

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université de Blida

Institut d'Aéronautique

014/2001

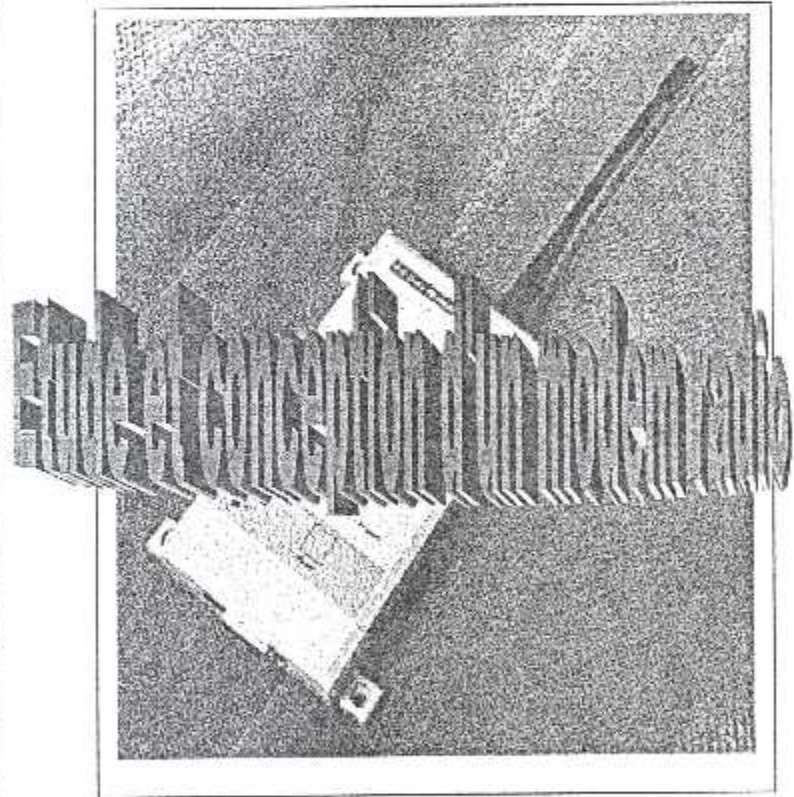
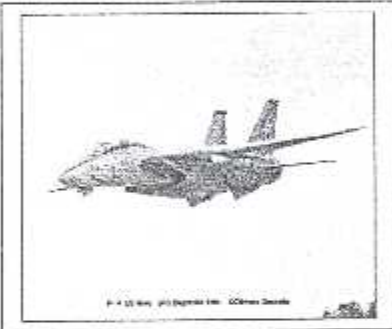
جامعة البليدة

معهد علم الطيران

م.ع.ط.ب

PROJET DE FIN D'ETUDES

INGENIEUR D'ETAT



I . A . B

Elaboré par :

M<sup>r</sup> Laib A/Aziz

M<sup>r</sup> Amrani Ramzi

Promoteur:

M<sup>r</sup> H. Benteffa

2000/2001

Option : Installation

## *Remerciements*

*Nous adressons nos vifs remerciements à notre promoteur  
Mr H. BENTLETTIFA pour nous avoir constamment guidé tout le  
long de notre projet et pour les conseils précieux qu'il nous a donné.*

*Nous tenons à remercier Mr A/H. BENOUARED et  
Mr S. Meguelati pour son aide afin d'accomplir ce travail.*

*Nos remerciements vont également M<sup>lle</sup> F. Othman  
(responsable de la salle poste graduation) et Mr Djalel (responsable de  
la salle navigation) et tous ceux qui ont participé à notre formation.*

*Mr Amrani Ramzi & Mr Laib A/Aziz*



# Dédicaces

*Je dédie ce modeste travail à :*

- *Mes très chers parents*
- *Mes frères et mes sœurs et surtout la  
petite Chourouk (chouchou).*
- *mon binôme : Laïb Abdelaziz*
- *mon ami d'enfance, mon cousin : Lazher  
et mon ami d'étude : lazher.*
- *tous qui me sont partagés les cinq années  
d'étude.*

*Amrani Ramzi*

# Dédicaces

*Je dédie ce modeste travail à :*

- *Ma chère mère.*
- *Mes frères et mes sœurs.*
- *touts mes amis et surtout : Ramzi, Imed,  
Sid-ali, Kamel, Zouhir, Tayeb, Ahemed  
(chrwiteh)...*
- *touts ceux qui me sont très chers et qui m'ont  
toujours soutenu.*

*LAIB A/AZIZ*

---

# Sommaire

---

<b>Introduction générale</b> .....	1
------------------------------------	---

---

<b>I- Généralité sur les modems</b>	
Introduction .....	3
I-1 Architecture d'un modem .....	4
I-2 Multiplexage .....	5
I-21 Multiplexage temporel TDM .....	5
I-22 Multiplexage fréquentiel FDM .....	6
I-23 Multiplexage statistique .....	7
I-3 Liaison série et liaison parallèle .....	7
I-4 Transmission synchrone ou asynchrone .....	8
I-5 Moyens de transmission .....	9
I-51 Transmission par satellite .....	9
I-52 Transmission par câble .....	9
I-53 Transmission par FH .....	10
I-54 Rappel sur les antennes .....	11
I-6 Mode de liaison .....	14
I-7 Paramètres de communication .....	14
I-71 Vitesse de transmission .....	14
I-72 Capacité d'un canal de transmission .....	15
I-8 Modems radios .....	16

---

---

◆-----◆

## II- Transmission de données

Introduction .....	19
II-1 Transmission en bande de base .....	20
II-2 Transmission de données via AM .....	21
II-3 Transmission de données via FM/PM .....	24
II-31 Modulation FSK .....	24
II-32 Modulation PSK .....	27
II-33 Modulation BPSK.....	27
II-34 Système QPSK .....	31

## III- Codage numérique

◆-----◆

Introduction .....	33
III-1 Code binaire naturel .....	33
III-2 Code hexadécimal .....	33
III-3 Code BCD .....	33
III-4 Code réfléchi .....	34
III-5 Code de Hollerith .....	34
III-6 Code Exess3 .....	35
III-7 Code ASCII .....	35
III-8 Code Morse .....	36
III-9 Détection et correction d'erreur .....	37
III-9-1 Méthodologie de contrôle d'erreur .....	37
III-9-2 Demande de répétition automatique .....	39
III-9-3 Code détecteur d'erreur .....	40

---



---

IV- Communication série .....	44
-------------------------------	----

V- Réalisation	
----------------	--

V- A Carte modem .....	56
------------------------	----

V-A-1 Modulateur FSK XR-2206 .....	58
------------------------------------	----

V-A-2 Démodulateur FSK XR-2211.....	60
-------------------------------------	----

V-A-3 L'alimentation .....	63
----------------------------	----

V- B Logiciel .....	64
---------------------	----

## Conclusion générale

Annexes – Bibliographie

---



# **Introduction générale**



## **Introduction générale**

Depuis l'antiquité, l'homme n'a pas cessé de chercher les différents moyens (parole, gestes de la main, signaux de fumée, tam-tam, document écrit,...) pour faire véhiculer le message à son correspondant, et donc pour communiquer. Ainsi, l'être humain, à travers des époques successives, a fourni ses efforts intellectuels aussi bien que physiques afin de découvrir des méthodes de communications adéquates.

Le fruit de ces efforts a été couronné, pour la première fois dans l'histoire des télécommunications, par l'invention de télégraphe optique (1er réseau de télécommunications). Et, après la découverte de l'électricité, ce télégraphe optique s'est évoluée vers le télégraphe électrique. Et en 1965, une nouvelle technologie voit le jour c'est le téléphone proposé par F. Bourseul.

En 1870, le Britannique J. Maxwell va mener vers de très importants progrès lors de ces études des ondes électromagnétiques et a démontré que ces ondes voyagent aussi bien dans le vide que dans la matière, à la vitesse de la lumière. Cela a permis de réaliser les premières expériences de la radio (transmission sans fil) en 1895, par le physicien Marconi.

Au début du XX<sup>ème</sup> siècle, une nouvelle révolution pour les télécommunications s'amorce, celle de l'électronique. Cette époque est caractérisée par l'invention des composants et circuits électroniques de base et de bonne qualité : le transistor en 1947, puis les circuits intégrés dans les années 1960.

La naissance du premier ordinateur arriva en 1949, par l'Américain Von Neumann : c'est le début de traitement électronique de l'information (l'Informatique). Et en 1971, la création du premier microprocesseur permet la miniaturisation des matériels informatiques et leur émergence dans les

techniques de télécommunications mettant à jour un nouveau réseau : le réseau informatique, qui utilise évidemment les modems pour se communiquer.

Les modems, ou équipement de terminaison de circuits de données, ils transforment les signaux binaires fournis par les ordinateurs ou par les contrôleurs de communication, en signaux adaptés à la ligne de transmission.

Notre étude consiste à réaliser une carte modem, le signal sera modulé en FSK et codé en morse.

Pour mener à terme notre travail, nous avons scindé ce dernier en plusieurs parties exposées dans ce rapport :

- Le premier chapitre est consacré à un aperçu global concernant les modems.
- Dans le deuxième chapitre, on a exposé les différents types de modulations pour la transmission de données.
- Partant à citer les différents codes numériques les plus fréquents, incluant la détection et correction d'erreur, comme troisième chapitre.
- La communication série (Norme RS232c) au quatrième chapitre.
- puis on a conclu notre travail par la partie réalisation.

Enfin, après une conclusion générale, nous donnons en annexes les schémas et les circuits réalisés ainsi les listes des matériels utilisés pour cette carte afin d'en faciliter l'exploitation.



# Chapitre I

## Généralité sur les modems

I-1 Introduction

I-2 Architecture d'un modem

I-3 Multiplexage

I-4 Liaison série et liaison parallèle

I-5 Transmission synchrone ou asynchrone

I-6 Moyens de transmission

I-7 Mode de liaison

I-8 Paramètres de communication

I-9 Modems radios



## Introduction

Un modem permet la transformation des signaux binaires (suite des 0 et des 1) manipulables par l'ordinateur vers des signaux analogiques indiquant également des valeurs numériques. Il sert de lien entre deux ordinateurs via la ligne téléphonique.

Ainsi, le modem module les informations numériques en ondes analogiques et, en sens inverse, démodule les données numériques (Modulateur/DEModulateur).

Il y a deux familles principales de Modems :

- Les Modems pour ligne commutée (lignes domestiques) utilisant les mêmes circuits que le téléphone classique - Mode Asynchrone, en général
- Les Modems pour lignes permanentes dédiées aux transmissions de données point à point entre deux sites reliés par des circuits loués aux opérateurs des télécoms - Mode Synchrone.

Le Modem appelé *DCE - Data Communication Equipment* connecté au PC appelé *DTE - Data Terminal Equipment* est configuré en mode appelant et celui raccordé à l'hôte en mode appelé.

