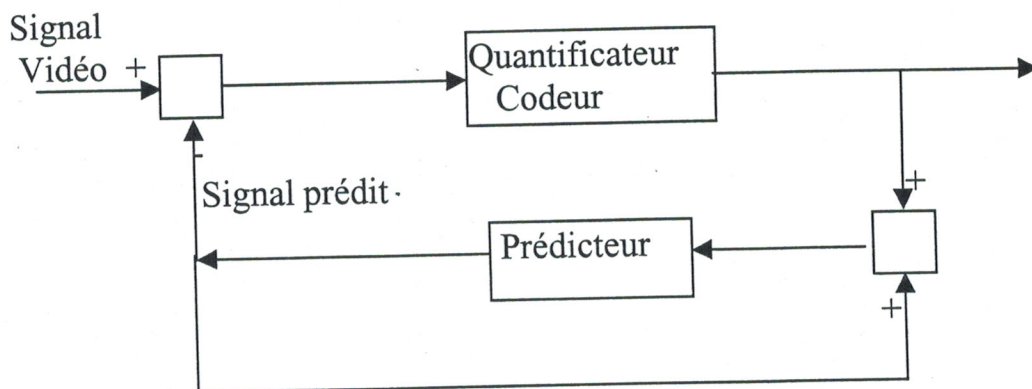


Fig2.1 Schéma de principe du codeur différentiel

La prédiction peut se faire de deux manières , une prédiction inter-image utilisant la redondance temporelle ou une prédiction intra-image utilisant la redondance spatiale .

Le codage par blocs : on prend en compte des blocs de $n \times m$ pixels on transmet la valeur moyenne de luminance $Y_{moy} = \frac{1}{mn} \sum_n \sum_m Y_{ij}$, l'écart moyen $E_{moy} = \sum_n \sum_m \|Y_{ij} - Y_{moy}\|$, et la matrice de position qui indique pour chaque pixel si la luminance est supérieure (1) ou inférieure (0) . La valeur moyenne de la luminance est codée sur 8 bits , l'écart moyen sur 8 bits et la matrice de position sur $n \times m$ bits .

1	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	1
1	1	0	0

Exemple de matrice de position pour $n=2$ et $m=2$

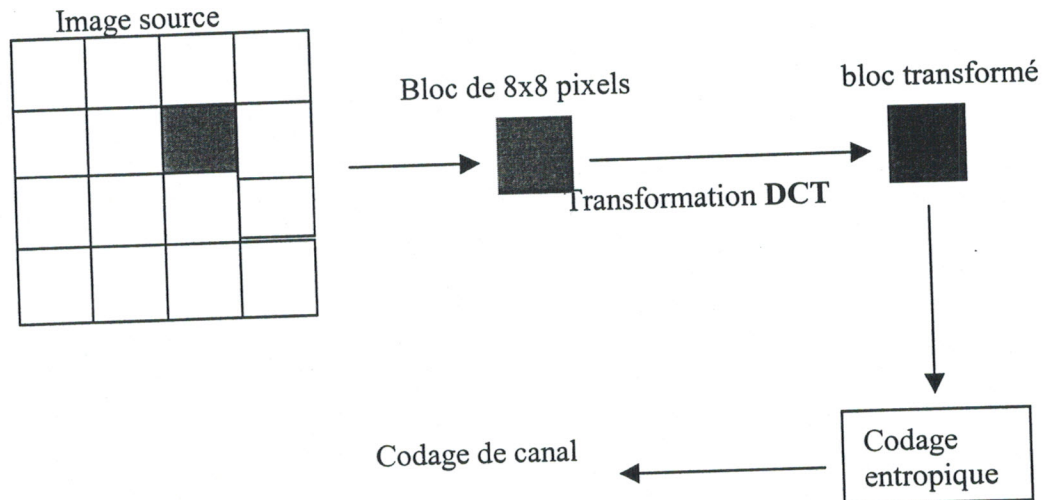
Le codage par transformée : dans ce type de codage , on est amené à transformer le plan image par une opération linéaire dans un plan fréquentiel .

On applique la transformation en cosinus discrète DCT sur des blocs de 8×8 ou 16×16 , puis on code suivant leurs énergies , les coefficients transformés ; en effet , le spectre de l'image transformée fait apparaître une forte concentration de l'énergie autour des fréquences basses (redondance spatiale) . On utilise que peu de bits pour coder les coefficients se trouvant dans les fréquences hautes .

La transformée en cosinus discrète DCT (qui découle de la transformée de Fourier discrète DFT , [17]) est donnée par :

$$X(u, v) = \frac{2}{N} \sum_0^{N-1} \sum_0^{N-1} x(m, n) \cos \left[\frac{\pi}{N} u \left(m + \frac{1}{2} \right) \right] \cos \left[\frac{\pi}{N} v \left(n + \frac{1}{2} \right) \right]$$

Schéma de principe :



2.3.2) Systèmes standards de compression

Compression JPEG :

Ce mode de compression est connu sous le nom de ((Joint Photographic Experts Group) (JPEG)). Il a été mis en place en 1982 par CCITT et l'ISO (International Standard Organisation). Le standard de base JPEG spécifie deux classes d'encodage et de décodage : avec ou sans perte. Nous ne nous intéresserons ici qu'au codage avec perte.

Principe : les spécifications se basent sur le fait que les informations pertinentes d'une image , sont uniquement les composantes basses fréquences du signal. Le signal est transformé en un ensemble à deux dimensions de valeurs de fréquences grâce à la transformée de cosinus discrète (DCT : Discrete Cosine Transform). La précision des entiers représentant les valeurs de fréquences est alors diminuée pour rendre nulle les valeurs de hautes fréquences qui ne sont pas pertinentes. [18]

Compression MPEG :

MPEG (Moving Picture Expert Group) désigne un standard élaboré en 1988 conjointement par l'ITU-T, et l'ISO pour la compression de l'image animée et de l'audio correspondant.[1] . [7]

Trois standards ont été définis :

- **MPEG-1** constitue une première version du standard adaptée aux applications de stockage de la vidéo à débit de l'ordre de 1,5 Mbit/s, tel que les applications de type Video On Demand, vidéo sur CD-ROM etc... Un tel débit permet d'avoir une qualité visuelle à peu près équivalente au standard VHS (magnétoscope).
- **MPEG-2** offre une plus grande flexibilité que MPEG 1 ce qui permet de coder à des débits allant de 4 Mbit/s (qualité SDTV pour Standard Definition Television) jusqu'à 10 Mbit/s (qualité HDTV pour High Definition Television).
- **MPEG-4** ce standard répond bien aux contraintes des liaisons faibles ou larges bandes en offrant un débit allant de 5 Kbits/s (QCIF) à 2 Mbits/s (HDTV) , il intègre tous les médias temps réel , l'audio , la vidéo , le codage des formes et de mouvement des objets de synthèse .

Codeur H261

Le standard H261 a été développé dans le but de supporter la vidéoconférence et la vidéotéléphonie sur n lignes 64 Kbit/s du réseau RNIS (Réseau Numérique à Intégration de Services) . Ce standard reprend la partie codage vidéo d'un système complet de vidéoconférence (Standard H320).

Caractéristiques :

- H261 a été conçu pour des communications vidéo full duplex sur RNIS.
- Seulement 2 résolutions d'images sont supportées :

CIF (Common Intermediate Format) :

Y (luminance) : 352 x 288 pixels

Cr et Cb : 1 échantillon pour quatre de Y (on parle de 4:2:0)

QCIF (Quarter CIF)

Y (luminance) : 176 x 144 pixels

Cr et Cb : 1 échantillon pour quatre de Y

- 30 trames par seconde. Ce nombre peut être réduit en laissant tomber jusqu'à 3 trames entre chaque paire de trames encodées et transmises.

Pour une connexion RNIS à 64 ou 128 Kbit/s, une compression de données s'impose et le choix de résolution est fixé au format QCIF (le nombre de trame par seconde est réduit à 10).

Fonctionnement :

L'image est structurée en terme de macro-blocs qui consistent en 4 blocs 8 x 8 d'échantillons de luminance, un bloc 8 x 8 d'échantillons de chrominance Cr et un bloc 8 x 8 d'échantillons de chrominance Cb.

Il y a deux modes de codage : Intra (on ne réalise pas de prédiction de mouvement) et Inter (on réalise une prédiction de mouvement)

Chaque macro-bloc est encodé en utilisant l'un ou l'autre type de codage.

Tous les macro-blocs de la première trame sont codés en Inter vu qu'il n'y a pas de trame antérieure pouvant servir à la prédiction de mouvement.

- Réalisation du codage Intra-image : chaque macro-bloc de Y ou de C est transformé en utilisant la DCT. Les coefficients sont ensuite quantifiés et encodés entropiquement. Dans le but de réaliser des prédictions pour les futures trames, les coefficients quantifiés subissent l'opération inverse (Q-1 et DCT-1) ce qui fournit une copie locale de la trame qui sera reçue au décodeur. Cette trame est mise dans une mémoire.
- Réalisation du codage Inter-image : l'estimateur de mouvement calcule les vecteurs de mouvement pour chaque bloc en comparant la nouvelle trame avec la trame précédemment reconstruite.
- Le compensateur de mouvement crée de cette manière une trame de référence compensée en mouvement (il s'agit d'une estimation de la nouvelle trame). Cette trame de référence est ensuite soustraite de la nouvelle trame. Le résultat qui constitue l'erreur de prédiction est ensuite encodé en utilisant la DCT et la quantification. Le résultat ainsi que les vecteurs de mouvement sont ensuite envoyés vers le codeur entropique. Si l'erreur de prédiction est supérieure à un certain seuil, la compensation de mouvement ne donne plus de gain de compression significatif et dans ce cas, le macro-bloc est intracodé.

Le flux vidéo comprimé résultant est un flux qui est variable dans le temps (le débit binaire des trames Intra est largement supérieur au débit binaire des trames Inter). Afin de présenter au canal de transmission un flux constant, on introduit le signal vidéo comprimé dans un buffer qui est vidé à un débit constant. Si le signal vidéo présente de nombreux changements suite à une augmentation de l'activité au sein d'une scène, le débit binaire de la vidéo comprimée peut devenir supérieur à la capacité du canal de transmission. Le buffer commence à se remplir. Afin de ne pas faire déborder ce dernier, on augmente le pas de quantification afin de réduire le débit binaire de sortie par une plus forte compression. Cette opération a pour effet de vider le buffer. Une fois l'activité

au sein d'une scène terminée, on diminue le pas de quantification afin de moins comprimer le signal dans le but d'offrir un signal vidéo restitué de meilleur qualité.

Codeur H263

Ce type de codage vidéo est utilisé pour des canaux de transmission bas débit. Le standard a été spécialement conçu pour des applications qui utilisent le réseau RTC (Réseau Téléphonique Commuté) ou PSTN (Public Switched Telephone Network) à partir d'un modem.

Débit : 30 Kbit/s (un modem de la série V34 (28.8 Kbit/s) ou supérieur est un minimum)

H263 est basé sur le standard H261 avec un certain nombre d'améliorations pour fournir une plus grande qualité vidéo à bas débit.

Standart H324 pour réseau RTC

En 1996, l'ITU approuva le standard H324 opérant sur le réseau RTC. Ce système a été développé pour deux applications :

1 : visiotéléphonie conventionnelle

2 : système multimédia destiné à être intégré dans un PC

La recommandation H324 regroupe 4 éléments fonctionnels principaux :

1 : Codeur vocal G723.1 (débit de 5.3 ou 6.3 Kbits/s)

2 : Codeur vidéo H263, H261 (débit de 64 ou 30 Kbits/s voire moins)

3 : Contrôleur de communication H245

4 : Le multiplexeur H223

Les systèmes H324 peuvent supporter la voix, vidéo et données en temps réel séparément ou ensemble incluant la visiotéléphonie et ce en étant raccordé sur le réseau RTC à partir d'un modem V34.

Le standard H324 spécifie l'utilisation du modem V.34 qui opère à des vitesses de transmission de 28.8 Kbits/s et les procédures contenues dans les standards V8/V8bis concernant le démarrage et l'arrêt de transmission de données.

Tableau récapitulatif

	H320	H321	H322	H324
Réseau	RNIS	LAN	Réseau à Commutation De paquets	Réseau téléphonique
Audio	G711 G722 G728	G711 G722 G728	G711 G722 G728	G723
Vidéo	H261 H263	H261 H263	H261 H263	H261 H263
multiplexage	H221	H221	H221	H223
Interface de communication	1400	AAL	TCP/IP	Modem V34

CHAPITRE III

SUPPORTS
DE
TRANSMISSION
EN BOUCLE LOCALE

3.1) LA PAIRE DE CUIVRE DU RESEAU RTC

Il s'agit en fait de la paire torsadée non blindée UTP (Unshielded Twisted Pair) catégorie 1 , qui desserve traditionnellement les abonnés des P&T . les paires sont généralement regroupées en un câble multipaires destiné à la distribution . La paire de cuivre possède en réalité une bande passante de 1MHz , mais classiquement , les communications téléphoniques n'exploitent qu'un canal réduit de 300-3400 Hz , dû essentiellement aux filtrages chez l'abonné et au niveau du central de raccordement de celui-ci .

Le bruit et la bande passante limitent la capacité de transmission ; en effet , d'après la loi de Shannon , le débit maximal d'un canal est donné par :

$$D = W.\log(1 + S/N)$$

W : bande passante du canal (300-3400) soit 3100 Hz

S/N : le rapport signal à bruit , dans notre cas , il est limité à 35 dB MAX

Ce qui donne le débit maximum autorisé $D_{max} = 33600\text{bits/s}$.

Cela montre que toute amélioration des techniques de codage de ligne (modem) pour passer à un débit supérieur sera sans signification .[6]

Toutes-fois , des techniques comme RNIS ou ADSL exploitent en partie la bande passante utile de 1 MHz de la ligne métallique en éliminant les filtrages , pour atteindre des débits supérieurs . Ces techniques seront étudiés en détail dans le chapitre suivant .

3.2) LES LIGNES SPECIALISEES (LS)

Les liaisons spécialisées sont des liaisons point à point permanentes , permettant notamment de constituer des réseaux à usage privé , avec possibilité de véhiculer tout type d'informations (voix, images , données) .

Ainsi , elles peuvent être adoptées comme solution idéale et économique pour une entreprise ayant un flux de communications important , pour la relier à un fournisseur de services (exemple l'ISP : Internet Service Provider) .

Cette solution est très coûteuse (demandant des travaux de génie civil pour la pose des câbles) .