### Mode appelant :

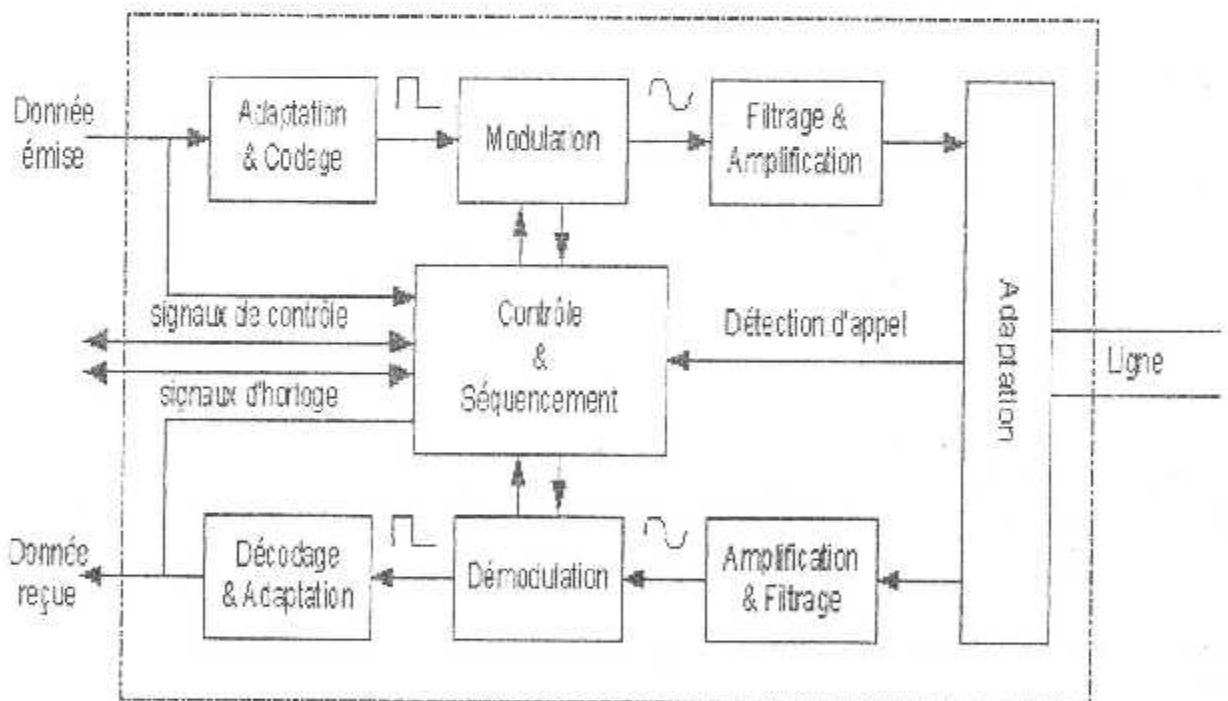
- Génération des tons ou des impulsions de composition du numéro de téléphone.
- Adaptation de la vitesse de transmission en fonction des conditions (*Fallback*)
- Gestion de la réception de la porteuse (*Carrier Detect*) ou de sa perte.

### Mode appelé :

- Détection de sonnerie (*Ring indicator*) pour signaler la réception d'un appel.
- Etablissement de la connexion avec l'appelant, échange des modes de fonctionnement.
- En cas de dégradation de la qualité de la ligne : *Fallback*.
- Gestion de la réception de la porteuse (*Carrier Detect*) ou de sa perte.

### I-1 Architecture d'un modem

L'architecture d'un modem est donc la suivante :

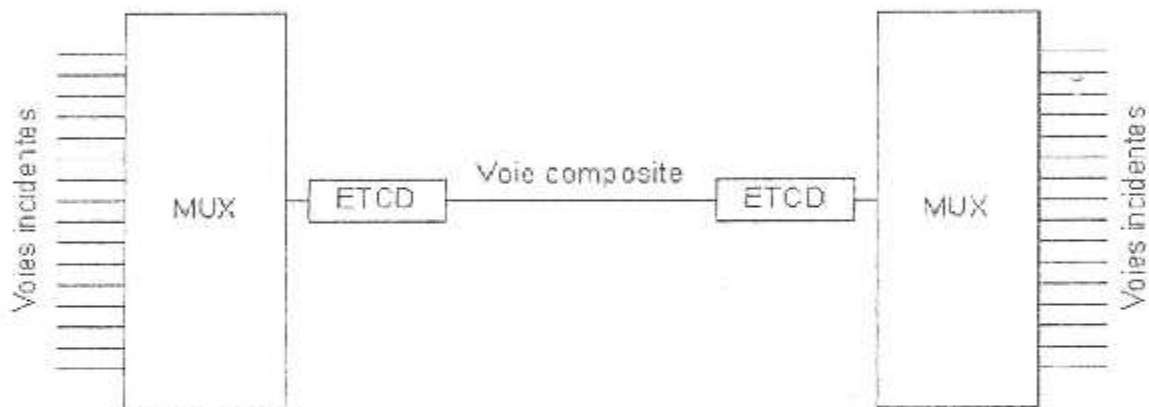


Du côté du PC, on retrouve des fils contenant les signaux d'horloge, les signaux de contrôle (comme RTS/CTS vus plus haut), ainsi que ceux contenant les données émises et reçues. Ces données reçues en numérique seront adaptées puis modulées pour être ensuite envoyées sur la ligne de transmission. A la

réception, les signaux sont démodulés pour être retransmis vers le PC en numérique. Un module particulier s'occupe de la détection des appels, ainsi que du contrôle et du séquençement des opérations.

## I-2 Le multiplexage

Lorsque plusieurs lignes arrivent au même endroit et ne doivent plus passer que sur une seule ligne, on fait du multiplexage. Les différentes voies incidentes se retrouvent sur la même voie composite comme le montre la figure suivante.



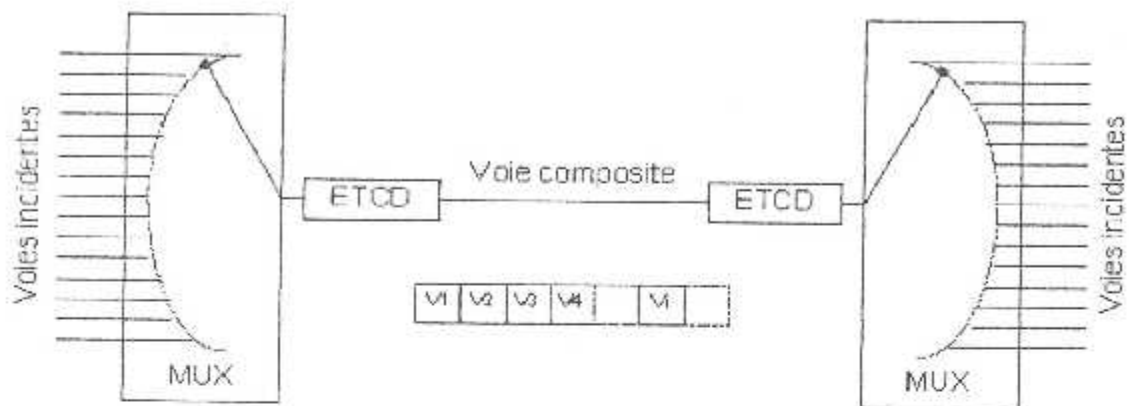
Pour parvenir à mélanger ces différents signaux sur une même ligne pour pouvoir les retrouver ensuite, il existe trois méthodes.

### I-21 Le multiplexage temporel ou TDM (Time Division Multiplexing).

La voie composite est plus rapide que les  $N$  voies incidentes. Ainsi, quand chaque voie incidente fait passer  $i$  octets de données, la voie composite peut elle faire passer  $Ni$  octets de données. Ce principe est assez simple. Imaginez simplement que vous ayez deux voies souhaitez faire passer 2 fois 56 kbps sur une ligne. Il vous suffit simplement d'une ligne à 128 kbps... Pendant une demi seconde, vous faites passer les 56 kilobits de la première ligne, et dans la

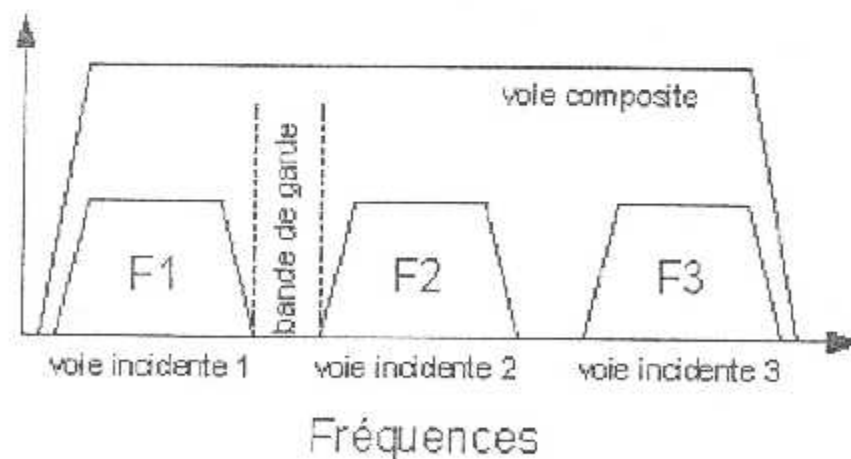


deuxième demi seconde, vous faites passer les 56 kilo bits de la deuxième ligne.



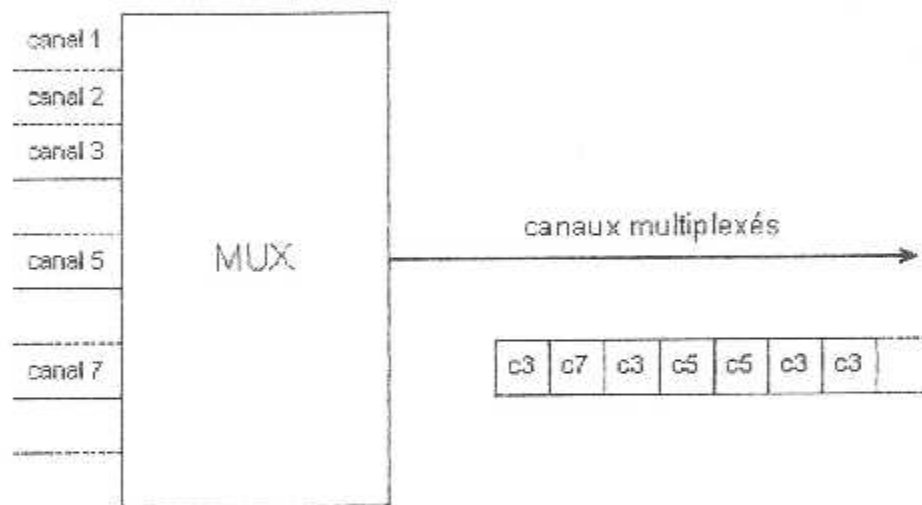
### I-22 Le multiplexage fréquentiel ou FDM (Frequency Division Multiplexing).

Cette fois-ci, au lieu de partager le temps entre les différentes lignes, toutes vont passer en même temps sur une fréquence différente. Grâce à la théorie du signal, on peut facilement, à l'aide d'un simple filtre, retrouver les informations placées dans différentes fréquences. Les différentes voies sont donc modulées à des fréquences différentes les unes des autres, sans recouvrement, et l'ensemble des voies est envoyé sur la ligne.



### I-23 Le multiplexage statistique, d'étiquette ou de position

Cette fois-ci, il s'agit simplement de regarder quelles sont les lignes qui émettent réellement des signaux. Dans notre exemple, on peut voir que les canaux 1, 2, 3, 5 et 7 émettent alors que les autres liaisons sont inutilisées. Dans ce cas, on fait passer les informations les unes derrière les autres, comme pour le multiplexage temporel, mais uniquement les informations réelles. Statistiquement, les canaux ne seront jamais tous utilisés, ce qui permet d'avoir un débit moins important que le nombre de canaux fois le débit de chaque canal.



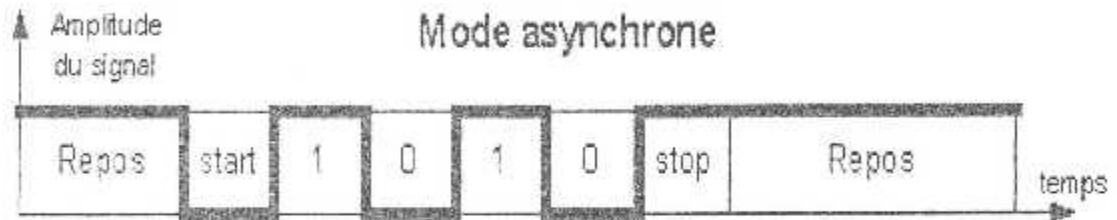
### I-3 Liaison série et liaison parallèle

Sur une liaison parallèle, les bits d'un même caractère sont transmis en même temps sur plusieurs fils différents. Sur une liaison série, ils sont transmis les uns à la suite des autres.

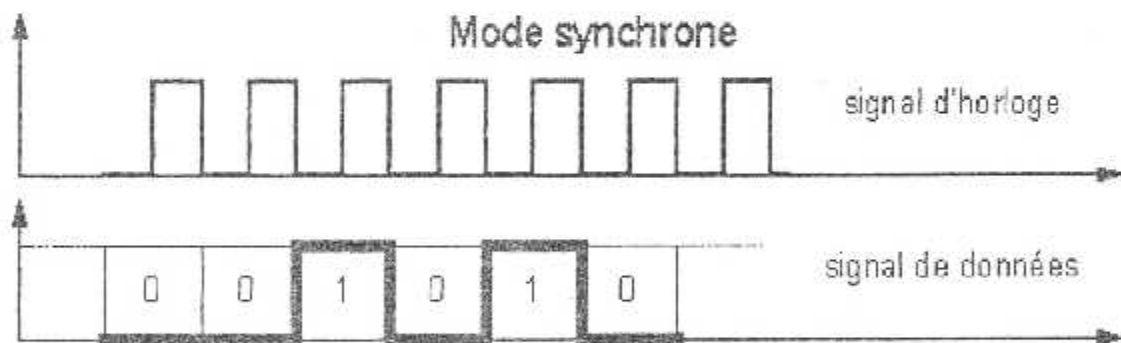
Si la liaison parallèle est plus rapide, elle est également plus chère (plus de fils), plus encombrante, et très mauvaise sur des distances longues. Le déphasage entre les différents signaux du même câble entraîne souvent une désynchronisation. C'est pour cette raison que les câbles d'imprimantes

dépassent rarement les 1m50... La transmission série est donc utilisée pour les distances longues (supérieures à quelques mètres).

#### I-4 Transmission synchrone ou asynchrone



En mode asynchrone, les signes sont transmis n'importe quand. Il n'y a pas d'horloge entre la source et la destination. Les bits Start et Stop encadrent le caractère transmis pour permettre à l'organe de destination de repérer le début et la fin de sa transmission.



En mode synchrone, un fil particulier transportant le signal d'horloge relie les deux éléments. Les bits des différents caractères sont transmis directement les uns à la suite des autres à chaque période d'horloge.



## **I-5 Moyens de transmission**

Le domaine de la transmission comprend les câbles, les faisceaux hertziens et les systèmes à satellite, ces supports de transmission ayant pour but de relier les centraux téléphoniques entre eux.

### **I-51 Transmission par satellite**

Les systèmes à satellite sont particulièrement adaptés aux transmissions à grande distance car le coût d'une liaison par satellite géostationnaire, qui peut relier deux stations terrestres séparées de 17000 Km, est indépendant de la distance jusqu'à cette valeur. Ils forment une part croissante des transmissions, mais minoritaire en volume.

### **I-52 Transmission par câble**

Les liaisons par câble et par faisceaux hertziens forment l'essentiel des transmissions à court, moyennes et longue distance. Leurs poids économiques sont comparables, mais la profonde disparité de leurs caractéristiques délimite leurs domaines d'emplois respectifs.

Les liaisons par câble ont besoin d'un support physique, ensemble de paires bifilaires torsadées, de lignes coaxiales ou de fibres optiques, généralement enterré dans une conduite de faible profondeur, de façon continue, tout au long de la liaison.

Ces liaisons peuvent donc être interrompues par détérioration physique de leur support (entrée d'humidité, foudre ou choc mécanique par engin de terrassement). La probabilité d'apparition d'une telle détérioration est telle qu'une liaison par câble ne peut à elle seule tenir la cause d'indisponibilité requise par les normes internationales.

## I-53 Transmission par FH

A l'inverse des transmissions par câble, le support de transmission d'une liaison par faisceau hertzien est immatériel. Les seules coupures sont dues :

- Aux évanouissements de la propagation (fading), qui sont toujours fugitifs : on dit que la propagation se sépare d'elle-même ;
- Aux défaillances des composantes des répéteurs.

L'influence de ces deux types de coupure sur le taux d'indisponibilité peut être réduite autant qu'il est nécessaire par des dispositifs de redondance locaux, puisque le support de transmission lui-même est indestructible.

Une liaison par FH tient à elle seule les performances de disponibilité requises par les normes internationales.

Par contre, la capacité de transmission d'un réseau de FH est limitée :

- d'une part, pour une liaison particulière point à point, par la bande de fréquences radioélectriques disponible.

La capacité maximale d'une artère occupant complètement les principales bandes de fréquences à 4,6 et 11 GHz est de l'ordre de 100 000 voies téléphoniques bilatérales. On peut doubler cette capacité en employant des trajets parallèles :

- d'autres part, à un noeud du réseau, par la directivité des antennes : plus les antennes sont grandes, plus leurs faisceaux sont étroits, ce qui permet de réutiliser l'ensemble des bandes de fréquences disponibles dans des directions plus rapprochées.

## I-54 Rappel sur les antennes

### I-54-a Affaiblissement en espace libre

Lorsque le trajet de propagation est entièrement dégagé, l'affaiblissement entre les deux antennes d'un bond de HF est donné par la formule dite formule des télégraphistes :

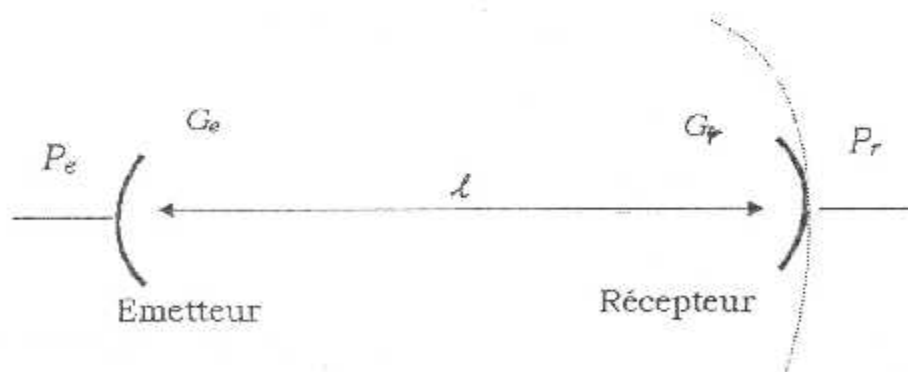
$$\alpha = \frac{P_e}{P_r} = \frac{(4\pi\ell/\lambda)^2}{G_e G_r} \dots\dots\dots 5-1$$

Avec  $\alpha$  : affaiblissement, rapport de la puissance émise  $P_e$  à la puissance reçue  $P_r$ .

$G_e$  et  $G_r$  gains des antennes par rapport à l'antenne isotrope.

$\ell$  : Distance entre les deux antennes.

$\lambda$  : Longueur d'onde, exprimée dans la même unité que  $\ell$



*Propagation en espace libre*



### Gain d'une antenne

On dit qu'une antenne présente un gain  $G$  dans une direction donnée si, à une certaine distance, la densité d'énergie recueillie dans cette direction est  $G$  fois plus élevée que celle qu'aurait rayonné l'antenne de référence isotrope.

On a

$$P_r = P_e \frac{S'}{4\pi r^2} \dots\dots\dots 5-2$$

En éliminant  $P_e/P_r$  entre (5-1 et 5-2) on obtient :

$$G_r = \frac{4\pi S'}{\lambda^2} \dots\dots\dots 5-3$$

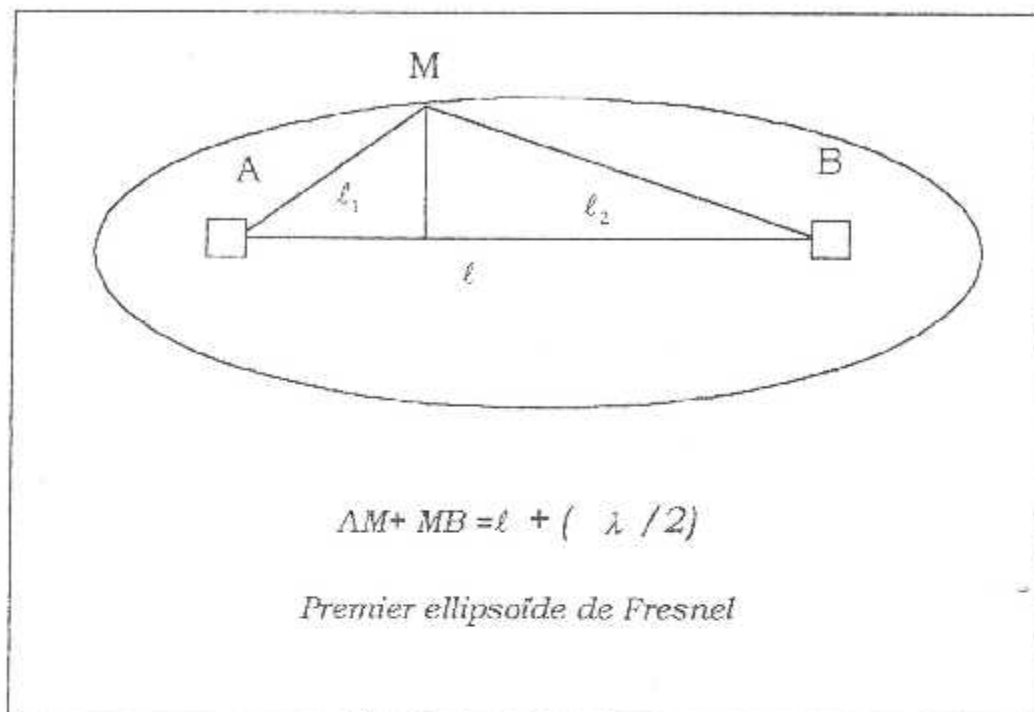
### 1-54-b Influence des obstacles

Les ondes radioélectriques sont de même nature que la lumière. Comme la lumière, elles se propagent en ligne droite. Il faut donc que les deux antennes soient en visibilité directe, mais cela ne suffit pas.

Sous peine d'atténuation supplémentaire notable, on montre qu'il faut que le trajet de visibilité soit dégagé à l'intérieur du premier *ellipsoïde de Fresnel* (figure ci-dessous).

Le rayon de l'ellipsoïde en un point distant de  $r_1$  et  $r_2$  dans l'extrémité est :

$$r \approx \frac{\sqrt{\lambda l_1 l_2}}{l}$$



#### ***1-54-c Influence de la stratification de l'atmosphère***

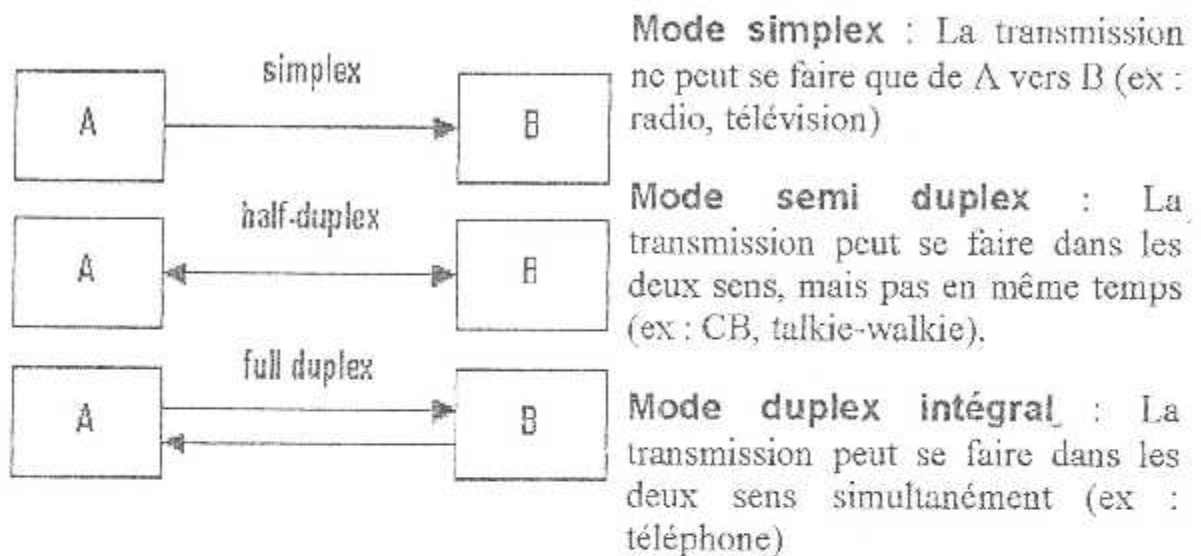
Sous l'influence de sa masse, l'atmosphère terrestre n'est pas homogène dans le sens vertical.

Par suite des différences de pression, et aussi des différences d'humidité, le rayon direct joignant les deux antennes et représentant la propagation de l'onde n'est pas droite, mais légèrement incurvé vers le sol.