On distingue , par ailleurs , trois types de supports permettant des transmissions à moyen ou haut débit :

1. Une liaison à deux **paires torsadées** permet un débit de 64 Kbits/s en duplex ; le câble multipaires offre , suivant les besoins , des débits variables multiples de 64 Kbits/s : 128 Kbits/s , 256 Kbits/s , 512 Kbits/s , ...
2. **Le câble co-axial** possédant une bande passante de 500 à 600 MHz est utilisé surtout dans les transmissions à grandes distances du fait de l'immunité aux parasites et perturbations électromagnétiques . Les transmissions entre les centres de transit des différents willayas du multiplex téléphonique analogique ou numérique font référence à ce type de support . Il est utilisé également , et principalement pour interconnecter des réseaux locaux moins dispersés .
3. **La fibre optique** permet de réaliser des liaisons à très grandes distances et des débits très élevés (2 Mbits/s , 34 Mbits/s , 144 Mbits/s , voir des Gigabits/s) . Néanmoins , onéreuse en installation et en équipement terminaux , et techniquement assez difficile à mettre en œuvre , son utilisation reste limitée à l'interconnexion des réseaux ou le raccordement des grandes entreprises .

3.3) BOUCLE LOCALE RADIO

Traditionnellement , le principal obstacle au déploiement de solutions haut débit était le coût prohibitif de la boucle locale ; ainsi , le tarif des liaisons spécialisées (LS) pèse encore pour près de 80% dans le prix de fourniture d'accès à un réseau .

La technologie **BLR** (Boucle Locale Radio) permet de s'affranchir de cette contrainte . La BLR permet à l'opérateur des télécommunications P&T d'éviter des investissements du déploiement d'infrastructures filaires jusqu'à l'abonné . Elle met en œuvre des antennes fixes semi-directionnelles desservant dans quatre directions des cellules de 15 Km , avec un débit allant de 2 Mbits/s à 11 Mbits/s exploitant la bande 2446.5-2483.5 MHz ; des débits supérieurs sont possibles sur le créneau 5.15-5.25 GHz .[4]

CHAPITRE IV

RESEAUX DE TRANSPORT

4.1) LE RESEAU RTC

Le réseau téléphonique commuté (RTC) représente traditionnellement , le réseau type analogique auquel sont aujourd'hui , rattachés la majorité (pour ne pas dire la totalité : usagers GSM) des abonnés téléphoniques . Il a été conçu pour transporter exclusivement la voix humaine .

Il est constitué de centraux de commutation analogiques ou numériques ; le réseau de transport qui permet de relier les centraux entre eux , est en grande partie numérique ; quelques liaisons analogiques s'accrochent encore . Quant au réseau de distribution , il demeure pratiquement le même c-à-d analogique .

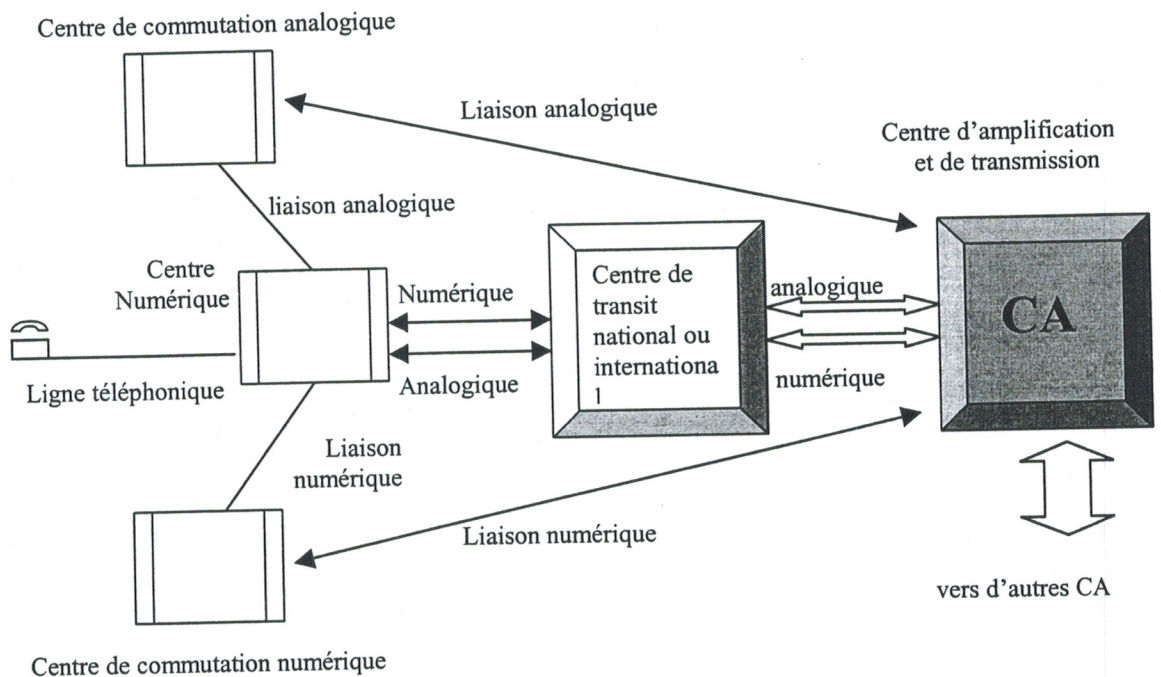


Fig.4.1 Exemple d'architecture du réseau RTC

Actuellement , le réseau algérien est à 80% numérisé . L'Algérie , en outre , possède environ 10000 Km de fibre optique qui constitue 50% de la transmission dans le réseau . Pour les communications internationales , l'Algérie possède une liaison sous-marine (en câble coaxial analogique à 2473 Km et en fibre optique à 950 Km) avec la France , l'Italie et l'Espagne via la France .

Le réseau téléphonique commuté offre un service de base simple à ses utilisateurs : service vocal commuté full duplex . Il réalise une commutation de

circuits , en d'autres termes le circuit entre l'abonné demandeur et son correspondant reste maintenu pendant toute la communication avec garantie d'une bande passante constante .

Le signal vocal circulant sur la ligne téléphonique est de type analogique . Les centraux numériques modèle AXE qui ont été installés en Algérie , sont équipés à l'étage d'entrée qui suit le sous-répartiteur , de modules appelés LSM (Line Switch Module) eux mêmes équipés de cartes LIC (Line Interface Circuit) qui ont pour rôle essentiel la conversion analogique-numérique et inversement ; le signal analogique subit un codage type PCM à 64 Kbits/s , pour être ensuite commuté et véhiculé vers sa destination .[21]

Toutes-fois , il faut dire qu'au niveau de la boucle locale , les filtres raccordés aux terminaisons des lignes téléphoniques empêchent tout signal en dehors de la bande 300-3400 Hz de transiter . Cela pose un problème dans la mesure où l'on veut véhiculer des données numériques à travers le réseau RTC . L'information numérique ne peut y transiter directement qu'à une vitesse extrêmement faible . En effet , tout filtrage dans le domaine fréquentiel a pour conséquence un élargissement dans le domaine temporel , ce qui engendre , pour les transmissions numériques , une dilatation des impulsions et donc le phénomène d'interférence inter-symboles (I-I-S) qui rend la décision confuse à la réception . Pour ne pas perturber la décision , il convient que le traînage d'une impulsion émise à un instant significatif donné , s'annule aux autres instants significatifs .[7]

Nyquist a démontré que les communications numériques sans I-I-S , peuvent avoir lieu si la rapidité de modulation (la vitesse de propagation des impulsions électriques sur la ligne) est au maximum deux fois la bande passante :

$$R = 2W$$

Ce qui donne pour $W : [300-3400]$, $R=6200$ bauds

Donc théoriquement , le débit maximal sera 6.2 Kbits/s si on transmet le signal ,directement sur la ligne . En réalité , on peut s'affranchir de cette contrainte par un codage de ligne approprié consistant à comprimer le train binaire source pour l'adapter à la ligne .

Codage de ligne :

La technique consiste à regrouper plusieurs bits du signal numérique source (codage en bloc) pour leur correspondre des états électriques sur le signal qui emprunter le canal de transmission . Pour envoyer la plus grande quantité d'informations par unité de temps , on doit donc essayer de réaliser un système qui permette à chaque état électrique de transporter le plus grand nombre de bits d'informations .

Un exemple d'utilisation de codage à quatre niveaux ($-2,-1,+1,+2$) est donné sur la figure Fig.4.2 :

Correspondance

00 → +1
01 → -1
10 → +2
11 → -2

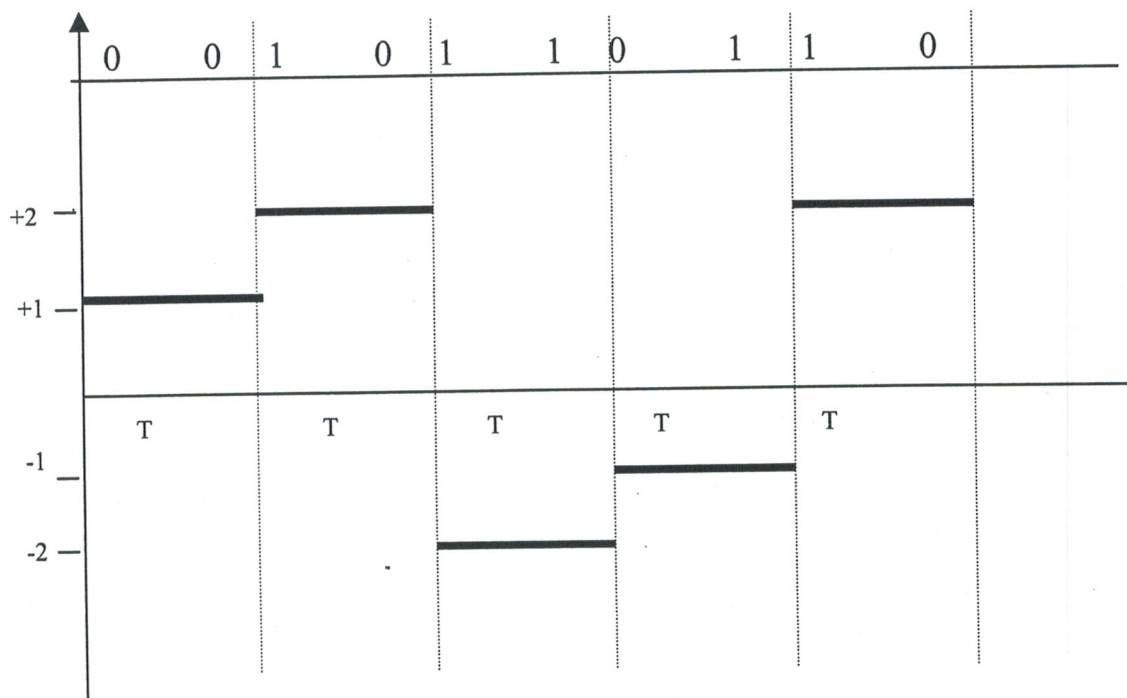


Fig.4.2 Codage de ligne à 4 niveaux

On appelle le nombre d'état électrique : la valence v du signal numérique .
Le débit maximal qu'on peut véhiculer est donné par :

$$D = R \cdot \log_2 V$$

R est la rapidité de modulation $R=1/T$ (T : période des impulsions électriques).

Dans ce cas particulier où $v = 4$, on a :

$$D = 2R \quad \text{or,} \quad R = 2W \quad , \text{ donc } D = 4W$$

Et ainsi , on peut augmenter le débit . D'une manière générale :

$$D = 2W \cdot \log_2 V$$

On comprend alors , que l'on a intérêt à augmenter la valence pour pouvoir augmenter le débit ; mais cela n'est pas possible à cause du bruit qui caractérise la ligne téléphonique ;

En effet , d'après Shannon , le débit maximal est donné par :

$$D = W \cdot \log(1 + S/N)$$

Avec un rapport signal à bruit S/N maximal , sur la ligne téléphonique , égal à environ 35 dB , le débit maximal est au voisinage de **33.6 Kbits/s** . Donc la valence ne peut pas être augmentée indéfiniment .

Ce type de codage concerne les transmissions en bande de base c-à-d sans modulation . Pour le cas du réseau téléphonique commuté , la bande est située entre 300 et 3400 Hz , une transposition en fréquence est nécessaire .

Modems :

La ligne téléphonique analogique reliant l'abonné au central de commutation téléphonique a une bande passante volontairement limitée par filtrage , pour adapter le débit numérique au canal (analogique) le spectre numérique doit être transposé sur celui-ci , par l'intermédiaire d'un modem (Modulateur – Démodulateur) qui transforme par modulation d'une porteuse , les informations

numériques contenues dans le micro-ordinateur en informations analogiques expédiés sur la ligne . A l'arrivée , un autre modem procède à l'opération inverse . On peut voir que rien qu'en boucle locale , le train binaire subit quatre conversions : deux au niveau du modem et deux au niveau du central .

Les premiers modems apparus étaient longs V.32 (2.4 , 7.2 , et 9.6 Kbits/s) , V.32 bis (14.4 Kbits/s) ; aujourd'hui , ils sont devenus plus rapides **28.8 Kbits/s** pour le **V.34 (Vfast)** et **33.6 Kbits/s** pour le **V.34 bis** ; on a également , **33.6 Kbits/s / 56 Kbits/s** pour la norme **V.90** et finalement le **V.92 à 48 Kbits/s / 56 Kbits/s** . Les deux dernières versions sont asymétriques dans le sens où les débits montant et descendant ne sont plus les mêmes .

Norme V.34

La recommandation V.34 adoptée par l'UIT-T (Union Internationale des Télécommunications secteur Télécommunication) en 1994 , définit les interfaces modems assurant un débit binaire allant jusqu'à 33.6 Kbits/s symétrique , c-à-d en émission et en réception , la ligne est vue comme analogique de bout en bout , ce qui impose des équipements d'extrémités similaires pour l'interopérabilité .

La technique de modulation adoptée est la QAM (Quadrature Amplitude Modulation) : la modulation de deux porteuses en quadrature qui consiste en fait en une combinaison de deux modulations à savoir :

- la modulation par déplacement d'amplitude ASK (Amplitude Shift Keying), et
- la modulation par déplacement de phase (Phase Shift keying).

La technique peut être vue de deux manières :

- soit les cbits du train d'informations sont regroupés pour donner un état de modulation donné qui correspond à une amplitude donnée et une phase donnée ,
- soit le train est partagé sur les deux porteuses en quadrature à raison d'un bit sur deux .