Donc pour le rayon terrestre  $R$  une valeur  $k$  fois élevée que la valeur réelle  $R_0 = 6378 \text{ Km}$ ,  $K \approx \frac{4}{3}$ .

$$R = \frac{4}{3} R_0$$

## I-6 Mode de liaison



## I-7 Les paramètres de communication

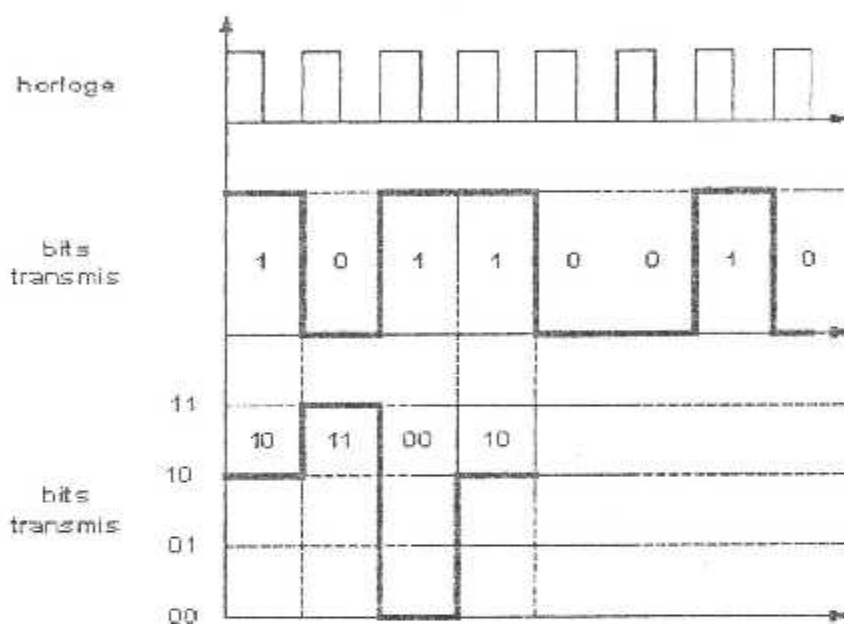
### I-71 La vitesse de transmission

Deux unités sont utilisées pour caractériser la vitesse de transmission. La première est le nombre de bits par seconde (ou débit binaire), la seconde est le baud. Notons que ces débits ne correspondent pas aux débits réels d'informations. Dans une liaison asynchrone, avec le code ASCII 7 bits, vous pouvez transmettre par exemple 10 bits sur la ligne (7 bits de caractère, 1 de Start, 1 de Stop et 1 de parité) alors que seul 7 bits sont de l'information utile. Les autres bits sont appelés bits de contrôle.

Le baud ne se base pas sur la quantité d'informations transportées en nombre de bits. Il compte simplement le nombre d'état transmis par seconde. Souvent, le nombre de bps (bits par seconde) est le même que le nombre de bauds.

Dans l'exemple ci-contre, on considère un codage à 4 états. Si le nombre de bauds est le même dans les deux signaux, les nombres de bits par seconde sont différents.

Le nombre de bauds est le nombre d'intervalles de modulation. Un intervalle de modulation est la durée d'un état de la modulation.



### I-72 Capacité d'un canal de transmission

On appelle capacité d'un canal de transmission la quantité maximale d'information que le canal de transmission peut transporter. Cette capacité s'exprime en éléments binaires par seconde (bit/s). L'information est habituellement transmise sous forme d'un signal pouvant prendre  $2^n$  états, chaque état correspond à un bit.

#### **Critère de Nyquist**

En 1928, Nyquist détermina les limites d'un canal de transmission :

*Capacité du canal est égale à deux fois la largeur de bande du canal.*



## I-8 Modems Radios

Les besoins de plus en plus importants de communications avec les mobiles ont incité les laboratoires de recherche à trouver des solutions pour le transfert de données utilisant les ressources des systèmes de radiocommunications. Trois catégories de systèmes ont été expérimentées depuis ces dix dernières années :

- 1) *Les réseaux radioélectriques* de grande dimension utilisant la technologie de transmission de données par paquets, qui permet d'attribuer à ces systèmes une meilleure efficacité de transmission.
- 2) *Les services par satellite* qui sont soumis aux contraintes de cette technologie, mais offrent la possibilité de connexions, point à multipoint.
- 3) *Les services par système de transmission radio cellulaire*, pour lesquels les fréquences de travail changent en fonction du site géographique.

Ces trois catégories de systèmes utilisent une gamme de fréquence différente et des combinaisons de technologie peuvent permettre d'enrichir la palette des services afin de mieux répondre à la demande de la clientèle. Il est possible d'introduire des variantes de mise en oeuvre (transmission de données en commutation de circuits, ou par paquets, en simplex ou semi simplex, en partage de bande de fréquences ou en allocation dans le temps). Les choix sont guidés par l'existence d'une demande potentielle qu'il convient d'évaluer et de prix de revient estimé à partir d'hypothèses de trafic local ou régional.

Bien qu'il ne s'agisse pas véritablement de modems lorsque la modulation hertzienne est numérique, mais d'adaptateurs ou interlaces haute fréquence, les modems radios peuvent être rencontrés dans trois domaines particuliers : les réseaux radioélectriques de données à ressources partagées ou 3RD, le système GSM 'Global System for Mobil communications' et des applications liées à des réseaux privés (armée, police, etc.). Le positionnement relatif aux deux premières applications peut être résumé de la façon suivante :

COMPARAISONS DES CARACTERISTIQUES	
3RD	GSM
Réseaux urbains ou régionaux dédiés aux données exclusivement, avec transfert de données possible pour certaines applications.	Réseaux de couverture nationale prévue pour des services vocaux et pour le transfert des données avec interconnexion avec les autres réseaux.
Pas de normalisation internationale actuellement	Normalisation européenne en cours
Terminaux spécifiques dont le prix de revient sera probablement élevé	Terminaux normalisés dont le prix de revient sera moins coûteux
Groupes fermés d'utilisateurs par allocation de fréquences	Groupes fermés d'usagers par logiciel

a- **Les réseaux 3RD** sont limités à une aire géographique commune à plusieurs utilisateurs constituant un groupe fermé d'usagers, ils permettent la connexion à distance à des systèmes informatiques et la consultation, par voie de radio, de base de données. Ils supposent l'utilisation de terminaux spécifiques ou de micro-ordinateurs portables équipés de modems radios, utilisés pour la transmission de données, et, en particulier, pour la messagerie bilatérale.

b- **Les réseaux européens de radiotéléphonie** numérique (GSM) sont conçus pour le transport de la parole et pourront bientôt transmettre alternativement des données à 9,6 Kbits/s, puis à 13Kbits/s dès la fin des travaux de normalisation, en 1994. les modems GSM ont la taille d'une carte de crédit et sont compatibles avec les ordinateurs portables.

**c- Les réseaux radios avec transmission cryptée de la parole et de données**

Il s'agit d'applications spécifiques qui sont demandées aux constructeurs par des organismes d'Etat ou des entreprises autorisées. Ces applications intègrent à la fois la conception des systèmes de transmission, la gestion de l'application en elle-même et les aspects ergonomiques par rapport aux personnels chargés des taxis (réservation des courses de façon équitable pour les conducteurs), les opérations de fret, la surveillance de véhicules (police, gendarmerie), la télé sécurité, etc.



## Chapitre II

### Transmission de données

II-1 Introduction

II-2 Transmission en bande de base

II-3 Transmission de données via AM

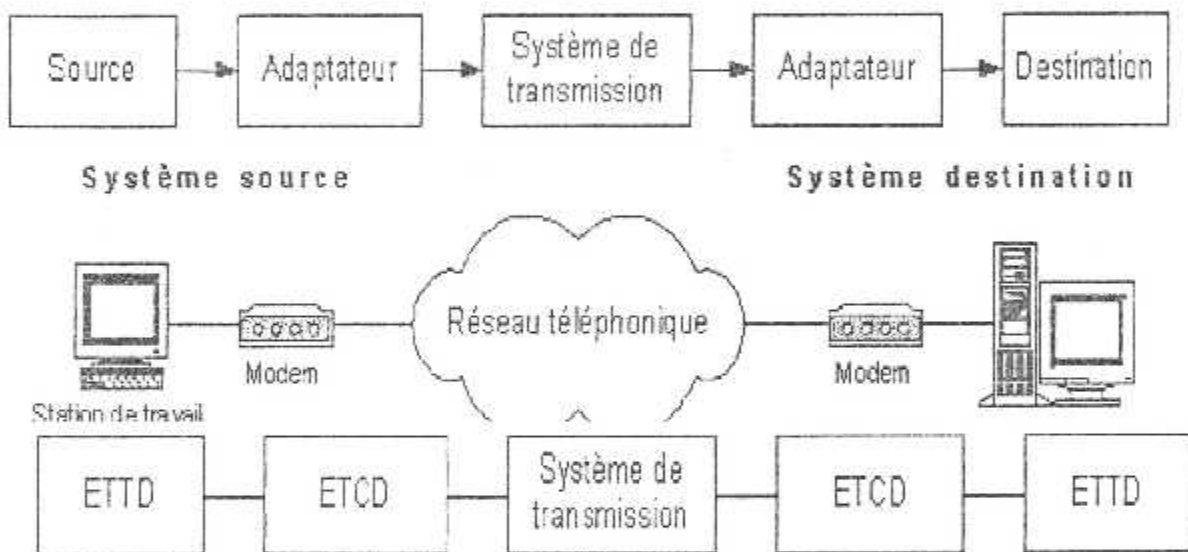
II-4 Transmission de données via FM/PM



## Introduction

Le but de la transmission de données est d'acheminer des données (des signes ou des caractères) d'un système source à un système destination. On peut prendre l'exemple d'une station de travail, qui, à l'aide d'un modem et d'une ligne téléphonique, envoie des données à un serveur. Le modem joue le rôle d'adaptateur entre le système source et le système de transmission.

Le système source est appelé *ETTD* (*Equipement Terminal de Traitement*

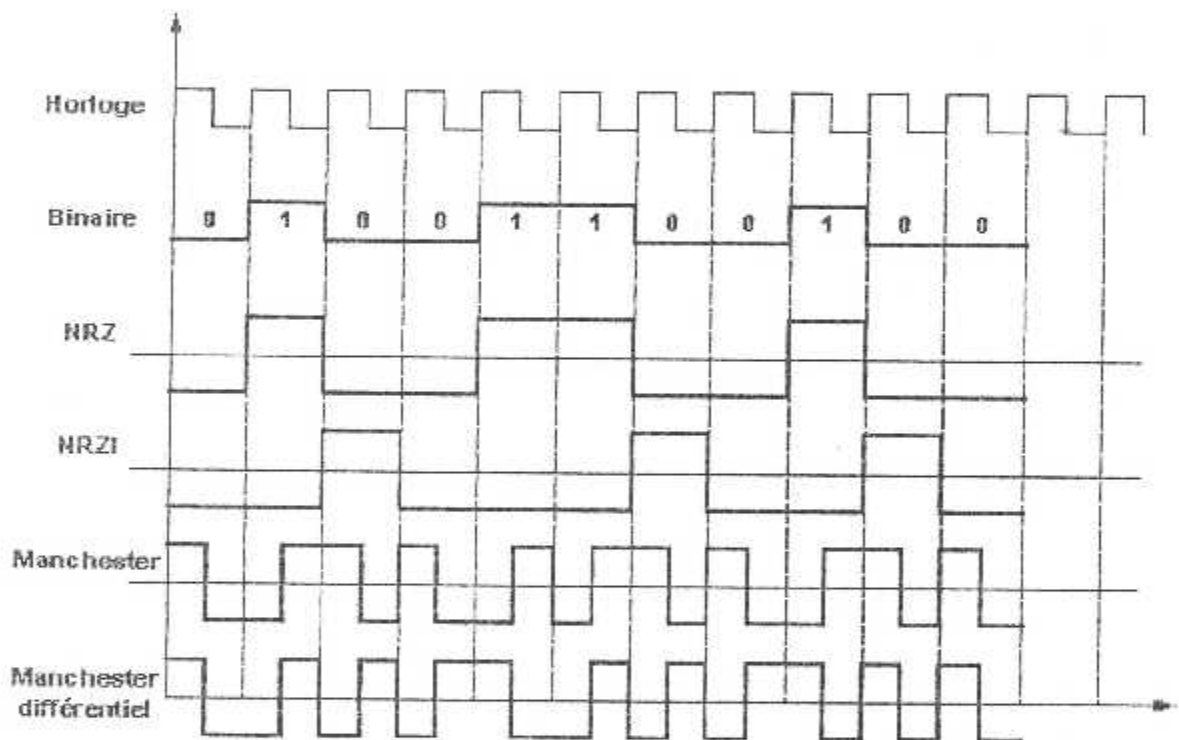


de Données) ou *DTE* en anglais (*Data Equipment Terminal*). L'adaptateur est appelé *ETCD* (*Equipement Terminal de Circuit de Données*) ou *DCE* (*Data Communication Equipment*) en anglais. Il peut s'agir d'un Modem (*Modulateur - Démodulateur*) pour la transmission analogique à partir d'un signal numérique ou d'un *ERBDB* (*Émetteur - Récepteur en Bande De Base*) pour la transmission numérique. Le signal analogique sera créé grâce à la modulation. On appelle « jonction » la partie qui relie l'*ETTD* et *ETCD*.

## II-1 Transmission en bande de base

La transmission est dite en bande de base, si les signaux sont transmis tels qu'ils sortent de la source d'information, c'est à dire dans la bande de fréquence originale, on utilise cette méthode chaque fois que le milieu de transmission disponible s'y prête.

Différents codages sont utilisés pour transmettre les données en bande de base :



Le codage *NRZ* (No Return to Zero) est simplement un codage avec une valeur de  $+V$  pour le signal pour représenter un 1 et  $-V$  pour représenter un zéro. De cette façon, la composante continue du signal est nulle (s'il y a globalement autant de 1 que de 0), ce qui donne une consommation moins importante.

Le codage *NRZI* (NRZ Inverted) inverse le signal si le bit à transmettre est un 0 et ne l'inverse pas s'il s'agit d'un 1. Cela évite un signal continu lors d'une longue succession de 0.

Le codage *Manchester* propose une inversion du signal systématique au milieu de la période d'horloge, ce qui garantit l'impossibilité d'avoir un signal continu. Pour transmettre un 1, il s'agira d'un front montant, et pour transmettre un 0, d'un front descendant.

Le codage *Manchester* différentiel réalise un OU exclusif entre l'horloge et les données. Il y a toujours une transition au milieu de la période d'horloge, avec inversion entre 2 bits pour transmettre un 0 et absence de transition pour transmettre un 1.

Les deux codages *Manchester* permettent d'assurer une composante nulle du signal, mais demande un signal de fréquence 2 fois plus important qu'avec les codages *NRZ*.

Notons que les bits de poids faibles sont toujours transmis en premier, par convention.

## II-2 Transmission de données via AM

La première forme de transmission de données employant la modulation d'amplitude est arrivée en premiers jours de radio environ il y a 100 ans. Le code morse International a été transmis en basculant simplement une porteuse 'on' et 'off'.

La forme la plus élémentaire de transmettre des niveaux hauts et bas est simplement faire basculer la porteuse d'un transmetteur 'on' et 'off', Mark et Space. La figure 2-1, montre le signal de sortie d'émetteur résultant, la marque permet à la porteuse d'être transmise et l'espace coupé la transmission. Ainsi, la porteuse transmet le signal intelligent (l'information) en la tournant simplement 'on' ou 'off' selon un code arrangé à l'avance. Ce type de transmission est

appelé '*continuous wave*' (CW); cependant, puisque l'onde est périodiquement interrompue, il pourrait plus convenablement être appelé '*interrupted continuous wave*' ICW.

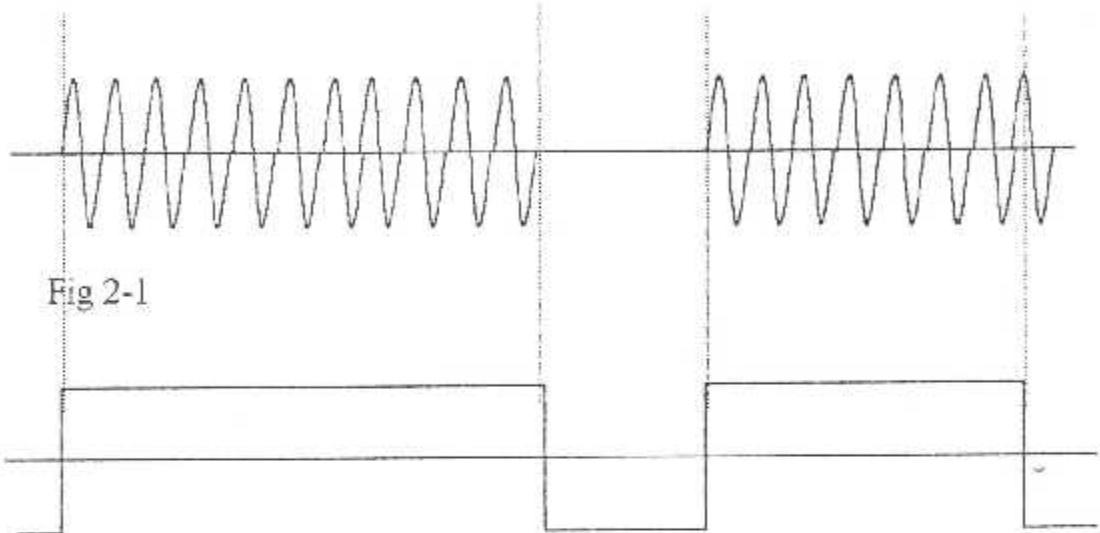


Fig 2-1

Fig 2-2

Si la CW montré dans la *figure 2-2* est créé par une action manuelle sur la clef, un relais télécommandé ou un système automatique comme la bande poussée, l'accroissement rapide et la chute de la porteuse présentent un problème.

Les côtés raides du signal résultant sont riches en contenu harmonique, ce qui signifie que la largeur de bande du canal pour la transmission doit être large ou bien des interférences du canal s'introduisent. C'est un problème sévère c'est pour cela on code la transmission lors l'utilisation des canaux ayant largeur de bande étroite. La situation est remédiée par l'utilisation d'un filtre LC, Comme indiqué dans la *figure 2-3*. L'inductance  $L_3$  ralentit l'accroissement brusque de la porteuse, tandis que le condensateur  $C_2$  amortir les oscillations. On connaît ce filtre comme un filtre de verrouillage et est aussi efficace dans le blocage du RFI (l'interférence de fréquence de radio).



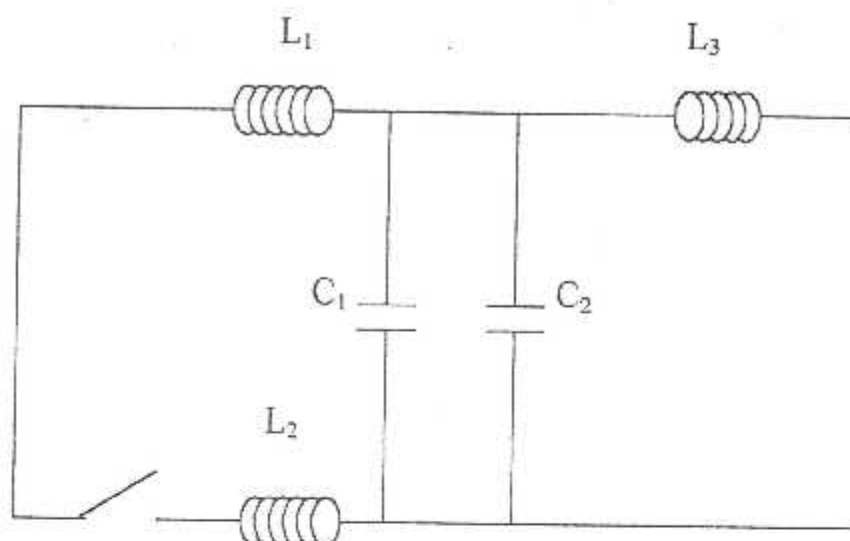


FIG 2-3

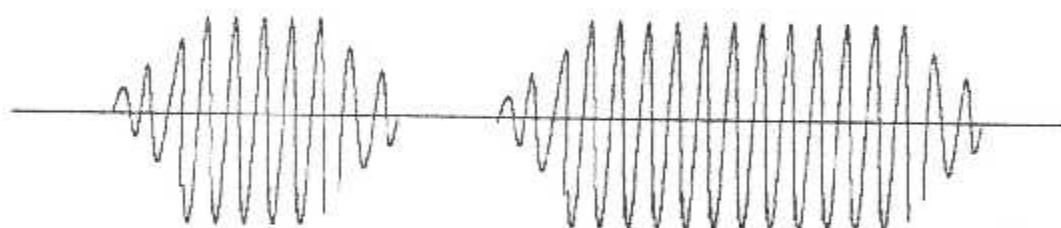


FIG 2-3 : CW résultant

*CW* est une forme de *AM*, elle est affectée par le bruit à une mesure beaucoup plus grande que des systèmes *FM*. La condition de 'Space' (aucune porteuse) est aussi fatigante à un récepteur depuis à ce temps-là le gain du récepteur est augmenté par l'action d'AGC (Automatique Gain Control) qui fait apparaître des problèmes dus au bruit reçu. La simplicité et la largeur de bande étroite de *CW* font-il captivant aux amateurs de radio, mais sa valeur principale doit aujourd'hui montrer le développement historique de transmission de données.

## II-3 Transmission de données via FM/PM

La transmission de données digitales via la fréquence ou la modulation de phase offre certains avantages sur l'amplitude qui arrive dans des systèmes analogues standard. Dans cette section nous examinerons le *FM/PM* qui ont eu l'habitude de transmettre des données digitales. Gardez à l'esprit que ces arrangements sont employés pour la transmission de n'importe quel type de code binaire. Les codes les plus employés seront décrits dans le chapitre 3. Ceux-ci incluent l'ASCII, EBCDIC, BAUDET, GRAY et des codes de PCM. Tous ceux sauf PCM sont typiquement employés pour coder l'information d'ordinateur, tandis que PCM est employé pour convertir des signaux analogues en digital. Cela s'applique aussi à l'AM des systèmes expliqués dans la section Précédente.

### II-31 Modulation FSK

FSK est une forme de modulation de fréquence dans laquelle le signal modulant fait varier la sortie entre deux fréquences prédéterminées quand on appelle fréquences mark et fréquence space. Il peut être considéré comme système FM dans lequel la fréquence de porteuse est à mi-chemin entre les fréquences marque et space et est modulée par un signal rectangulaire. Comme indiqué dans la fig.2-4 La condition marque incrémente la fréquence porteuse de 42.5 Hz, tandis que la condition space décrémente de 42.5Hz. Ainsi, la déviation de fréquence est de 85 Hz Pour FSK à bande étroite, tandis que le changement de 850-Hz est la norme pour des systèmes à large bande FSK.