L'ensemble des combinaisons de bits qu'on peut envoyer à un instant de modulation donné se nomme constellation . Chaque combinaison possible de bits est représentée par un point de cette constellation .[11]

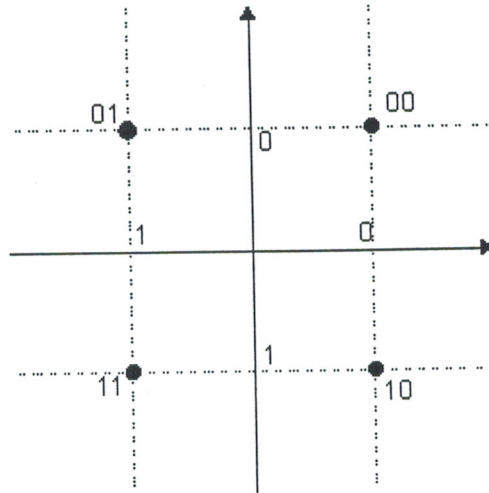


Fig.4.3 Constellation QAM-4

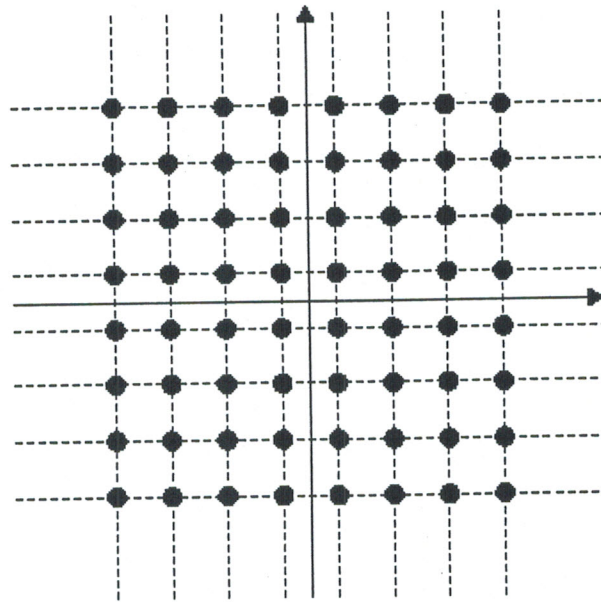


Fig.4.4 constellation QAM - 64

Ainsi , pour un débit de 33.6 Kbits/s , il faut au moins une QAM-64 .

Norme V.90

La recommandation V.90 est née en 1998 ; elle est du type asymétrique , dans le sens montant comme en V.34 (33.6 kbits/s) , modulation sur la boucle locale puis conversion A/N au niveau du central . Dans le sens descendant , modulation numérique PCM à 64 Kbits/s; en fait , la liaison est vue comme étant toute numérique sauf le dernier Km c-à-d la boucle locale où là il y a passage obligé par la conversion du signal du numérique vers l'analogique .

L'autre extrémité doit avoir des modulateurs numériques compatibles avec la norme V.90 , travaillant à 64 Kbits/s , un débit utilisé également par les centres de commutation numérique pour véhiculer la voix . C'est dans ce sens que la technique a tiré profit , surtout que dans le sens descendant il n'y a pas de filtres , seulement des convertisseurs N/A du central qui dégradent un peu le débit qui est théoriquement de 56 Kbits/s .

Transport du multimédia via RTC

Le réseau RTC offre aujourd'hui un débit de 33.6 Kbits/s en duplex ; la transmission du multiplex voix , données et vidéo nécessite l'utilisation du système de codage et de multiplexage H.324 , regroupant le codeur vocal G.723. à 5 ;3 Kbits :s, le codeur vidéo à 30 Kbits :s . Si les données doivent être transmises , le débit binaire sera pris du débit vidéo disponible . Le flux des données peut représenter des images fixes , fax , documents ou fichiers .

Si on peut s'empasser de la vidéo , pour des applications de télémedecine qui n'en nécessitent pas , le réseau RTC demeure une solution très économique . Il suffit de relier les deux extrémités de la liaison par des modems compatibles .



IV-2) LE RESEAU RNIS

Le RNIS (Réseau Numérique à Intégration de Services) ou appellation anglaise ISDN (Integrated Service Digital Network) a été défini par l'UIT-T comme réseau entièrement numérique véhiculant la voix et les données .

Le caractère numérique touche aussi bien à la boucle locale qu'à la commutation et au transport ; c'est à cette fin qu'un codec transformant le signal analogique en numérique et inversement , est incorporé dans le poste téléphonique de l'utilisateur . Le passage au RNIS s'effectue sans modifications des lignes téléphoniques existantes à condition qu'elles ne soient pas trop mauvaises pour transporter le signal numérique . [9] , [36]

Le protocole RNIS prévoit que les données transitent dans des canaux fonctionnant sur la même ligne téléphonique : il existe deux types de canaux :

- le canal B (Bearer channel = canal de communication) utilisé pour la transmission de la voix numérisée (encodage PCM) et des données numériques , fonctionnant par commutation de circuits à 64 Kbits/s .
- le canal D (Delta channel) utilisé pour la signalisation , et fonctionnant par commutation de paquets , il peut être à 16 Kbits/s ou 64 Kbits/s suivant le type d'accès .

les canaux B peuvent être utilisés séparément ou réunis à plusieurs pour créer une liaison d'un débit multiple de 64 kbits/s ; en conséquence , on peut avoir deux modes d'accès au réseau RNIS :

- un accès de base consistant deux canaux B full duplex à 64 Kbits/s et un canal D à 16 Kbits/s , soit une liaison à 2B+D , fonctionnant sur une ligne téléphonique ordinaire avec un débit total , si on ajoute la synchronisation et le tramage , de 160 Kbits/s .
- un accès primaire comportant 30 canaux B de 64 Kbits/s et un canal D de 64 kbits/s , soit une liaison à 30B+D nécessitant une ligne à 2 Mbits/s (système E1) .

Codage de ligne , [16]

Le système RNIS utilise deux types de codage :

- le 2B1Q (2 Binary 1 Quaternary) qui fonctionne sur quatre niveaux de tensions électriques , utilise une rapidité de modulation de 80 Kbauds sur la ligne ce qui offre un débit de $2 \times 80 = 160$ Kbits/s . Un tel code fait

correspondre à deux éléments binaires un élément quaternaire ; les niveaux de tensions varient régulièrement de -2.5 V à $+2.5\text{ V}$. L'exemple suivant illustre ce codage :

correspondance des combinaisons binaires :

00 $\rightarrow -2.5\text{ V}$
 01 $\rightarrow -0.83\text{ V}$
 10 $\rightarrow +0.83\text{ V}$
 11 $\rightarrow +2.5\text{ V}$

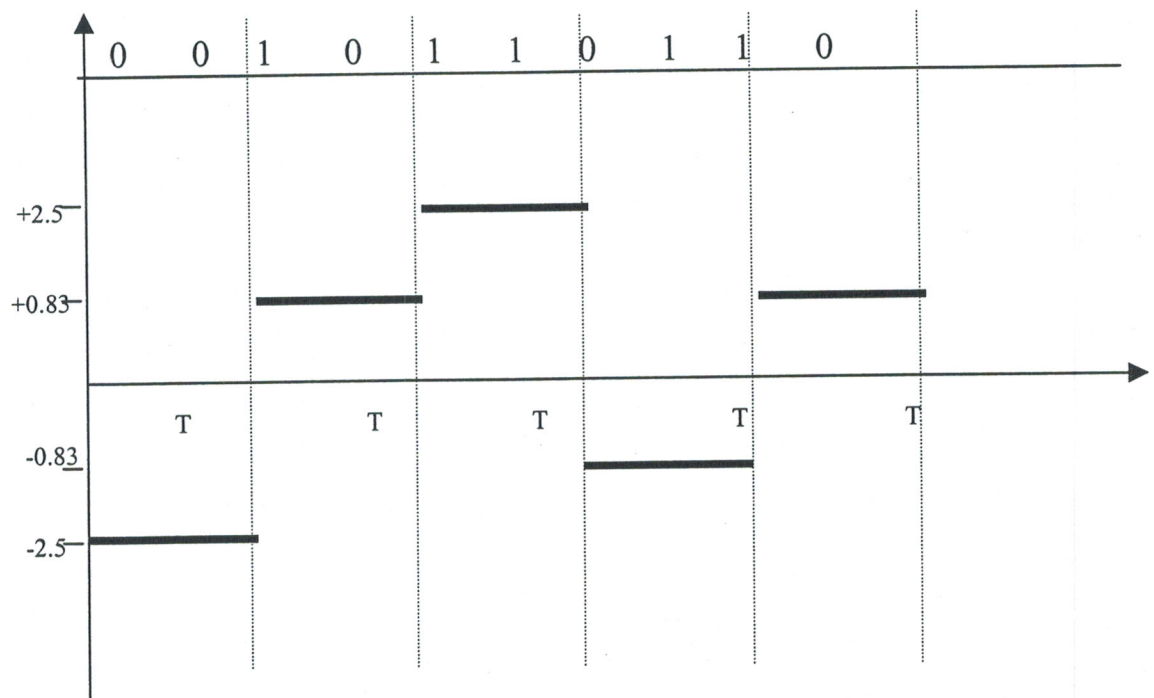


Fig.4.5 Exemple de codage 2B1Q

- le code 4B3T , fait correspondre un mot de trois éléments binaires à un mot de quatre éléments binaires ; les niveaux de tension sont pris dans $[-2.5, 0, +2.5]$, avec la combinaison 000 interdite afin d'éviter des longues suites d'états 0 ; Pour avoir le même débit de 160 kbits/s , la rapidité de modulation doit être égal à :

$$R = \frac{3}{4} D \quad , \quad \text{soit} \quad R = 120\text{ Kbauds} .$$

Exemple d'illustration :

Correspondance

0000 → +2.5 , 0 , -2.5
0001 → +2.5 , 0 , 0
0010 → -2.5 , -2.5 , +2.5
0011 → -2.5 , +2.5 , 0
0100 → -2.5 , -2.5 , 0
0101 → 0 , +2.5 , -2.5
..

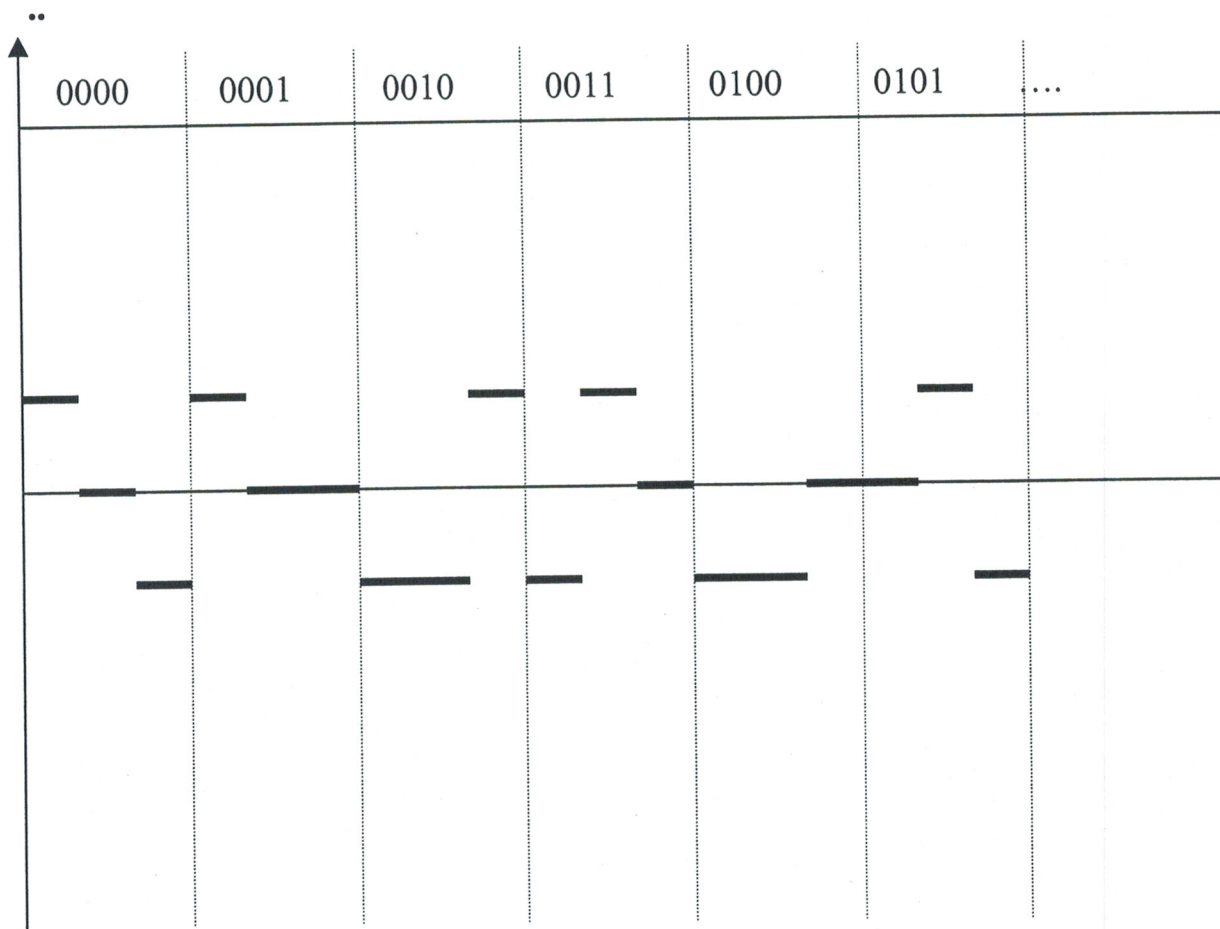


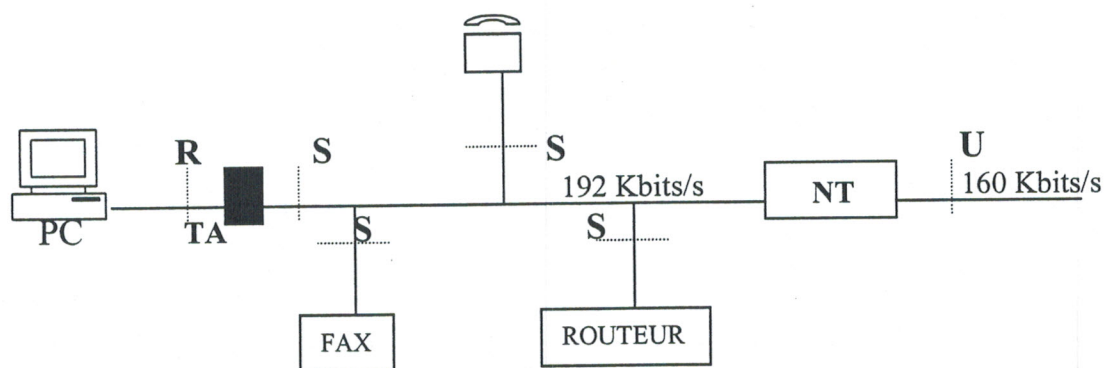
Fig.4.6 Exemple de codage 4B3T

Modulateur numérique RNIS

L'accès de base RNIS utilise une ligne téléphonique ordinaire , cher l'utilisateur un équipement d'extrémité doit être installé appelé TNR (Terminaison Numérique de Réseau) ou NT (Network Termination) . Il est alimenté en énergie à

travers la ligne ; il permet de convertir le bus S quatre fils (chez l'utilisateur au delà du NT) en bus U deux fils (ligne téléphonique) .