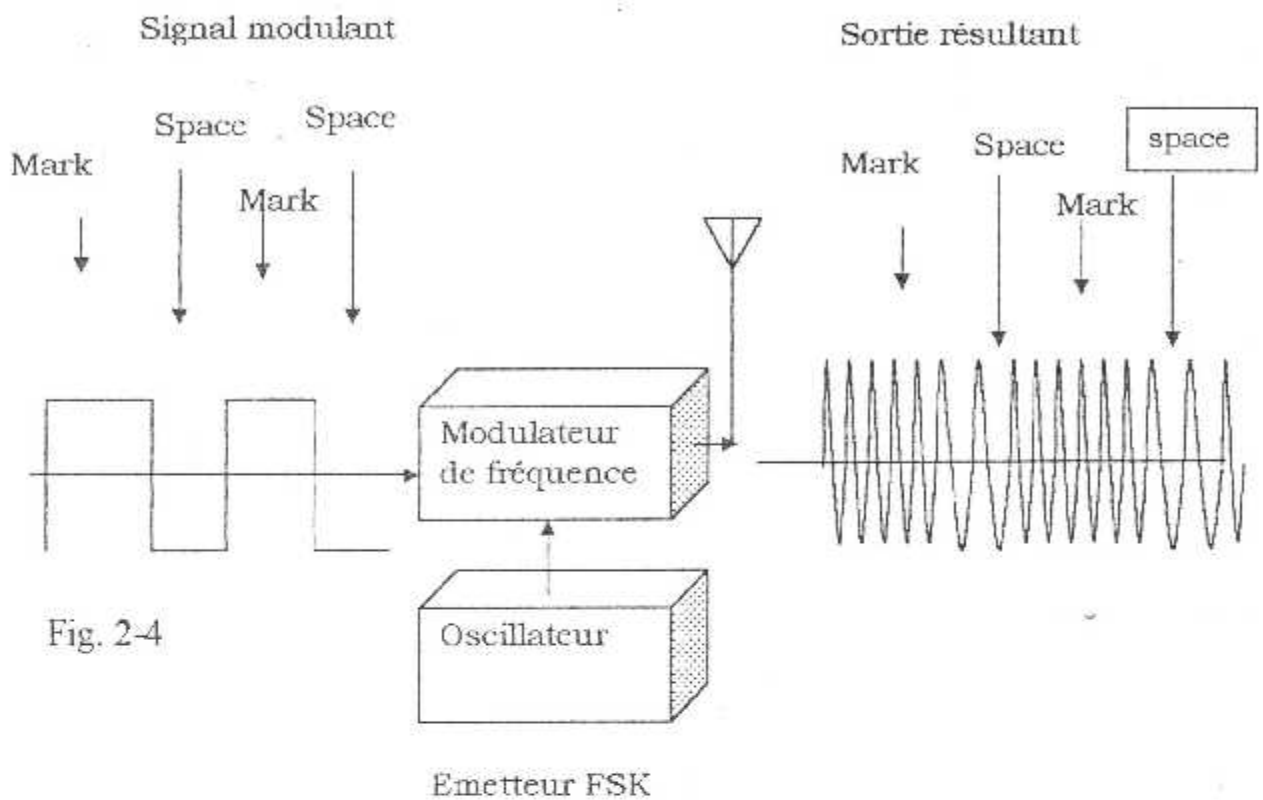


Fig. 2-4

En pratique, les systèmes à bande étroite FSK utilisent un canal de plusieurs kilohertz, tandis qu'à large bande FSK emploie 10 à 20 KHZ.

### Génération FSK

Il existe deux types de modulation FSK

- **Modulation sans continuité de phase :**

Dans ce cas on utilise deux oscillateurs, l'un des deux délivre la fréquence Mark et sera activé par le niveau haut, l'autre délivre la fréquence space et sera activé par le niveau bas.

Le schéma bloc de ce modulateur est montré dans la fig.2-5

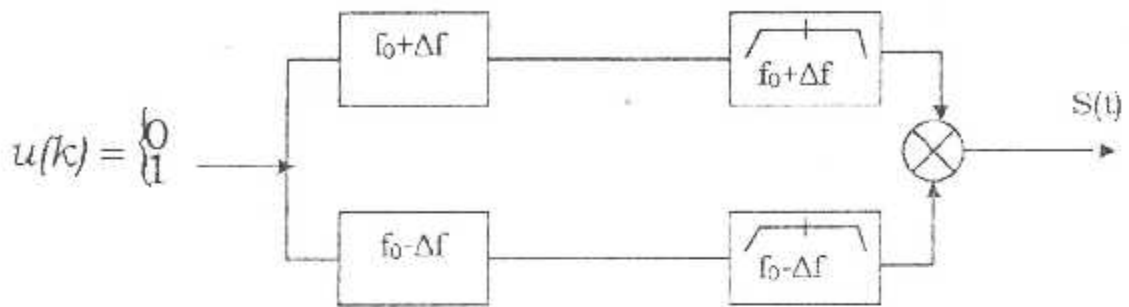


Fig 2-5

- **Modulation avec continuité de phase :**

La génération de FSK peut être facilement accomplie en commutant un condensateur complémentaire dans le tank circuit d'un oscillateur quand l'émetteur est verrouillé. Dans FSK à bande étroite il est souvent possible d'obtenir le changement de fréquence exigé en shuntant la capacité directement à travers un cristal, particulièrement si les multiplicateurs de fréquence suivent l'oscillateur, comme est le cas habituel. FSK peut aussi être produit en appliquant un signal rectangulaire à l'entrée d'un VCO.

Le schéma bloc de ce modulateur est montré dans la fig.2-6

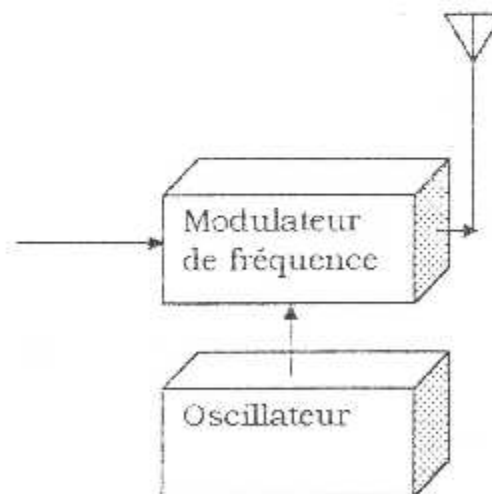


Fig.2-6

Emetteur FSK



## II-32 Modulation PSK

Parmi les méthodes les plus efficaces pour la modulation de données est le changement de phase (PSK). PSK fournissent une probabilité d'erreur réduite par rapport les autres modulations. Les données entrantes changent la phase de la porteuse par une quantité prédéfinie. Ce rapport est exprimé comme :

$$V_0(t) = V \sin \left[ \omega_c(t) + \frac{2\pi(i-1)}{M} \right]$$

Où :  $i=1, 2, \dots, M$

$M=2^N$  nombres d'états de phase permis

$\omega_c$  = vitesse angulaire de porteuse

Tant que  $M$  plus grand que quatre les systèmes sont mentionnés comme des systèmes *de M-aire* et le signal de sortie est appelé une constellation. Dans un signal BPSK la phase de la porteuse changera par  $180^\circ$  (*c'est-à-dire, + /- sin.  $\omega_c t$* ) pour un signal QPSK la phase change par  $90^\circ$  pour chaque état possible. On fournit un diagramme montrant BPSK et la constellation QPSK dans la figure 2-7.

BPSK	$M=2$ $N=1$
QPSK	$M=4$ $N=2$
8PSK	$M=8$ $N=3$

## II-33 Modulation BPSK

Il a été défini que pour un signal BPSK,  $M=2$  et  $N=1$ .

Le vecteur  $+ \sin(\omega_c t)$  fournit la logique "1" et le vecteur  $- \sin(\omega_c t)$  fournit la logique "0" comme indiqué dans la figure 2-7-a. Le signal BPSK n'exige pas

que la fréquence de la porteuse soit changée comme le système FSK. Au lieu de cela, la phase de porteuse est directement modulée, signifiant que la phase de la porteuse est changée par les données binaires entrantes. On montre ce rapport dans *la figure 2-8*. Pour un modèle s'alternant de 1's et 0's.

La génération du signal BPSK peut être accomplie de plusieurs façons. On montre un schéma bloc d'une méthode simple dans *la figure 2-9*. Les valeurs + et - sont alors alimentées par les circuits sélecteurs 1 parmi 2, qui est contrôlé par les données binaires. Si les données binaires sont 1, donc la sortie sera  $+\sin(\omega_c t)$ . Si les données d'entrée binaire sont 0, donc le signal  $-\sin(\omega_c t)$  est choisi à la sortie. L'exécution de cette opération dépend le débit de données binaire et la fréquence de la porteuse.

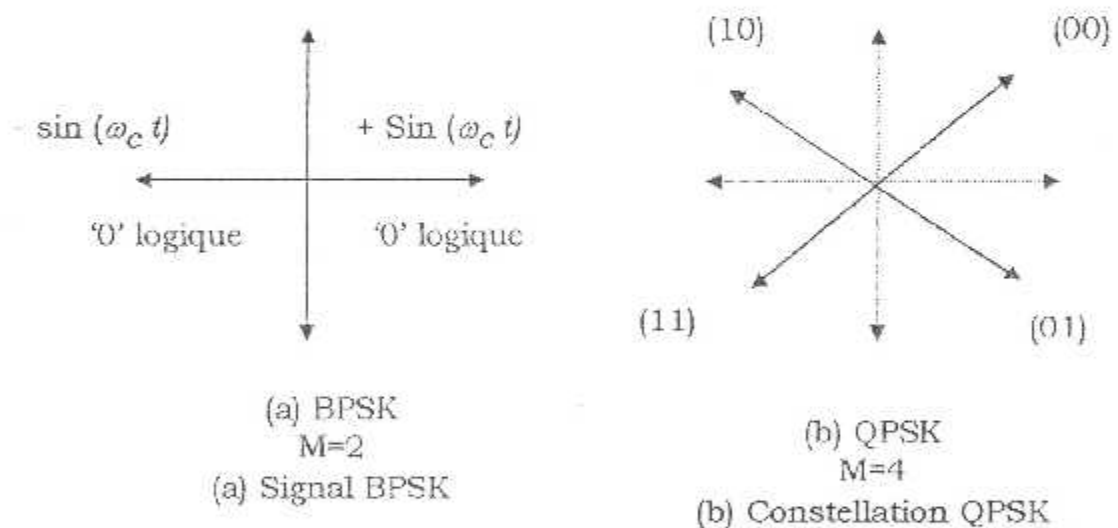


Fig.2-7. Illustration de BPSK et QPSK

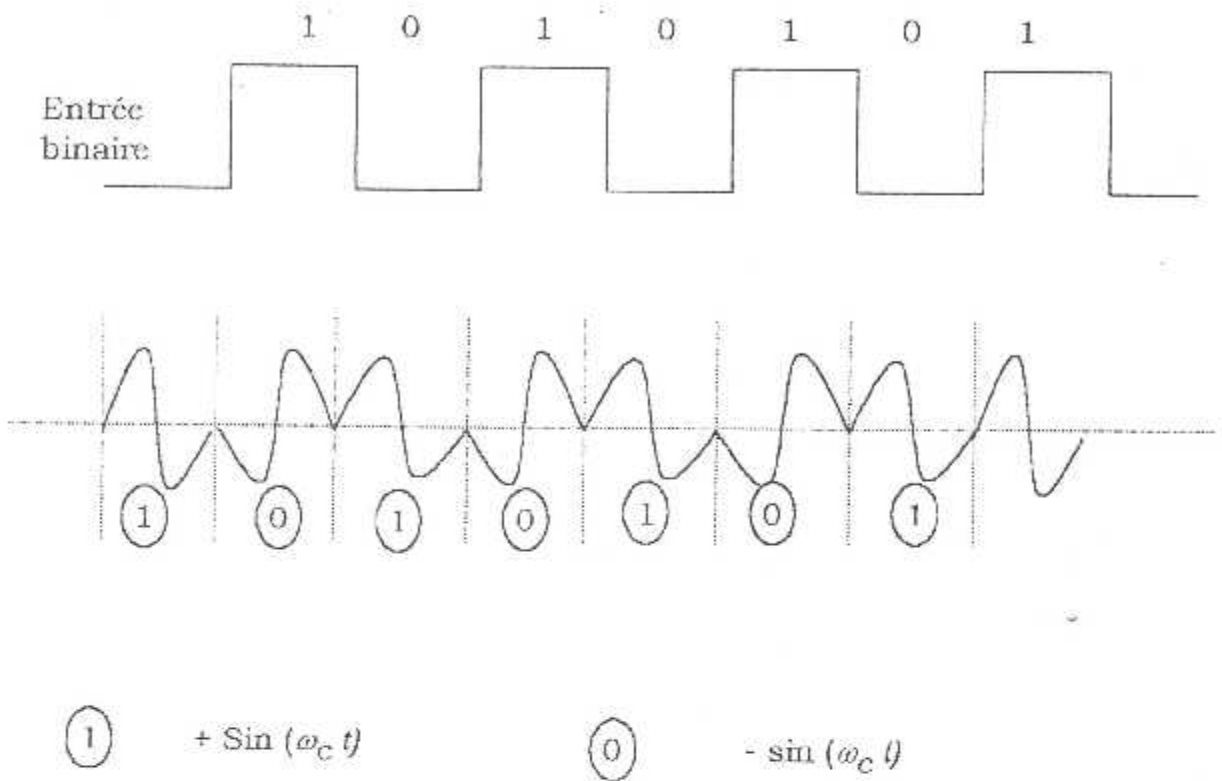


Fig.2-8 la sortie de circuit modulateur BPSK d'entrée

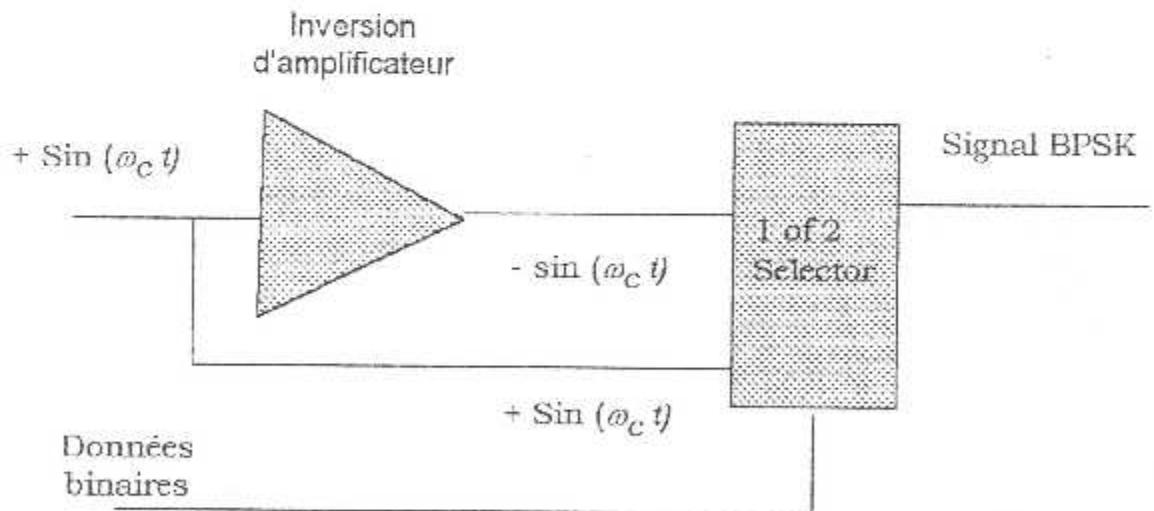


Fig.2-11. Circuit de génération de signal BPSK

Un récepteur BPSK exige que le changement de phase soit détecté. Une possibilité de construire un récepteur BPSK en employant un circuit mixer, le récepteur BPSK est alimenté par le circuit mixer, l'autre entrée du récepteur a branché avec la sortie de l'oscillateur de référence qui fait reconstituer la porteuse, La fréquence de porteuse récupérée est mélangée avec le signal d'entrée BPSK pour fournir les données binaires à la sortie du récepteur. Le schéma bloc d'un récepteur BPSK est montré dans la fig.2-10. Mathématiquement, Ce dernier peut fournir 1 et 0 comme indiqué :

$$\text{"1" sortie} = [\sin(\omega_c t)] [\sin(\omega_c t)] = \sin^2(\omega_c t)$$

Et on a :  $\sin^2 A = [1 - \cos 2A]$ .

Donc :

$$\text{"1" sortie} = \frac{1}{2} - \frac{1}{2} [\cos (2\omega_c t)]$$

Le  $\frac{1}{2} [\cos (2\omega_c t)]$  est rejeté par le filtre passe-bas donc

$$\text{"1" sortie} = \frac{1}{2}$$

Et pour le "0" on a :

$$\text{"0" sortie} = [-\sin(\omega_c t)] [\sin(\omega_c t)] = -\sin^2(\omega_c t)$$

$$\text{"0" sortie} = -\frac{1}{2} + \frac{1}{2} [\cos (2\omega_c t)]$$

$$= -\frac{1}{2}$$

Le  $+/-\frac{1}{2}$  représentent des valeurs qui correspondent aux 1 et 0 binaires.

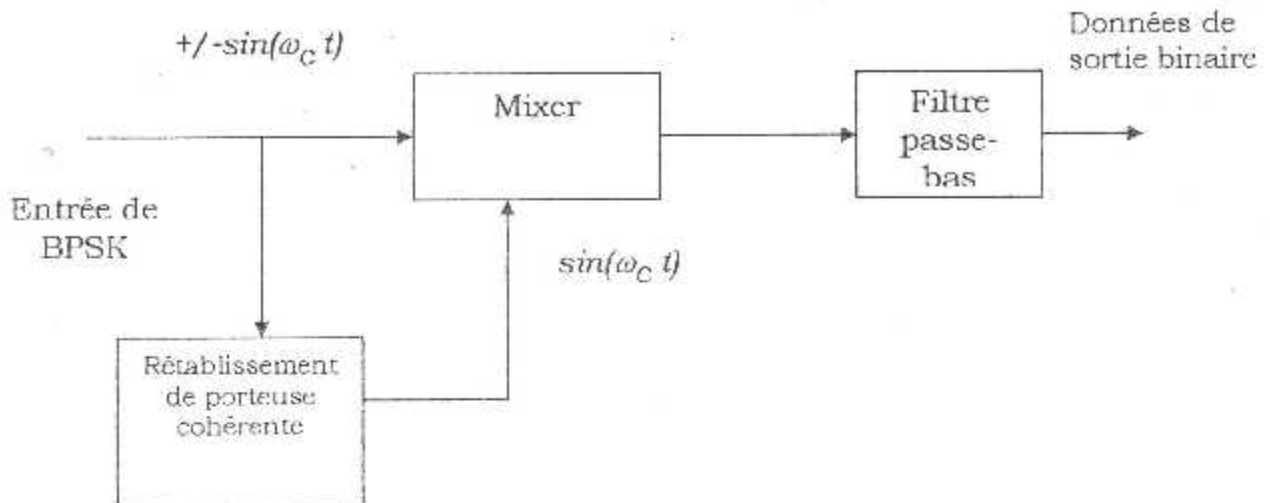


Fig.2-12. récepteur BPSK utilisée rétablissement cohérent et le circuit mixer

### II-34 Le Système QPSK

La constellation QPSK fournit quatre vecteurs pour représenter les données binaires. Le système QPSK emploie deux canaux de données, appelées canaux  $I$  et  $Q$ . Chaque canal contribue à la direction du vecteur dans la constellation de phase. Les quatre valeurs possibles de  $I$  et  $Q$  est montrés dans la figure 2-13. Le signal BPSK exige un  $BW_{MIN} = f_b$ , où le signal QPSK exigera *seulement*  $f_b/2$  pour chaque canal. La quantité  $f_b$  se réfère à la fréquence de chacune des moments originaux. Avec la transmission QPSK, la compression de largeur de bande de données est comprise. On montre ce rapport dans la fig. 2-14.

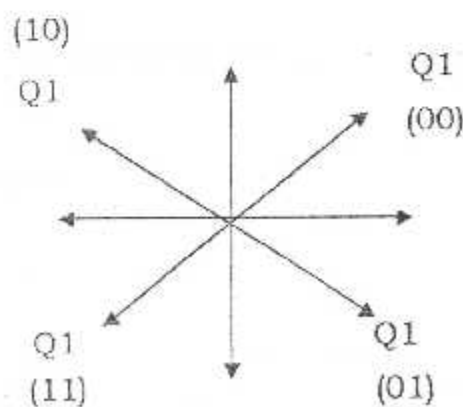


Fig.2-13. La constellation de phase QPSK.



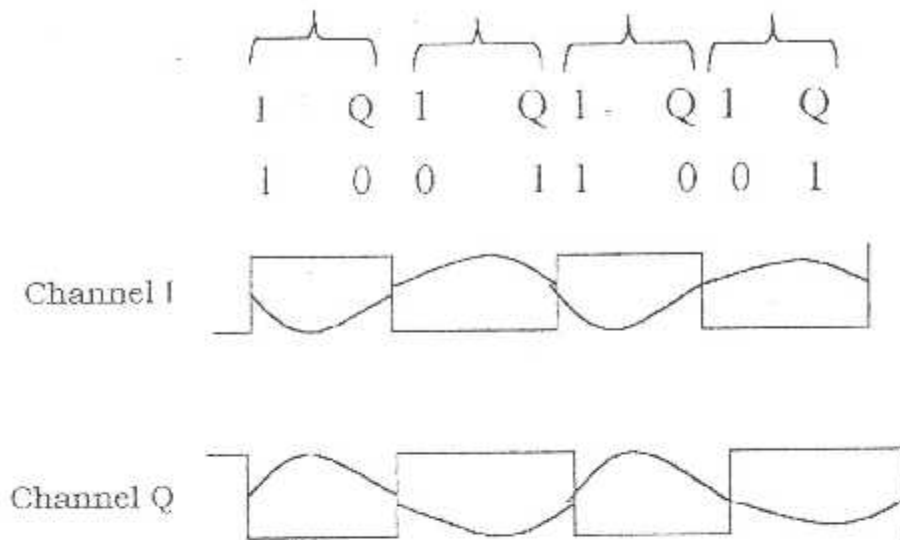


Fig.2-14. Channel de données I et Q de QPSK

### Remarque de conclusion

Dans les systèmes FSK le signal information est moins bruité parce que l'information est portée par la fréquence; donc la modulation FSK est la meilleure modulation pour la transmission de données numériques.



## Chapitre III

### Codage numérique

- III-1 Introduction
- III-2 Code binaire naturel
- III-3 Code hexadécimal
- III-4 Code BCD
- III-5 Code réfléchi
- III-6 Code de Hollerith
- III-7 Code Exess3
- III-8 Code ASCII
- III-9 Code Morse
- III-10 Détection et correction d'erreur

## Introduction

Pour représenter les messages d'un alphabet donné, on utilise plusieurs bits dont l'ensemble s'appelle un mot, on peut imaginer des codes pour représenter n'importe quel alphabet. Nous allons écrire les plus courantes.

### III-1 Code binaire naturel

Le codage binaire naturel sert à représenter les nombres. L'alphabet, dans ce cas est l'ensemble des nombres ; il est infini. La convention de codage est la même que pour l'écriture des nombres en base 10 (avec les 10 chiffres 0..9), mais on utilisant la base 2 formé seulement de 0 et 1.

### III-2 Code hexadécimal

Le code hexadécimal c'est une commodité pour l'écriture des nombres en binaire, on utilise la base 16, au lieu de 10 et les chiffres sont alors les suivants par convention : 0..9, A..F.

L'intérêt de l'hexadécimal est que pour convertir un nombre binaire en hexadécimal, il suffit de le découper en tranche de quatre chiffres à partir de la droite et de convertir séparément chaque tranche.

### III-3 Code BCD

Dans ce code on convertit séparément chaque chiffre en binaire « décimal codé binaire ». Il faut pour cela 4 bits on utilise que 10 sur 16 des combinaisons possibles.

Ce code est utile pour la commande des systèmes d'affichages.

### III-4 Code réfléchi

Si l'on se réfère à la table de conversion décimale binaire qui précède, on constate que le passage d'un nombre au suivant implique le changement de plusieurs bits en même temps.

En fait cette inversion simultanée est physiquement impossible dans les systèmes réels. La transition s'opère en deux temps successifs.

Ce qui peut provoquer une erreur des traitements. Pour éviter les aléas on est conduit à utiliser un code dont deux combinaisons successives ne diffèrent que par un seul bit, on dit que ces combinaisons sont adjacentes et que le code est continu.

La dénomination de réfléchi vient de ce que chacun des alternances est symétrique de l'élément précédent comme dans un miroir.

### III-5 Code de Hollerith (code des cartes perforées)

Les cartes comportent 12 lignes dont 1, 2 ou 3 sont perforées. Les chiffres sont représentés par une perforation sur la ligne de même numéro que le chiffre représenté.

Les lettres majuscules sont représentées par deux perforations :

12 -1

11 -1

0 -2 etc.

Les autres combinaisons représentent les signes divers (+, -, permutation, etc.) voir l'annexe.

### III-6 Code EXESS 3

C'est un code analogue au DCB, et on ajoute 3 chaque chiffre avant de le convertir en binaire. Le compliment à 1 en code Exess 3 donne le compliment à 9 en décimal.

### III-7 Code ASCII

Actuellement, le code principal employé dans les systèmes de transmission de données est l'ASCII «*American Standard Code for Information Interchange*». L'ASCII représente chaque caractère au moyen du modèle de sept bits, permettant un total de 128 combinaisons différentes. Cependant, bien que seulement chaque caractère soit représenté par sept bits en réalité il est stocké comme un octet à huit bits, le bit complémentaire étant employé pour la détection d'erreur.