Le bus S permet le branchement via l'interface S des terminaux tous numériques qui peuvent être : un téléphone numérique , un fax numérique , un routeur spécialisé pour relier le réseau local à RNIS , ou un micro-ordinateur équipé d'une carte d'interface appelé adaptateur RNIS ou modem numérique ou également Terminal Adapter TA . Des appareils analogiques peuvent être reliés au bus S via le terminal adapter .



Sur le bus S on utilise le codage AMI à un débit brut de 192 Kbits/s reparti comme suit :

1. débit de deux canaux B en mode circuit :
 $2 \times 64 \text{ Kbits/s} = 128 \text{ Kbits/s}$
2. débit du canal D en mode paquet : 16 Kbits/s
 soit donc un débit net de $128 + 16 = 144 \text{ Kbits/s}$
3. débit du multiplexage et de la synchronisation : 48 Kbits/s
 qui fait en tout $144 + 48 = 192 \text{ Kbits/s}$.

Tous les signaux sur le bus S sont groupés en une trame de 48 bits sur $250 \mu\text{s}$, soit $48 \text{ bits} / 250 \mu\text{s} = 192 \text{ Kbits/s}$, répartis comme suit :

$2 \times 8 \text{ bits}$ pour le premier canal B soit 64 Kbits/s ,
 $2 \times 8 \text{ bits}$ pour le second canal B soit 64 Kbits/s ,
 4 bits pour le canal D soit 16 Kbits/s ,
 et enfin 12 bits pour la synchronisation et le multiplexage soit 48 Kbits/s .

Sur le bus U le multiplexage se fait sur des trames de 240 bits sur 1.5 ms
 Soit un débit de $240 \text{ bits} / 1.5 \text{ ms} = 160 \text{ Kbits/s}$ répartis comme suit :

- 18 bits pour la synchronisation + 6 bits pour la gestion , soit :
 $24 \text{ bits} / 1.5 \text{ ms} = 16 \text{ Kbits/s}$.

- 216 bits d'informations (les deux canaux B et le canal D) soit :
216 bits / 1.5 ms = 144 Kbits/s .

Transport des données multimédia via RNIS

De part ses caractéristiques le réseau RNIS offre un choix entre différents types de raccordements , chaque type correspond à un débit donné ; en accès de base par exemple , les deux canaux B sont destinés à véhiculer la voix et les données séparément pour un débit de 64 Kbits/s pour chaque canal, ils peuvent par ailleurs être regroupés pour former un canal à 128 Kbits/s qui sera partagé suivant l'application .

Le standard H320 fixe les modalités de transmission de données multimédia numériques via le réseau RNIS , il repose sur la norme H261 (n x 64 Kbits/s). On utilise soit une voie (canal B) pour l'image et une voie pour la parole (comprimée à 8 Kbits/s) et les données , soit les deux voies ensemble (les deux canaux B) , et dans ce cas , les 128 Kbits/s seront partagés par la voix , les données et la vidéo (exemple : la voix à 8 Kbits/s , les données également à 8 Kbits/s et la vidéo à 112 Kbits/s) .

RNIS en Algérie

Beaucoup de spécialistes de la communication relèvent en Algérie un manque de stratégies et de politique claire dans le domaine des technologies de l'information et de la communication .

Il est évident que le taux de pénétration reste encore très faible (peu de gens ont une ligne téléphonique , le matériel informatique est cher par rapport au pouvoir d'achat) pour déployer des grandes infrastructures de communications .

Mais , on estime par ailleurs aujourd'hui , que l'Algérie devra exploiter les ressources qui sont déjà disponibles et lancer le RNIS . Le réseau est à 80% numérique et le lancement des services RNIS ne nécessite pas de grandes interventions , si ce n'est que le changement au niveau des centraux de commutation des LSM par des D-LSM (Digital Line Switch Module) et une intervention au niveau du logiciel pilote se trouvant logé dans le Central Processor CP !! pas de panique , tout cela a été prévu par le constructeur ERICSSON .[21]

4.3) SOLUTION ADSL

Les techniques DSL (Acronyme de Digital Subscriber Line) visent essentiellement à accroître les débits sur la paire téléphonique ; celle-ci possède , en effet , une bande passante d'environ 1.1 MHz mais inexploitée à cause des filtres installés de part et d'autre .

Le génie de ces techniques se justifie par partage de la bande disponible en deux canaux :

- un canal étroit réservé pour la communication vocale , appelé également POTS (Plain Old Telephone Service) qui s'étend de 0 à 4 KHz , et
- un canal large bande affecté à la transmission moyen-haut débit des données numériques , qui s'étend entre environ 20 KHz et 1.1 MHz .

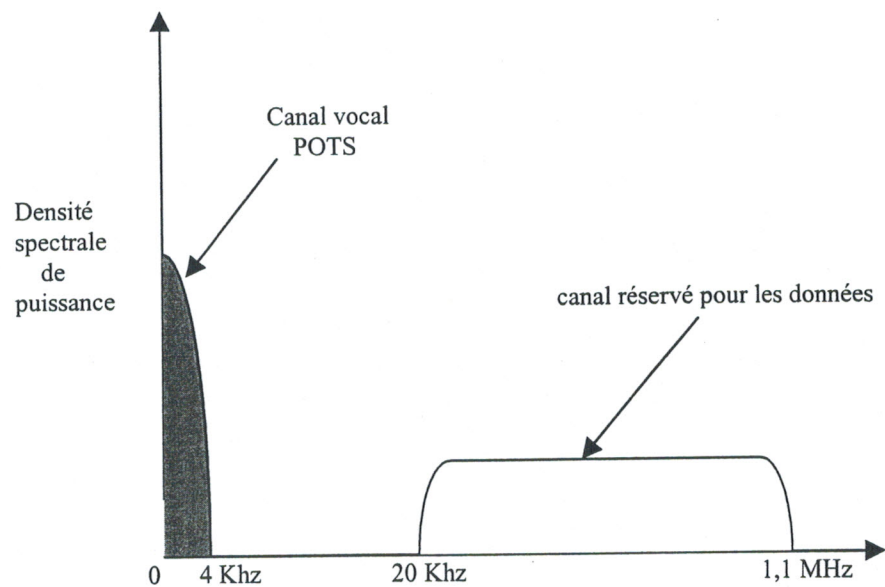


Fig.4.7 Répartition de la bande de la ligne téléphonique dans le modèle DSL

Les deux canaux sont multiplexés grâce à un filtre splitter . Cette approche permet à l'utilisateur de communiquer par téléphone tout en échangeant des données multimédia .

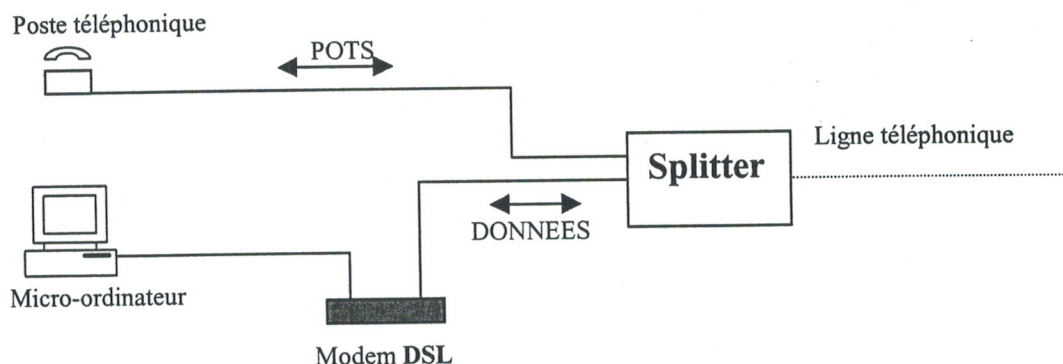


Fig.4.8 Schéma de principe d'une liaison par modem DSL

Il existe deux variétés de procédés DSL :

- La variété symétrique (les vitesses de transfert sont identiques dans les deux sens) qui regroupe trois technologies :

1. SDSL (Single Line DSL) elle permet en utilisant une ligne téléphonique ordinaire d'obtenir un débit identique à celui d'une ligne spécialisée E1 soit 2 Mbits/s ; elle se présente donc comme un substitut économique aux liaisons spécialisées de courte distance (inférieures à 6 Km) .
2. HDSL (High bit rate DSL) débit de 2 Mbits/s sur deux paires téléphoniques .
3. VDSL (Very high bit rate DSL) symétrique ou asymétrique , encore au stade d'essai , elle permet des débits très élevés (jusqu' 50 Mbits/s) mais sur de courtes distances (300 à 1500 mètres) .

- La variété asymétrique : ADSL (Asymetric DSL) ainsi appelé parce que la bande passante du canal réservé aux données est divisé en deux sous canaux , un canal réduit pour l'émission (sens montant) offrant un débit de 64 Kbits/s à 640 Kbits/s , et un canal large pour la réception (sens descendant) offrant un débit de 1.5 Mbits/s à 8 Mbits/s .

Un modem ADSL simplifié et moins cher est sorti dernièrement sur le marché : ADSL-light , les débits sont limités respectivement à 512 Kbits/s et 1.5 Mbits/s ; il convient parfaitement pour la connexion au réseau Internet .

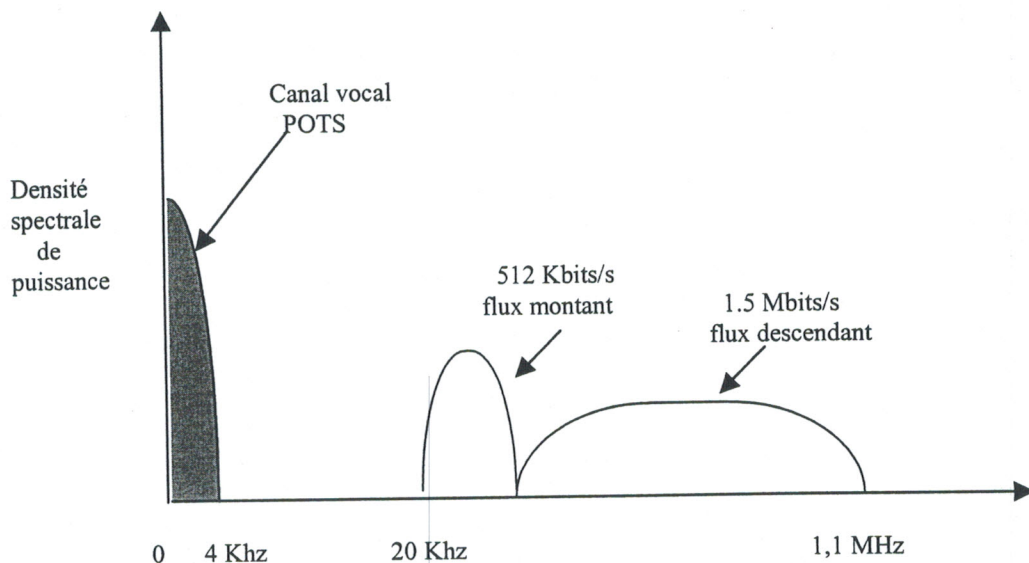


Fig.4.9 Partage asymétrique de bande réservée pour les données

Désormais , on ne considérera que l'ADSL qui est déjà mise au point et testée dans plusieurs pays .

Techniques de modulation

Deux techniques de modulation pour l'ADSL se disputent le marché aujourd'hui :

- La première appelée **CAP** (Carrierless Amplitude Phase) reposant sur la technique QAM : modulation par déplacement d'amplitude de deux porteuses en quadrature ou plus généralement MDAP : modulation par déplacement d'amplitude et de phase avec suppression de porteuse. Une combinaison de bits est associée à chaque point de la constellation . Celle-ci sera choisie en fonction de la bande disponible et le débit désiré. Cependant , en fonction de la qualité de la ligne , les algorithmes CAP peuvent étendre ou contracter ces constellations : CAP-64 , CAP-128 , CAP-256 , ..
- La seconde appelée DMT (Discrete Multi-Tone) est plus performant et normalisé . Il consiste en la subdivision de la bande entre 20 KHZ et 1.1 MHz en 256 sous-bandes distinctes de 4 KHz chacune , et le partage du

débit total entre ces sous-canaux ; chaque sous-canal transmet par modulation QAM un débit qui lui soit adapté .

La division de la bande passante disponible en un ensemble de sous-bandes indépendantes , est la clé des performances obtenues par DMT . En mesurant la qualité de chaque sous-canal et en allouant un nombre de bits par canal qu'il doit transporter , basé sur la qualité de ce sous-canal (c-à-d son rapport signal à bruit) , en évitant d'utiliser des sous-canaux de la bande passante où l'atténuation du signal est trop importante ; ainsi la DMT optimise la transmission sur chaque ligne .[34]

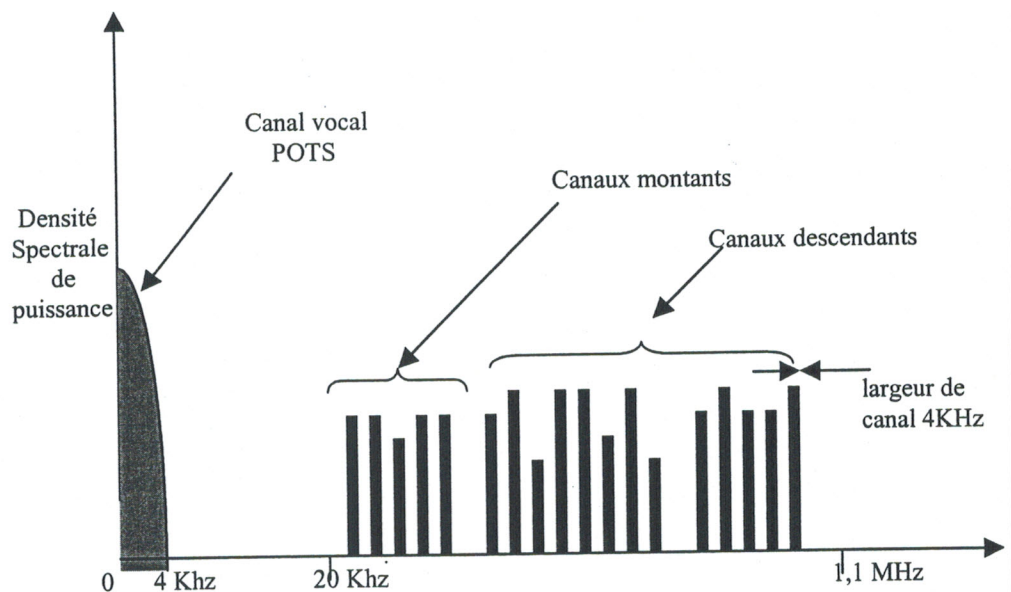


Fig4.10 Principe de la modulation DMT

La qualité de chaque sous-canal est constamment surveillé et des ajustements sont réalisés sur la distribution des bits pour maintenir les performances désirées . Quand la qualité d'un sous-canal se dégrade au point que les performances du système soient compromises , un ou plusieurs bits de ce sous-canal sont déplacés vers un canal qui peut transporter des bits supplémentaires . Cette possibilité d'ajustement à la qualité de la ligne fait de la DMT une technologie particulièrement adaptée au réseau téléphonique commuté dont la qualité peut être inégale suivant les localisations géographiques .

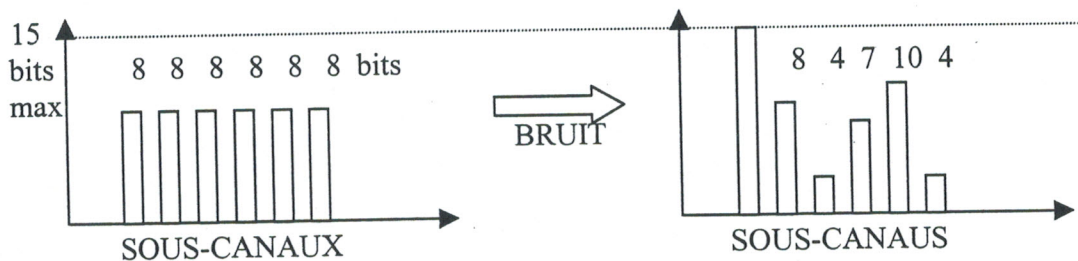


Fig4.11 Ajustement des débits par canal en cours de transmission
 ($8+8+8+8+8+8=48$ bits et $15+8+4+7+10+4=48$ bits)

L'ADSL est une technologie de communication relativement nouvelle , à la fois fiable et robuste , qui permet sur le réseau téléphonique existant , sans infrastructures d'installations ou travaux de génie civil , de transmettre des débits importants .

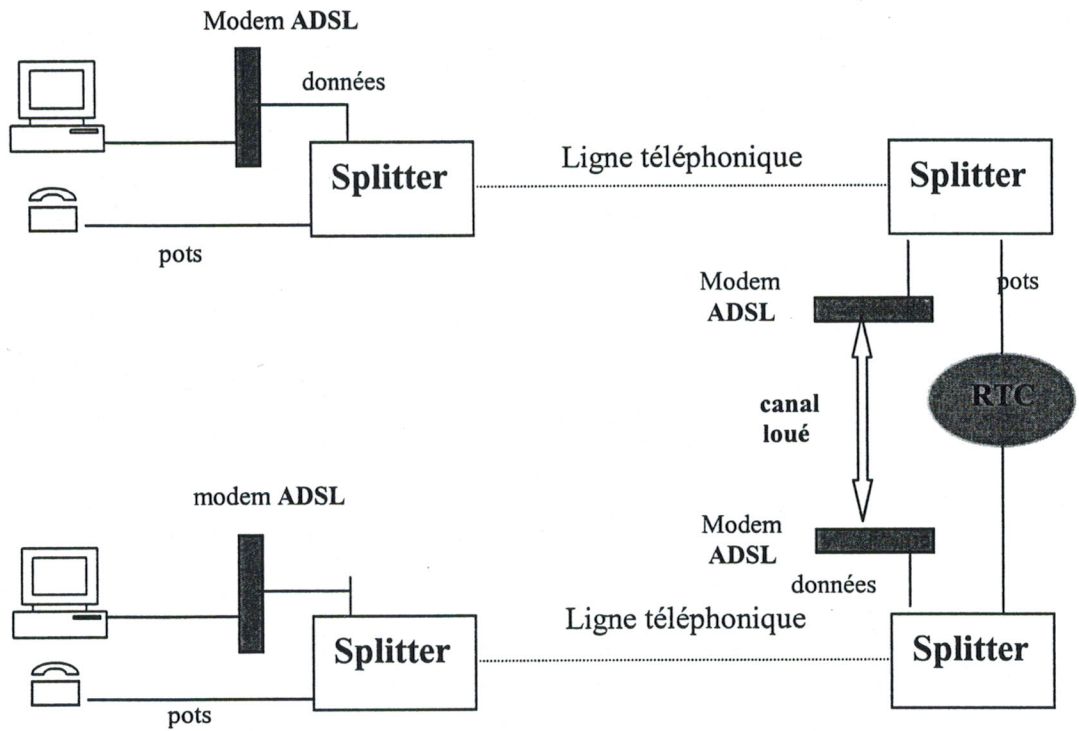
Elle nous conviendrait parfaitement dans la mesure où notre flux de données médicales est important , compte tenu de la qualité visée ; le débit qu'elle offre est très intéressant vis à vis du coût d'investissement . Mais seulement , il faudra encore une fois que l'opérateur des PTT se dote de telle technologie pour pouvoir offrir ce service .

Deux cas de figures se présentent pour l'utilisation de l'ADSL , en Algérie :

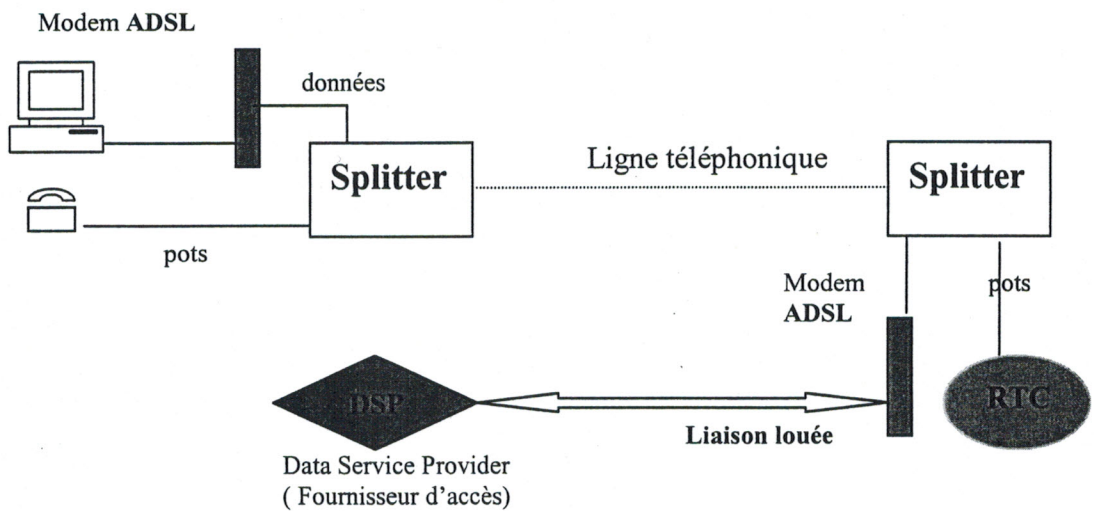
Liaison haut débit point à point :

En absence de réseau de transmission de données haut débit , la seule solution qui nous est permise est utilisation du réseau de transport du réseau RTC en louant un canal haut débit suivant nos besoins .

Schéma de principe :



Raccordement haut débit à un fournisseur d'accès :



4.4) RESEAU SATELLITAIRE :

Une autre solution permettant de s'affranchir de l'engorgement du débit causé par la boucle locale du réseau RTC , est l'utilisation du réseau de satellites **LEO** (Low Earth Orbit) . Ceux sont des satellites à défilements , placés en orbite basse (700 Km à 1400 Km contre 36000 Km pour les satellites géostationnaires) , survolant la terre à une vitesse de 20000 Km/h .

Pour la couverture de toutes les régions du globe , on lance un nombre important de satellites (des dizaines : Globalstar 48 satellites , Iridium 66 , Skybridge 80 , voire des centaines le cas de teledesic 288 satellites) , on forme ainsi une constellation de satellites LEO .

La couverture d'un point donnée ne dure qu'une dizaine de minutes , la liaison est basculée sur le satellite suivant (handover) .

Pour avoir une connexion par satellite , il faut disposer d'une antenne **VSAT** (Very Small Aperture Terminal) , une carte satellite et un abonnement ; les débits autorisés vont de quelques centaines de Kbits/s à 2 Mbits/s .[30] , [31]

CHAPITRE V

PROTOCOLES

DE

COMMUNICATIONS

Vu qu'aujourd'hui la majorité des réseaux transportent les données informatiques en mode asynchrone , la télémedecine comme application multimédia temps réel se voit heurter pour son implémentation sur réseau , à des problèmes de délais de transmission , de gigue, de perte de paquets et de variation de bandes passantes ; le contenu de ce chapitre est consacré à quelques protocoles de différentes couches ayant des liens étroits avec ces défauts .

5.1) MODELE OSI (OPEN SYSTEM INTERCONNECTION)

Le modèle OSI (Open System Interconnection) représente la norme établie par l'Internationnal Standard Organization ISO , pour permettre à des équipements hétérogènes issus de différents constructeurs d'échanger des données informatiques .

Le modèle OSI est basé sur un découpage en sept couches , chaque couche est constituée d'éléments matériels et logiciels permettant une fonctionnalité particulière du réseau .

Couche.7	Application
Couche.6	Présentation
Couche.5	Session
Couche.4	Transport
Couche.3	Réseau
Couche.2	Liaison
Couche.1	Physique

Architecture en couches du modèle OSI

Les couches 1 , 2 , 3 et 4 sont des couches dites basses orientées transmission : connexion physique , liaison logique , acheminement des paquets dans le réseau et finalement transport point à point .

Les couches 5 , 6 et 7 sont des couches dites hautes orientées traitement : ouverture/fermeture d'une session , présentation des données et services application .

5.2) PROTOCOLES

Un protocole est un ensemble de règles et de procédures à respecter pour émettre et recevoir des données sur une liaison point à point ou multipoint (réseau) . Il s'agit en fait , d'une méthode standard qui permet la communication entre machines .

Les protocoles opèrent à plusieurs niveaux du modèle OSI ; HDLC, SLIP , PPP sont des protocoles qui travaillent au niveau deux (couche liaison), les protocoles X25 ,IP , IPX par exemple assurent l'acheminement des données respectivement sur les réseaux DZPAC , Ethernet , Netware ; donc ils appartiennent au niveau trois (couche réseau); TCP , UDP , sont des protocoles qui travaillent au niveau quatre du modèle OSI (couche transport) , etc ...

On classe généralement les protocoles en deux catégories :

- les protocoles en mode connecté ou encore protocoles orientés connexion , ils s'agit de protocoles opérant un contrôle de transmission de données pendant la communication .Le destinataire envoie un accusé de réception (acquittement) systématique ou global par fenêtre d'anticipation , ainsi l'émetteur est garant de la validité des données qu'il envoie , exemple TCP .
- les protocoles en mode non connecté ou encore protocoles orientés non connexion , il s'agit là d'un mode de communication dans le quel l'émetteur envoie des données sans se préoccuper du destinataire , celui-ci reçoit également les données sans lui envoyer d'avis d'accusé de réception , exemple UDP .

5.3) PROTOCOLE COUCHE LIAISON

De nombreux protocoles de liaison ont été mis au point . Les premiers d'entre eux permettaient une simple transmission de données entre deux machines , puis certains furent dotés d'un contrôle d'erreurs et ensuite l'adressage de machines , intégration d'autres protocoles , ..

Il existe désormais deux grands protocoles de liaison très utilisés :

5.3.1) Le protocole HDLC ou LAP-B

Acronyme de Link Acces Protocole –Balanced , normalisé par UIT-T est un protocole destiné surtout pour les liaisons point à point équilibrées (balanced) en duplex intégral , qui représente un cas particulier du protocole HDLC (High Level Data Link Control) .[38]

Il consiste en le découpage du message d'informations en segments ; chaque segment sera encapsulé dans une trame de format unique :

01111110	Adresse	Commande	Information	FCS	01111110
----------	---------	----------	-------------	-----	----------

Fanion : de configuration binaire unique 01111110 , annonce le début et la fin de chaque trame HDLC ; ce qui permet la synchronisation . La combinaison de bits correspondante est interdite dans le champ information .

Champ adresse : sur 8 bits , designe la station secondaire concerné ; pour une liaison point à point on prend les valeurs suivantes 00000001 et 00000011 .

Champ de commande : sur 8 bits également , permet de définir le type de trame en question , s'agit-elle d'une trame de type information (I) ,de type supervision (S) , ou de type unnumbered (U) .

Trame I : ce type de trame transporte l'information , le numéro de la trame est contenu dans le champ commande tel que :

0	N(s)	P/F	N(r)
---	------	-----	------

le compteur N(s) de 0 à 7 , désigne le numéro de la trame courante ; le compteur N(r) de 0 à 7 , désigne le numéro de trame suivante . L'acquittement des trames se fait au plutard après la septième trame .

P/F : poll bit/final bit (P=0 réception sans réponse , P=1 demande d'acquittement , F=1 passage de la main) .

Trame S :ce type de trame ne transporte pas d'information , elle est utilisée comme accusé de réception et permet de contrôler le flux de données sur une liaison ,

1	0	S	S	P/F	N(r)
---	---	---	---	-----	------

Les bits SS peuvent avoir les combinaisons suivantes :

SS = 00 (RR (Receive Ready)

SS = 01 (REJ (Reject)

SS = 10 (RNR (Receive not Ready)

SS = 11 (SREJ (Selective Reject)

Trame U : trame non numérotée , utilisée pour la gestion de la liaison ,les cinq bits U permettent d'avoir 2 puissance 5 soit 32 commandes possibles .

Champ informations : contient le segment de données préalablement découpées , sa longueur peut aller de 32 à 256 octets .

Champ FCS : Frame Check Sequence sur 16 bits , permet le contrôle d'erreurs .

5.3.2) Protocole PPP

Le protocole point to point PPP est un protocole de liaison de données assurant l'échange des données de manière fiable sur une liaison reliant deux machines (cas d'une liaison téléphonique par modem par exemple). Les trames du protocole PPP sont basées sur celles du protocole HDLC ; elles sont très proches donc des trames LAP-B , puisque la liaison en question est de type équilibrée full duplex .

PPP est en réalité un ensemble de trois protocoles :

- Un protocole d'encapsulation de paquets
- Un protocole de contrôle de liaison LCP (Link Control Protocol)
- Un ensemble de protocoles de contrôle de réseau (en cas de figure) , NCP Network Control Protocol permettant des contrôles d'intégration de PPP au sein de protocoles de couche réseau .

La structure des trames standards du protocole PPP est la suivante :

Fanion 01111110	Adresse 11111111	Contrôle 00000011	Protocole 8/16 bits	Informations
--------------------	---------------------	----------------------	------------------------	--------------

Padding	FCS 16/32 bits	Fanion 01111110
---------	-------------------	--------------------

Flag (fanion) : tout comme pour le protocole LAB-B, les trames sont délimitées par un fanion en l'occurrence la séquence binaire 01111110 .

Le champ adresse : en mode standard ce champ contient l'adresse 11111111 de diffusion . L'intérêt est que si un réseau est relié derrière la liaison point à point , toutes les machines en aval recevront les messages qui transitent par la liaison point à point , cela simplifie la diffusion de messages à un ensemble de machines car il suffit pour cela d'envoyer le message à une adresse unique.

Le champ contrôle : la séquence binaire standard 00000011 ou l'on a P/F=0 indique que la trame est une trame d'information non numérotée UI (Unnumbered Information) ; il est possible d'utiliser un mode numéroté pour plus de fiabilité .

Le champ protocole : ce champ ne figure pas dans le protocole HDLC donc il est propre à PPP ; il indique sur 8/16 bits le numéro du protocole qui transmet des données dans le champ information ; c'est le principe de l'encapsulation qui permet à un protocole de couche supérieure de transférer des données par l'intermédiaire du champ d'information d'une trame PPP standard . A chaque protocole est associé un numéro , à titre d'indication on a :

De 0000 à 3FFF (protocoles de la couche réseau , IP par exemple figure sur cette liste)

De C000 à FFFF (protocoles de contrôle de la couche liaison de données , LCP par exemple) .

Le champ information : de longueur variable , contient les données à transmettre .

Le champ padding (bourrage) : afin de pouvoir mettre en œuvre le contrôle d'erreurs , la longueur d'une trame est limitée par le MRU (Maximum Receive Unit) dont la valeur par défaut est 1500 octets ; le champ bourrage contient des bits non significatifs qui complètent toute trame de longueur inférieure au MRU . c'est au protocole auquel sont destinées les données de faire la différence entre le champ information et bourrage .

Le champ détecteur d'erreurs FCS (Frame Check Sequence) : le code détecteur d'erreurs place ici de l'information redondante afin de détecter si une erreur s'est produite lors de la transmission ; le calcul est effectué sur l'ensemble des champs adresse+contrôle+protocole+information+bourrage , le système utilisé est un contrôle polynomial de polynôme générateur $1+x^{**5}+x^{**12}+x^{**16}$ si le codage se fait sur 16 bits valeur par défaut .Il est également possible d'utiliser un codage sur 32 bits , cela réduit le taux d'erreurs mais diminue le débit .[16]

Compression des champs adresses et contrôle :

Dans les transmissions à hauts débits où l'on cherche à limiter les répétitions inutiles , les trames peuvent être compressées en supprimant les champs adresse et contrôle . A la réception si les deux premiers octets ne sont pas FF et 03 , le récepteur en déduit que la trame a été compressée et agit en conséquence .

Compression du champ protocole :

A priori codé sur deux octets , ce champ peut être réduit à un octet .

Numérotation des trames :

Contrairement au protocole LAP-B , PPP ne numérote pas les trames , les paquets transportés étant par défaut en mode sans connexion ; cependant pour avoir une transmission très fiable , il est possible de négocier pendant la phase d'établissement de la liaison , l'utilisation du mode connecté où les trames seront numérotées .

Le protocole LCP : Link Control Protocol

Il s'agit d'un protocole qui travaille sous PPP , son rôle est d'établir , de configurer , de tester et de fermer la liaison de données . LCP transmet ses données en les encapsulant dans des trames de PPP ; un paquet et un seul est encapsulé dans le champ information de chaque trame PPP , dont le champ protocole a pour valeur C021 code du LCP .

Format du paquet LCP :

8 bits	8 bits	16 bits	variable
Code	Identifieur	Longueur	DONNEES

Le champ code : grâce à un numéro prédéfini , indique le type de paquet émis .

De 1 à 4 : paquets de configuration (1-Request, 2-Ack,3-Nak,4-Reject)

De 5 à 6 : paquets de terminaison (5-Request , 6-Ack)

De 7 à 11 : paquets de maintenance (code-reject, protocol-reject,echo-request,echo-reply,disart-request) .

Le champ identification : dans le champ code chaque paquet est indiqué par un numéro , la réponse à ce paquet devra porter le même numéro ; cette méthode aide à faire correspondre les demandes et les réponses .

Le champ longueur : sert à donner sur 16 bits la longueur du paquet dans sa totalité , sa valeur permet de savoir où se termine le paquet et où commence le bourrage .

Le champ données : contient les éventuels paramètres négociés .

Etablissement de la liaison par LCP

La machine qui désire établir une liaison doit commencer par transmettre un paquet de configuration du type Configure-Request (code 1), le champ de données de ce type de paquet contient les changements désirés par rapport aux

valeurs par défaut des options . Trois cas se présentent pour la machine réceptrice , lorsqu'elle reçoit le paquet de négociation elle répond par :

- Configure-Ack (code 2) si tout est bon , les champs identification et données du Configure-Ack sont alors des copies de ceux du Configure-Request auquel le paquet répond .
- Configure-Nak (code 3) si les options désirées prennent des valeurs non acceptables par le récepteur , le champ données contient alors une copie des paramètres rejetés .
- Configure-reject (code 4) si les options ne sont pas connues du récepteur .

La configuration est complète lorsque les deux machines ont envoyé un Configure-Request et reçu un acquittement de ce paquet par Configure-Ack ;

5.4) PROTOCOLES COUCHE RESEAU

5.4.1) Protocole IP

Le protocole IP fait parti de la couche Internet de la suite TCP/IP ; c'est un protocole qui fonctionne en mode non connecté , il est basé sur le principe de datagrammes qui sont transmis d'une manière transparente mais pas forcément fiable d'un expéditeur vers sa destination éventuellement via différents réseaux . IP s'occupe donc de l'adressage et du routage des datagrammes (protocole de niveau 3 réseau du modèle OSI) ; les datagrammes peuvent emprunter des chemins différents sur le réseau pour aller de la source vers le destinataire .[10]

Structure d'un datagramme IP

4 bits	4 bits	8 bits	16 bits	
version	IHL	TOS	TL	
ID Identificateur		FO	Déplacement de fragment	
TTL	Protocole		Header Checksum	
Adresse IP source				
Adresse IP destinataire				
DONNEES				

Version : codée sur quatre bits , il s'agit de la version du protocole IP que l'on utilise afin de vérifier la validité du datagramme ; actuellement on utilise la version 4 Ipv4 .

IHL(Internet Header Length) : codé sur 8 bits donne la longueur en multiples de 32 bits de l'entête IP .

TOS(Type Of Service) : codé sur 8 bits spécifie le service réseau (service priorité peu implémenté dans les routeurs , service de bande passante , ...) .

TL(Total Length) : sur 16 bits , longueur totale du datagramme en octets , utilisé conjointement avec la longueur d'entête , ce champ permet de déterminer où sont situées les données .

ID(Identification) 16 bits , FO 3 bits , et déplacement 13 bits : sont des champs qui servent à la fragmentation des datagrammes au passage par les routeurs .

TTL(Time To Live) : sur 8 bits indique la durée de vie du datagramme .TTL est un compteur qui est décrémenté à chaque passage dans un routeur , lorsqu'il est à zéro le datagramme est détruit ; ce mécanisme évite aux datagrammes de tourner au rond dans le réseau en cas de congestion .

Protocole : sur 16 bits indique de quel protocole est issu le datagramme IP : 6 pour TCP, 17 pour UDP, 1 pour ICMP , ...

Header Checksum : ce champ contient une valeur codée sur 16 bits qui permet de contrôler l'intégrité de l'entête , afin de déterminer si celui-ci n'a pas été altéré pendant la transmission ; elle est calculée en faisant le complément à un de tous les mots 16 bits de l'entête .

Adresse IP source , Adresse IP destinataire : ces champs permettent l'adressage des machines dans le réseau .

5.4.2) Adressage IP

Comme il est connu déjà une adresse IP est une adresse 32 bits (4 octets) notée sous forme de 4 nombres entiers séparés par des points . On distingue en fait deux parties dans l'adresse IP : une partie des nombres à gauche désigne le réseau ou net ID , et une partie droite désigne les ordinateurs de ce réseau ou hostID . selon le nombre d'octets qui représentent le réseau , les adresses IP peuvent être répartis 3 classes :

Classe A : le premier octet représente le réseau , les 3 autres représentent les ordinateurs , le bit de poids fort du premier octet est à zéro , ce qui donne des adresses réseau de 1.0.0.0 à 126.0.0.0 .

Classe B : les 2 premiers octets représentent le réseau , les 2 premiers bits sont 10 ce qui donne donc les adresses réseau possibles 128.0.0.0 à 191.255.0.0 .

Classe C : les 3 premiers octets représentent le réseau , les 3 premiers bits sont 110 , les adresses disponibles sont 192.0.0.0 à 223.255.255.0 .

L'attribution des adresses IP se fait selon la taille du réseau , ainsi les adresses de classe A sont réservées aux très grands réseaux , tandis que l'on attribuera les adresses de classe C à de petits réseaux .

Les adresses 10.0.0.0 à 10.255.255.255

172.16.0.0 à 172.31.255.255

192.168.0.0 à 192.168.255.255

sont réservées pour faire communiquer d'une façon interne des ordinateurs reliés à un proxy.

5.4.3) Fragmentation et routage de datagrammes IP

Le routage des datagrammes IP fait parti intégrante de la couche IP de la pile TCP/IP .Il est assuré par les routeurs grâce aux tables de routage . Les datagrammes IP circulent en général dans des réseaux différents donc de MTU (Maximum Transfer Unit) différentes , d'où nécessité de fragmentation des datagrammes lors d'une transition d'un réseau d'une MTU importante à un réseau de MTU plus petite , cette opération se au niveau des routeurs , la taille des fragments est multiples de 8 octets .

5.5) PROTOCOLE COUCHE TRANSPORT

5.5.1) Protocole TCP (Transmission Control Protocol)

TCP est l'un des principaux protocoles de la couche transport du modèle TCP/IP , il permet au niveau des applications de gérer des données en provenance ou à destination de la couche inférieure du modèle c-à-d le protocole IP .

Lorsque les données sont fournées au protocole IP , celui-ci les encapsule dans des datagrammes IP en fixant le champ protocole à 6 (TCP) .

TCP est un protocole orienté connexion , il permet de contrôler l'état de la transmission grâce à un système d'accusés de réception indépendamment des couches inférieures ; cela permet aux applications de communiquer d'une façon fiable .

Format des données TCP :

Port source (16 bits)				Port destination (16 bits)			
Numéro d'ordre							
Numéro d'accusé de réception							
Décalage e données	6bits réserves	U R G	A C K	P S H	R S T	S Y N	F I N
Somme de contrôle						FENETRE	
Pointeur d'urgence						Remplissage	
OPTIONS							DONNEES

- Port Source (16 bits): Port relatif à l'application en cours sur la machine source
- Port Destination (16 bits): Port relatif à l'application en cours sur la machine de destination
- Numéro d'ordre (16 bits): Lorsque le drapeau SYN est à 0, le numéro d'ordre est celui du premier mot du segment en cours. Lorsque SYN est à 1, le numéro de séquence est le numéro de séquence initial utilisé pour synchroniser les numéros de séquence (ISN)
- Numéro d'accusé de réception (32 bits): Dernier segment reçu par le récepteur
- Décalage des données (4 bit): il permet de repérer le début des données dans le paquet. Le décalage est ici essentiel car le champ d'options est de taille variable
- Réserve (6 bits): Champ inutilisé actuellement mais prévu pour l'avenir
- Drapeaux (flags) (6x1 bit): Les drapeaux représentent des informations supplémentaires:
 - URG: si ce drapeau est à 1 le paquet doit être traité de façon urgente
 - ACK: si ce drapeau est à 1 le paquet est un accusé de réception
 - PSH (PUSH): si ce drapeau est à 1, le paquet fonctionne suivant la méthode PUSH
 - RST: si ce drapeau est à 1, la connexion est réinitialisée
 - SYN: si ce drapeau est à 1, les numéros d'ordre sont synchronisés

- FIN: si ce drapeau est à 1 la connexion s'interrompt

- Fenêtre (16 bits): Champ permettant de connaître le nombre d'octets que le récepteur souhaite recevoir sans accusé de réception
- Somme de contrôle (Checksum ou CRC): La somme de contrôle est réalisée en faisant la somme des champs de données de l'en-tête, afin de pouvoir vérifier l'intégrité de l'en-tête
- Pointeur d'urgence (16 bits): Indique le numéro d'ordre à partir duquel l'information devient urgente
- Options (Taille variable): Des options diverses
- Remplissage: On remplit l'espace restant après les options avec des zéros pour avoir une longueur de 32 bits .

Le protocole TCP permet le multiplexage sur une même ligne de données provenant d'applications diverses , cette opération est réalisée grâce au concept de ports (sockets : adresse IP + port) ; un numéro 16 bits associé à un type de service (http , IRC , FTP ,...) , qui combiné à une adresse IP permet de déterminer de façon unique une application qui tourne sur une machine donnée .

Le protocole TCP permet d'assurer le transfert des données d'une façon fiable , bien qu'il utilise le protocole IP qui n'intègre aucun contrôle de livraison de datagrammes .Lors de l'émission d'un segment , un numéro d'ordre (16 bits) est associé ; à la réception , après un certain nombre de séquences (champ fenêtre) , un accusé de réception est nécessaire , cela se fait par le drapeau ACK=1, accompagné d'un numéro d'accusé de réception égal au numéro d'ordre précédent .

5.5.2) Protocole UDP

Le protocole UDP (User Datagram Protocol) est un protocole non orienté connexion de la couche transport du modèle TCP/IP . Ce protocole est très simple étant donné qu'il ne fournit pas de contrôle d'erreurs de transmission par acquittements .

Format du datagramme UDP :

Port source (16 bits)	Port destinataire (16 bits)
Longueur	Checksum
DONNEES	

La télémedecine , comme on l'a déjà signalé dans les premiers chapitres , fait partie d'un ensemble d'applications de communication multimédia qui sont gourmands en bande passante et nécessitent un transfert en temps réel .

Faire de la télémedecine aujourd'hui sur un réseau partagé comme Internet , semble heurter quelques difficultés , notamment : la disponibilité des ressources du réseau est imprévisible donc pas de garantie de bande passante , il faut ajouter à cela que le réseau est à commutation de paquets où chaque datagramme est routé indépendamment des autres ; la technologie actuelle ne peut donc garantir que les données temps réel atteignent la destination sans avoir été mélangées et saccadées .

Nous allons passer dans ce paragraphe , les principaux protocoles qui sont utilisés aujourd'hui sur Internet et leurs limites à assurer un transfert multimédia temps réel .

Comme nous l'avons vu , le protocole IP est sans connexion non fiable ; ceci signifie qu'il n'y a pas de mécanisme de contrôle de flux et qu'une transmission sans erreurs ne peut être garantie du fait que la durée de vie des datagrammes est limitée par le compteur TTL .

TCP par contre , est un protocole qui fonctionne en mode connecté et qui va assurer la fiabilité de la transmission que ne gère pas IP . lorsqu'un datagramme est reçu par le destinataire , il est acquitté , si ce n'est pas le cas , il est réémis ; En pratique TCP fonctionne avec un mécanisme de fenêtres d'anticipation , s'il n'y a pas d'acquittements on fait repartir la fenêtre d'émission du début ; ainsi ,

s'il y a perte importante de datagrammes , les délais s'allongent et peuvent avoir des conséquences désastreuses au niveau de l'application temps réel . TCP est donc un protocole fiable mais très lent pour faire du temps réel sur IP .Un autre problème lié à la synchronisation : les datagrammes ne sont pas horodatés par IP ni par TCP .[1]

Le protocole UDP contrairement à TCP , est un protocole orienté non connexion . L'entête du datagramme UDP a été simplifié à l'extrême , il se contente pratiquement de multiplexer et de démultiplexer selon les voies logiques , les informations qui sortent ou arrivent des applications ; il n'y a pas d'acquittements de messages comme dans le cas de TCP , et donc pas de réémission ni de contrôle de congestion . Ces caractéristiques permettent d'accélérer le processus de communication , cependant , il ne permet pas de gérer la synchronisation (pas d'horodage des données non plus) et la remise en ordre des informations .

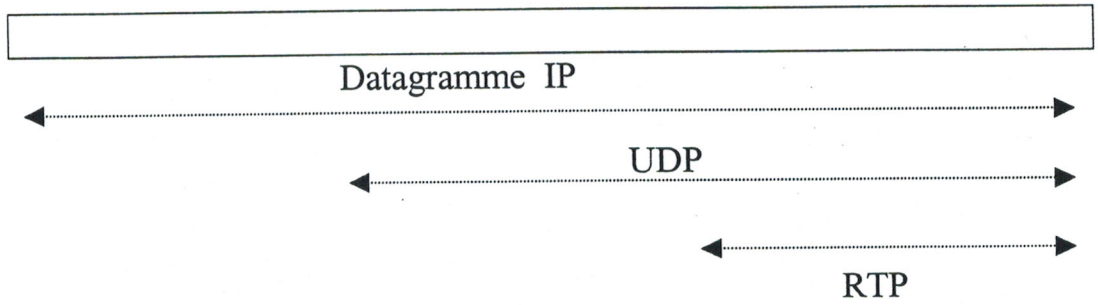
Ces fonctionnalités indispensables pour la transmission du multimédia temps réel , devront être implémentées dans les couches supérieures par des protocoles de type RTP (Real Time Protocol) et RSVP (Ressource ReSerVation Protocol) .

RSVP est un protocole de contrôle de réseau qui permet au destinataire des données de demander une connexion de bout en bout à travers le réseau . L'application temps réel utilise RSVP pour réserver les ressources nécessaires au niveau des routeurs situés le long du chemin de manière à ce que la bande passante nécessaire puisse être disponible lorsque la communication aura lieu .

RTP est également un protocole basé sur IP , fournissant un support logique pour le transport de données en temps réel . Les services fournis par RTP consistent en la reconstruction temporelle , la détection de perte et l'identification du contenu .

Comme on l'a vu précédemment , les réseaux IP sont des réseaux orientés non connexion , les datagrammes peuvent suivre des chemins différents entre la source et la destination ; de ce fait , les datagrammes envoyés sur le réseau ont un délai non prévisible , cependant les applications multimédia demandent un temps de réponse approprié dans la transmission des données .

RTP fournit un système d'horloge et une numérotation des séquences pour pouvoir prendre garde du problème de temps . Toutes ces propriétés sont implémentées dans l'entête de paquet UDP/IP :



RTP fournit donc des services de bout en bout pour les applications temps réel , cependant il ne fournit aucun mécanisme pour assurer la délivrance à temps , il dépend de RSVP pour la réservation des ressources et pour fournir la connexion demandée .

CHAPITRE VI

PRESENTATION DE L'APPLICATION MLAN

6.1) PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

On présente dans ce chapitre une application développée en Delphi , permettant une liaison point à point duplex entre deux terminaux d'un même réseau local . L'application est basée sur trois modules :

- une unité principale **connect_serveur** permettant l'établissement et la rupture de la liaison , l'émission et la réception de messages contextuels .
- une unité **envoi_image** permettant le transfert d'images destinées à l'émission ainsi que le chargement d'images reçues .
- une unité **image_locale** permettant de visualiser localement les images émises .

Le principe de communication est simple , il repose en fait sur l'utilisation de sockets client et sockets serveur . On commence par ajouter le deux composants :

socket client  (Tclientsocket)

et socket seueur  (Tserversocket) ,

sur la fiche correspondant à l'unité connect_serveur pour transformer suivant les cas l'application en client/serveur TCP/IP .



Chaque composant client (resp. serveur) utilise un objet socket windows unique TclientWinsocket (resp. TserverWinsocket) pour représenter l'extrémité client (resp. serveur) dans la connexion .

La connexion souhaitée par le client doit être décrite en spécifiant dans la propriété HOST , le serveur par son nom d'hôte où son adresse IP , et dans la propriété PORT le service sur lequel le socket client se connectera .

Lorsque le socket client ouvre une connexion en appelant la méthode OPEN , il recherche l'adresse IP du socket serveur en utilisant la valeur de HOST . Si la connexion est établie , la propriété ACTIVE est mise à True . La connexion est fermée par la méthode CLOSE .

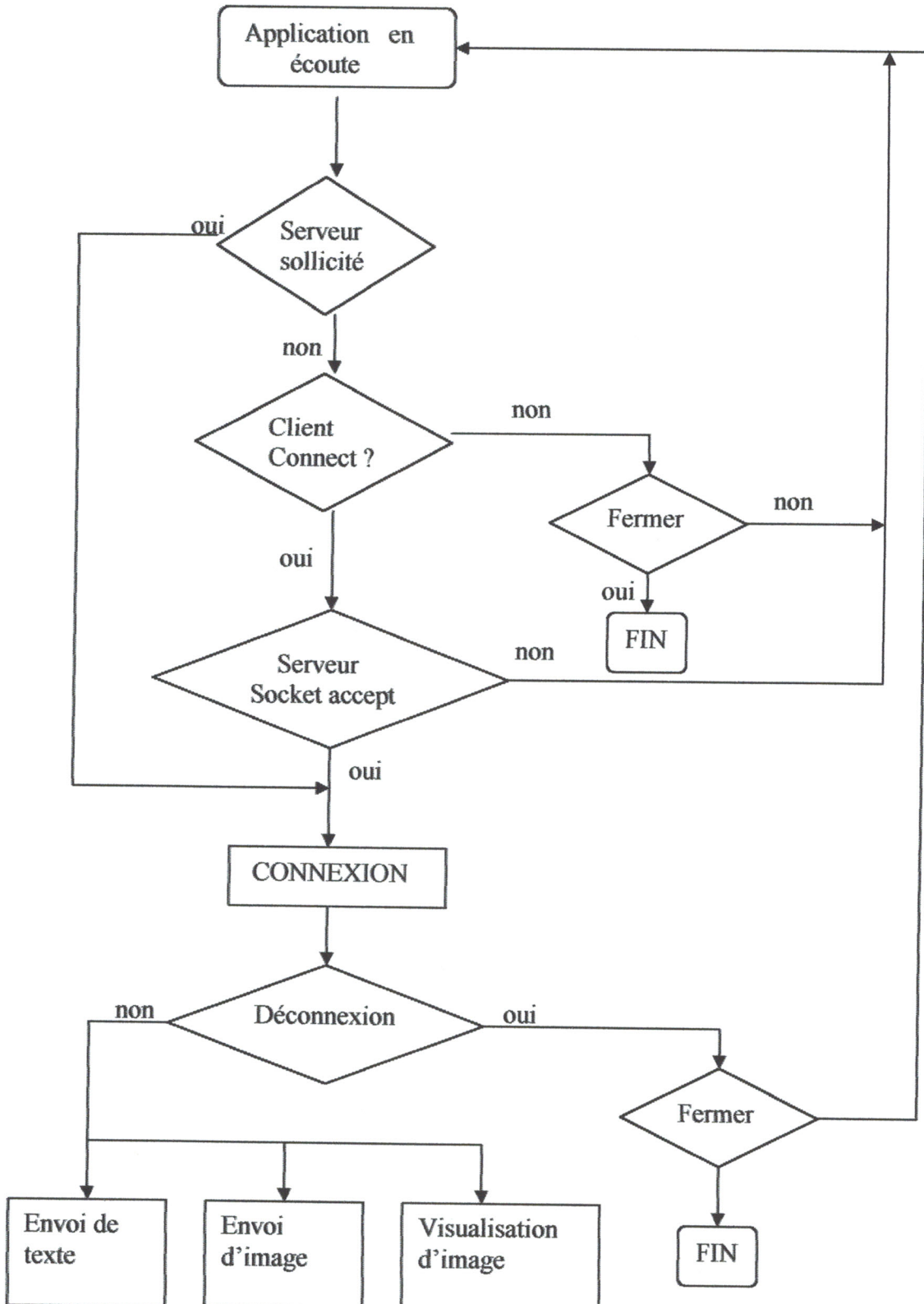
Pour les serveurs , l'affectation d'Active ouvre ou ferme une connexion d'écoute qui rend le socket attentif aux demandes des clients .

L'envoi des messages contextuels se fait grâce à la méthode SENDTEXT , la lecture par la méthode READ .

Pour le transfert et la réception d'images , on utilise l'unité NMSTRM contenant le composant TNMStrm  qui permet d'envoyer des flux de données et le composant TNMStrmServ  qui permet de les recevoir .

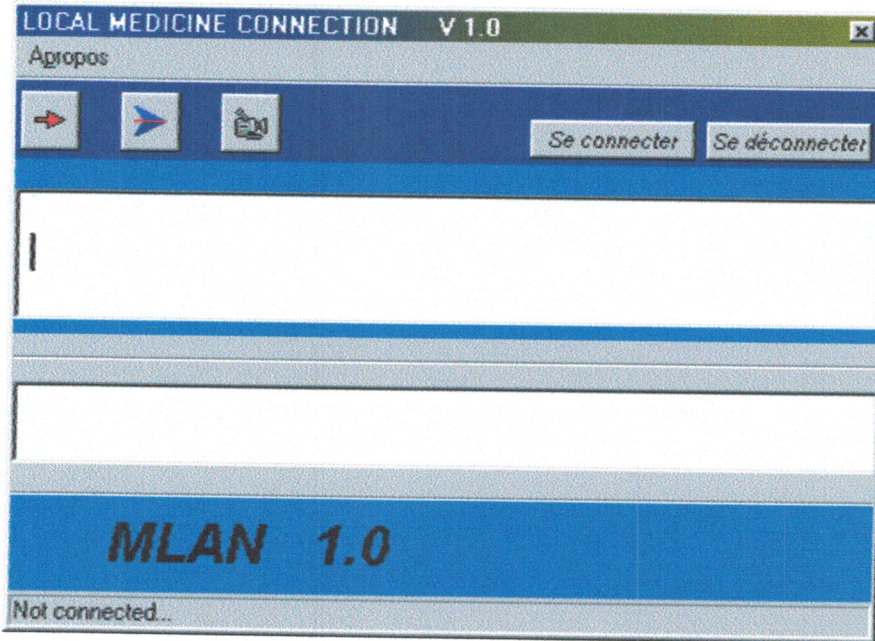
Le flux est expédié à l'hôte distant spécifié par la propriété HOST , grâce à la méthode postItt de NMSTRM ; l'évènement OnMessageSent est déclenché quand le flux a été envoyé .

6.2) ORGANIGRAMME

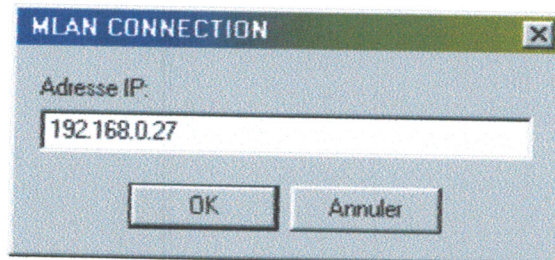


6.3) PRINCIPE D'EXPLOITATION DE L'APPLICATION MLAN – MEDICAL LOCAL AREA NETWORK

La fenêtre principale de MLAN doit être active (c-à-d en écoute) aux deux extrémités de la liaison souhaitée pour pouvoir établir une connexion , cela se fait en appelant l'exécutable MLAN.exe ; on envisage par ailleurs dans les perspectives de n'activer l'application chez le serveur qu'au moment de la sollicitation .





Pour établir une connexion , cliquer sur le bouton **Se connecter** , une fenêtre de dialogue nous demande de saisir l'adresse IP du destinataire , cliquer ensuite sur le bouton OK .

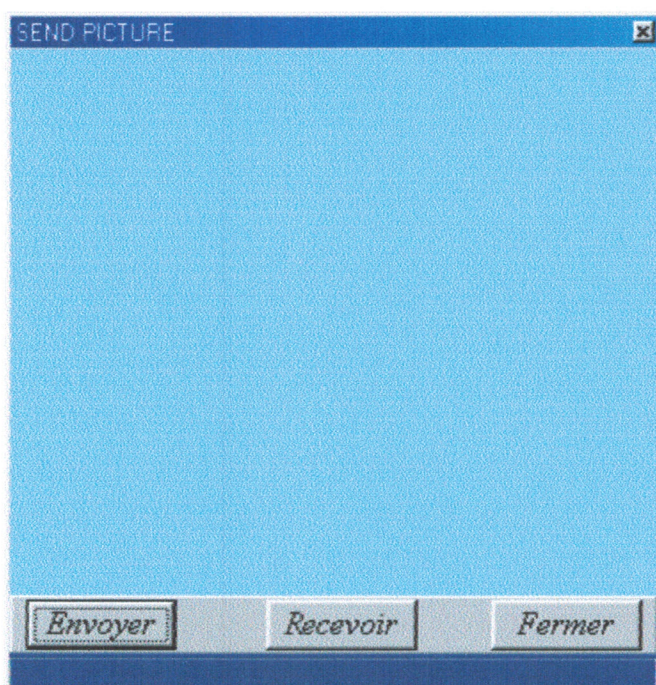


Si la connexion est établie , un message de confirmation (connexion à : « adresse IP ») est envoyé sur la barre d'état qui préalablement affichait « Not connected » ; si non , le message « connexion impossible actuellement » est affiché dans la barre de réception du texte en haut .

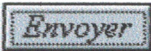
La barre en bas de la fenêtre est destinée à la saisie du texte , pour envoyer

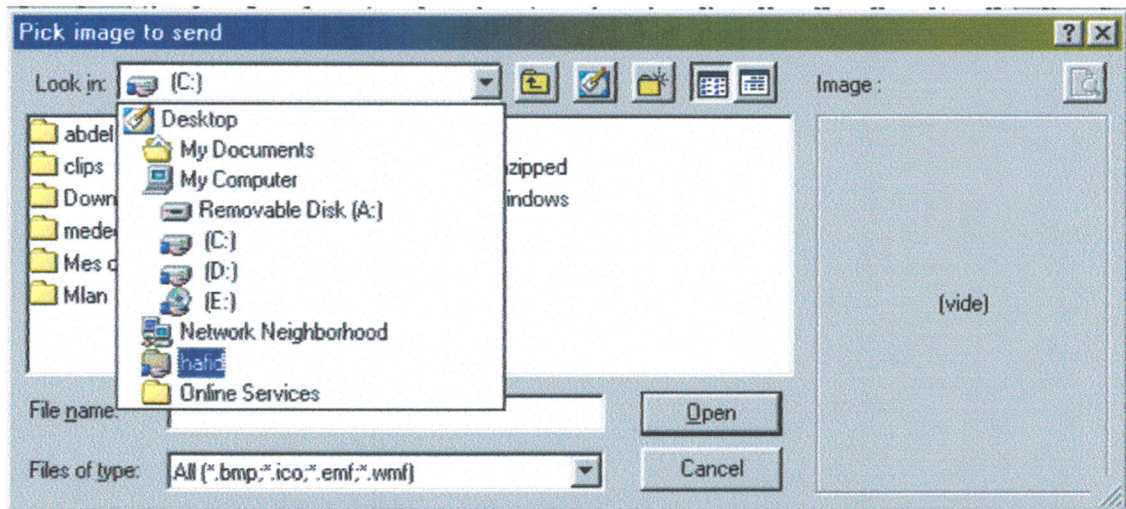
cliquer sur le bouton  .

Pour envoyer une image cliquer sur le bouton  , la fenêtre ci-dessous apparaît :

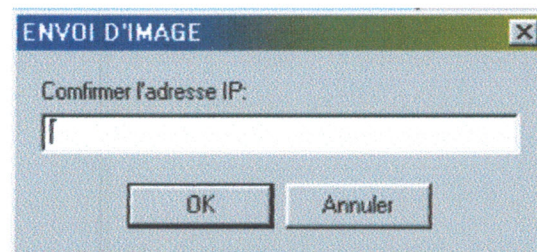


جامعة أبي بكر بلقايد - تلمسان
كلية التكنولوجيا
المكتبة

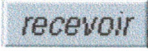
Cliquer ensuite sur le bouton  , la fenêtre de dialogue suivante apparaît , sélectionner l'image et cliquer sur Open :




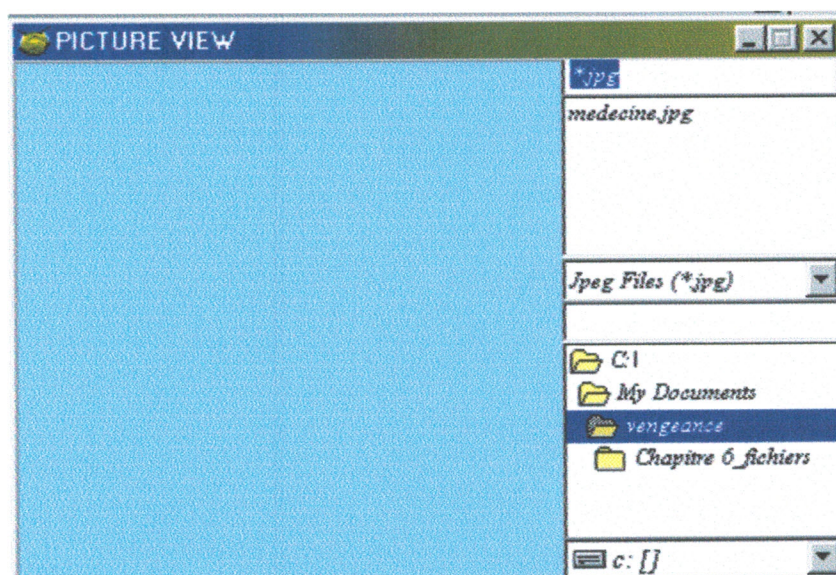
Une confirmation de l'adresse IP est demandée , saisir IP et cliquer sur OK .



Si le transfert est réussi , le message « image envoyée » est affichée .

Pour visualiser une image reçue , cliquer sur le bouton  .

Pour visualiser une image disponible localement , cliquer sur le bouton  , la fenêtre suivante s'affiche qui permet de sélectionner l'image dans un répertoire donné :



Cette méthode permet au médecin demandeur d'avis de visualiser l'image émise au même titre que le référent afin de pouvoir en discuter .

La fonction de télécurseur qui représente une illustration d'une extrême importance pour localiser la pathologie par exemple , n'a pas été encore réalisée faute de temps .

6.1) PERSPECTIVES

Réalisation d'un logiciel de télémedecine sur réseau téléphonique commuté ou réseau Internet incluant les fonctionnalités suivantes :

- la visioconférence faisant intervenir plusieurs référents .
- l'acquisition d'images animées par l'intermédiaire d'une carte vidéo branchée en sortie d'un équipement de radiologie ou d'échographie .
- traitement d'images :
 - compression /décompression
 - enregistrement et archivage en dossiers cliniques multimédia suivant les spécialités u les patients .
 - visualisation, agrandissement, réduction, zoom, ..
 - impression
- transmission d'images en temps réel .
- réalisation d'une fonction de télécurseur permettant l'illustration d'images
- enfin , le contrôle à distance .

CONCLUSION

Tout d'abord , nous tenons à signaler qu'il ne peut y avoir de télémedecine de qualité sans équipements de qualité ni sans transmission de qualité , cela paraît être une évidence . Toutes fois , avant de mettre en place une telle application il faut l'évaluer en terme de coût .

A ce titre , nous nous sommes penchés dans notre étude sur les principaux réseaux susceptibles de pouvoir assurer le transport de l'information médicale en temps réel , ainsi que les paramètres qui peuvent affecter la qualité et la fiabilité des communications , en termes de débits de transmission disponibles , de délais de transmission et de la probabilité d'erreurs ou de pertes de paquets .

Il a été question au début du mémoire , du volume considérable généré par les données médicales multimédia et la nécessité de procéder à un codage compressif avant transmission .

Des techniques de compression de la voix et de la vidéo ont été exposées afin de préciser quelques notions de base qui pourront servir pour effectuer des choix technologiques en ce domaine .

Ensuite nous avons abordé les médias et les réseaux de transport ; plusieurs solutions hauts débits de liaisons télémedecine ont été proposées à plusieurs niveaux de complexité et reposant sur différentes technologies de transmission . Néanmoins , il s'avère qu'à l'état actuel des choses et au point où nous sommes , où les infrastructures hauts débits sont peu développées en Algérie , faire de la télémedecine de qualité (c-à-d à haut débit) relève pratiquement du défit , car ce projet nécessite pour le transport local l'installation de supports large bande (en absence de technologies RNIS , ADSL ou BLR) et pour le transport interurbain la location de canaux hauts débits ; or cette opération est très coûteuse et il faudra trouver les arguments et les moyens pour le financement .

Dans le cas échéant , nous serons obligés de nous rabattre sur des solutions bien moins coûteuses mais aussi bien moins performantes : le passage inévitable par le réseau RTC que soit pour une liaison point à point par modem ou pour une liaison à un fournisseur d'accès à Internet .

L'implémentation d'une application de télémedecine via le réseau RTC requiert un PC multimédia , un modem standard et ensemble de périphériques (une carte de capture vidéo , une carte de son , un scanner ou appareil photo numérique , une camera) et un logiciel pilotant l'application intégrant l'acquisition , la compression et la transmission du son , d'images et de la vidéo suivant la norme H324 .

La mise en œuvre de l'application demande la disponibilité de deux PC , de deux modems et de deux lignes téléphoniques ; il sera impératif une bonne configuration des modems (commandes Hayes) ainsi que les paramètres de négociation du protocole PPP .

Nous avons déjà commencé à travailler sur le module transmission , une première version permettant le transfert d'images fixes et du texte en temps réel a été testée en réseau local (Application MLAN) .

Dans le cas où serons obligés de passer par Internet , nous serons pénalisées en délais de transmission , donc inutile de parler de temps réel au même titre que l'utilisation des protocoles RTP et RSVP sera sans signification puisque le débit en boucle locale reste très faible .

En guise de conclusion , nous dirons qu'il y a beaucoup de travail à faire dans ce domaine, et nous espérons que nos médecins pourront un jour , à travers de produits conçus et développés dans des laboratoires algériens , utiliser cette nouvelle possibilité qui leur est donnée pour mieux soigner leurs patients .

BIBLIOGRAPHIE

- [1] SUSBIENNE.J.F , ‘ Internet multimédia et temps réel ‘ , (EYROLLES , Paris) 2000 .
- [2] TANENBAUM.A , ‘ Réseaux ‘ , (DUNOD , Paris) 1999 .
- [3] KOFMAN.D , ‘ Réseaux haut débit .Tome 1 , Réseaux ATM et réseaux locaux ‘ , (DUNOD , Paris) 1999 .
- [4] Michel FENEYROL , ‘ Télécommunications réalités et virtualités ‘ , (MASSON , Paris) 1996 .
- [5] Pierre Alain GOUPILLE , ‘Technologies des ordinateurs et des réseaux’ , (DUNOD , Paris) 2000 .
- [6] PUJOLLE.GUY , ‘ Les réseaux ‘ , (DUNOD, Paris) 1999 .
- [7] Antoine MARTIN & Alain PELAT , ‘ Télévision numérique , compression et transmission du signal ‘ , (ELLIPSES , Paris) 1997 .
- [8] Nicolas MOREAU , ‘ Techniques de compression des signaux ‘ , (MASSON , Paris) 1995 .
- [9] S.Gheraouti-Helie/A.Dufon , ‘Réseaux locaux et téléphonie’ , (MASSON,Paris),1995 .
- [10] Kim-Loan Thai/V.Vèque/S.Znati , ‘ Architecture des réseaux haut débit’ (HERMES,Paris) 1995 .
- [11] Stephen G. WILSON , ‘ Digital modulation and coding ‘ , (PRENTICE HALL , New Jersey) 1996 .
- [12] Alexis Ferréro , ‘ Les réseaux locaux commutés et ATM ‘ , (InterEditions MASSON, Paris) 1998.
- [13] Stephane Lohier & Dominique Présent , ‘Transmission et réseaux ‘ , (DUNOD,Paris) 1999 .
- [14] Francis Cottet , ‘ Traitements des signaux et acquisition de données ‘ , (DUNOD,Paris) 1997 .
- [15] Joachim TISAL , ‘ Le radiotéléphone cellulaire GSM ‘ , (MASSON , Paris) 1997 .
- [16] Alain Glavieux & Michel Joindot , ‘ Communications numériques Introduction ‘ , (MASSON , Paris) 1996 .
- [17] M. Bellanger , ‘ Traitement numérique du signal ‘ , (MASSON , Paris) 1987 .
- [18] J-P Gourret , ‘ Modélisation d’images fixes et animées ‘ , (MASSON , Paris) 1994 .
- [19] R. Boite & H. Leich , ‘Les filtres numériques ‘ , (MASSON , Paris) 1990 .
- [20] J.P Tubach , ‘ La parole et son traitement automatique ‘ , (PAR GALLIOPE MASSON , Paris) 1989 .

[21] LM Ericsson , ‘ Getting to know AXE ‘ & ‘ AXE exchange data ‘ , Documents .

[22] Réseaux et Télécoms .Magazine

Sites Internet :

Télémedecine ,

[23] <http://www.ordmed.org/telemedecine.html>

[24] <http://www.medis.fr/TPS.html>

[25] <http://www.telemedecine.net>

[26] <http://www.caducee.net/Dossierspecialises/grandsite/telemedecine.asp>

[27] <http://www.visiostar.com/fr/vmis.htm>

[28] <http://www.education.gouv.fr/recherche/aci/telemedb.htm>

Compression ,

[29] <http://lamumba.luc.ac.be/joris/thesis/onlinethesis/chapter4.html>

Satellites

[30] <http://www.sop.nria.fr/mistral/personnel/Eitan.Altman/deasat.html>

[31] <http://www.teledesic.com/tech/latency.html>

[32] <http://www.skybridgesatellite.com/ntro/index/htm>

Adsl

[33] <http://www.adsl.com/general.tutorial.html>

[34] <http://www.s.mu.edu/~rmonagha/adsl.html>

[35] <http://www.deptinfo.cnam.fr/Enseignement/memoires/LUSTEAU.Franck>

[36] <http://www.commentcamarche.net/technologies/adsl.php3>

[37] <http://www.unige.ch/dinf/ntic/yaounde/adsl.htm>

Protocoles

[38] <http://guill.net/reseaux/Protocoles.html>

[39] http://www.agnosys.fr/pdf_ formations/sraip_pdf

[40] <http://www.mines.u-nancy.fr/~tisseran/cours/reseau/protocoles-internet.html>