Il doit être noté que la table commence à 32, mais il n'y a aucun caractère pour cela - l'ASCII code 32 est le code pour un formulaire. L'ASCII code 0 - 31 ne représentent pas de caractères imprimables, mais sont employés pour des buts de contrôle (par exemple dans le code de transmission Synchronic).

Comme on a mentionné précédemment, le code ASCII est aussi employé pour la représentation des caractères dans la mémoire de l'ordinateur.

#### **Les avantages de Code d'ASCII**

- Comme, les données sont représentées par sept bits. 128 combinaisons différentes sont possibles.



- Habituellement, on transmet avec 8-bits donc le huitième bit est employé pour la détection d'erreur simple.
- le code ASCII est largement employé pour la représentation dans la structure interne d'un ordinateur, ainsi la traduction n'est pas normalement exigée à la transmission de l'information sur un réseau.

### **Les inconvénients de Code d'ASCII**

De Temps en temps beaucoup d'information transmise sera relativement semblable et ainsi le code à sept bits peut gaspiller l'espace.

### **III-8 code Morse (1832)**

Il a été inventé par l'Américain Samuel F. B. Morse (1791-1872) en 1832-1833.

Samuel Morse a utilisé deux inventions récentes (à l'époque) pour mettre au point son système : la pile à accumulation, et l'électro-aimant. Il avait découvert en 1832 cela lors d'un voyage en Europe, où il avait eu l'occasion de rencontrer Michael Faraday, connu pour ses travaux sur l'électromagnétisme, et c'est ce qui lui avait donné l'idée.

En 1838, il proposa son alphabet "Morse" bien connu. Chaque point "tit" correspond à une impulsion de courant électrique de  $1/25^{\circ}$  de seconde environ, et une tirée "taat" de  $3/25^{\circ}$  de seconde. L'espace dans la même lettre vaut  $1/25^{\circ}$  de second environ, entre les lettres est  $3/25^{\circ}$  de second, et entre les mots  $7/25^{\circ}$  de second, En combinant les "tit" et "taat", on peut coder les lettres et chiffres comme indiqué ci-dessous.

Exemple :

Alphabet... (Maximums 4 caractères)

..	A	...	G	..	M	...	S	..	Y
...	B	...	H	..	N	..	T	...	Z
...	C	..	I	...	O	..	U		
...	D	...	J	...	P	...	V		
..	E	..	K	...	Q	..	W		
...	F	...	L	..	R	...	X		

Numéros... (5 Caractères)

....	1	.....	6
..---	2	---...	7
...--	3	----..	8
....-	4	-----	9
.....	5	-----	0

Remarque : Pour d'autres signes et morse arabe, voir annexes.

### **Les avantages du Code morse**

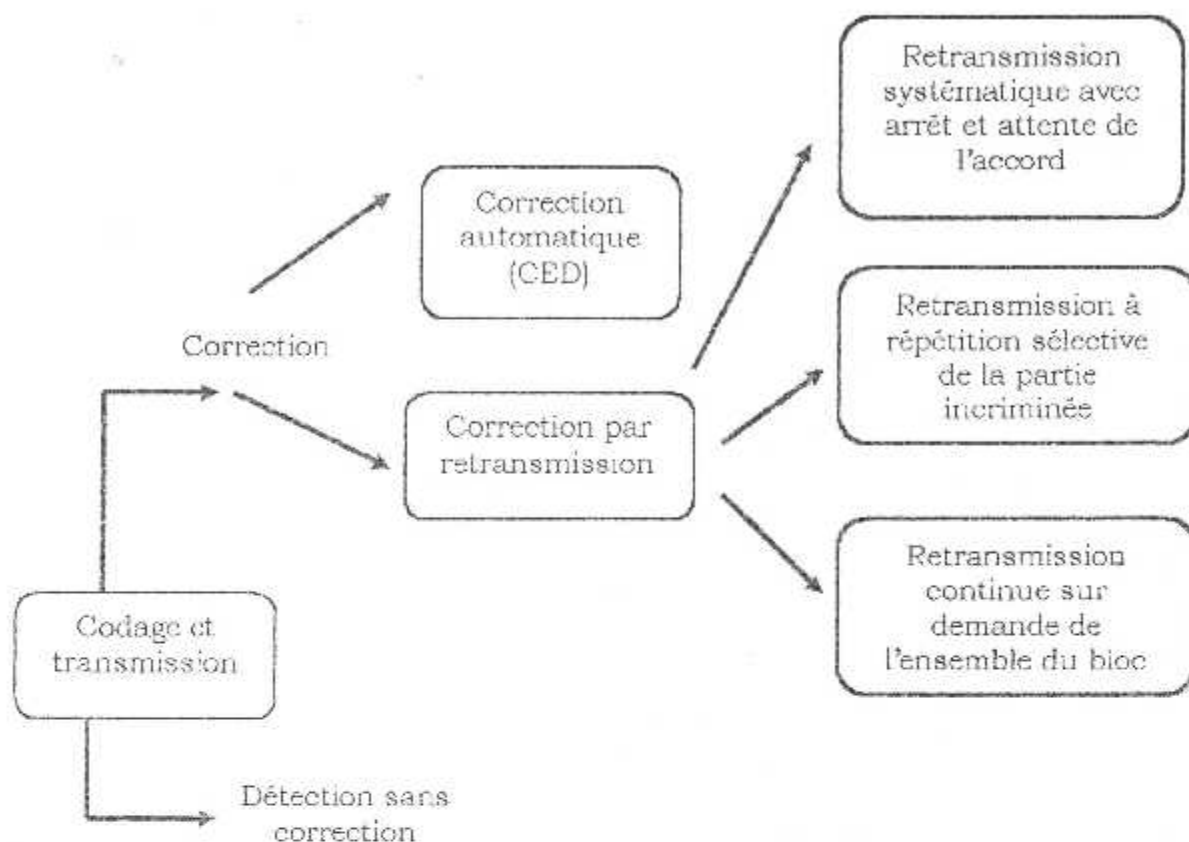
le changement de la longueur de code d'un alphabet à un autre ; la variation des durée entre point et tiret ; l'espacement dans le même caractère ; entre les caractères et entre les mots ; tous ça facilite la détection d'erreur.

## **III-9 Détection d'erreur et correction**

Les erreurs lors de transmission sont causées par le bruit et interférence de système. La redondance est une technique utilisée pour la détection d'erreurs lors de la transmission de données en code numérique.

### **III-9-1 Méthodologie du contrôle d'erreur**

Différentes méthodes de protection contre les erreurs



Cette procédure d'exploitation, constituée par la vérification par l'écho est surtout employée pour la transmission asynchrone de messages en mode caractère entre terminaux distant, il y'a deux mises en œuvre possible :

**En mode local :** Un terminal transmet chaque caractère au terminal distant et fait apparaître localement sur son écran ou sur son imprimante ce qu'il a envoyé.

**En mode distant :** C'est le terminal distant où le multiplexeur associé localement qui envoie en écho le caractère reçu vers l'émetteur. L'opérateur du terminal émetteur peut passer du mode local au mode distant au moyen d'une simple manœuvre (clé, petit commutateur interne) de son terminal ou en initialisant une commande vers le Modem (« écho ON » ou « écho OFF »). Par ce procédé, l'opérateur peut supposer savoir ce que reçoit son

correspondant et corriger au moyen de la touche « Delete » les erreurs constatées.

Pour cette raison, il est possible de recevoir dans certain cas un écho double. La vérification par l'écho utilise l'exploitation semi-duplex et est donc peu efficace du point de vue de l'utilisation de la largeur de bande mais elle indispensable pour tous les réseaux de distribution de qualité moyenne.

### **III-9-2 Demande de répétition automatique**

De façon de rendre la vérification de l'intégrité du texte indépendante de la présence et de l'attention de l'opérateur, il est plus facile d'utiliser une autre procédure basée sur des automatismes plus simple de vérification. La procédure « retransmission avec arrêt et attente » « ARQ » a fait l'objet de plusieurs variantes qui mettent en jeu la taille mémoire des récepteurs et les possibilités des lignes de transmission. Une redondance est ajoutée à l'émission de l'information utile, dont la confirmation est attendue en réception.

Une variante de cette méthode est appelée « retransmission avec art et attente » ne requiert que peu de capacité mémoire. Elle consiste à transmettre un bloc de caractère ou trame, et d'attendre un certain délai afin de recevoir un acquittement positif des caractères transmis avant de procéder l'envoi du bloc ou de la trame suivante. Si l'accusé de réception est négatif, il faut réémettre la trame ; L'émetteur ne peut avoir ainsi qu'une trame d'acquiescement. Si aucun acquiescement ne parvient, au bout d'un temps défini, l'émetteur renvoie la même trame avec un numéro d'identification. Cette nouvelle envoie est appelé « duplicate ».

Différents messages de service transmis permettant la synchronisation entre l'émetteur et le récepteur.

Une autre méthode, est appelée en anglais « continuous RQ », consiste à améliorer le rendement de la liaison, sous réserve de disposer de taille mémoire plus importante. On envoie des trames numérotées sans attendre l'acquittement et on en garde provisoirement copie, jusqu'à ce que le récepteur fasse connaître sa situation. Le récepteur fait savoir systématiquement qu'il a bien reçu chaque trame au moyen d'un acquittement, ce qui provoque l'effacement de la trame correspondante dans la mémoire de l'émetteur.

Si une erreur se produit dans la transmission, deux procédures différentes peuvent être mises en œuvre :

- Soit une retransmission sélective qui ne met en cause que la trame erronée.
- Soit une retransmission de toute la série de trames à partir de la trame erronée.

### III-9-3 Codes détecteurs et correcteurs d'erreurs

Le principe de la détection et de la correction des erreurs, consiste à transmettre des bits supplémentaires. Autrement dit d'émettre une quantité d'information surabondante. On dit que l'information est redondante.

La redondance est, par définition, le rapport de bits supplémentaires au nombre de bits utiles.

#### A- La parité

Pour s'assurer que le caractère envoyé est bien celui qui a été reçu, on peut utiliser le contrôle de parité. Le principe est de rajouter un bit de parité directement après le caractère. Ce bit est mis à 0 ou à 1 selon que l'on veuille obtenir une parité paire (le nombre de 1 est pair) ou impaire (le nombre de 1 est impair). Si on souhaite transmettre un caractère ayant un nombre impair de



bit à 1, et que l'on utilise un contrôle de parité paire, il faudra que le bit de parité soit positionné à 1 pour que le nombre de total de bits à 1 soit pair. Ceci permet à l'organe de réception de vérifier si on a le même nombre de 1 dans le caractère à l'arrivée qu'il y en avait au départ. Ce contrôle n'est pas infaillible, mais la probabilité d'avoir plusieurs inversions de bits dans un même caractère est faible.

### Exemples :

ASCII 7 bits : Caractère transmis	Bit de parité (parité paire)	Bit de parité (Parité impaire)
1001100	1	0
0000000	0	1
1010101	0	1

### ***B- Caractère de contrôle de bloc (BCC) 'bloc check charters'***

Dans le cadre du BCC on utilise l'envoi d'un bloc de caractère sans intervalle de temps entre les caractères on a alors la configuration suivante :

La taille du bloc est en général à 256 caractères, on utilise pour l'émetteur et le récepteur le même algorithme pour calculer le BCC a fin de valider la chaîne reçue, on compare les deux BCC qui doivent être identiques.

### ***Algorithme de calcul de BCC***

On utilise un algorithme de calcul de parité en deux dimensions appelées LRC '*longitudinal redundancy check*'.

Si le BCC est lui-même corrompu où des erreurs se produisent sur les mêmes colonnes, alors le BCC ne fonctionne plus.

Si une erreur simple arrive, le faux bit peut être défini exactement comme l'intersection de la rangée et la colonne contenant l'erreur.

### C- Code cyclique CRC 'cycle redundancy check'

C'est l'un des systèmes les plus puissants pour la détection d'erreur, cette méthode est utilisée dans la transmission des données synchrones, elle détecte jusqu'à 99,95 % des erreurs.

La chaîne des caractères (suite de 0 et 1) est représentée par un polynôme  $M(x)$ , on utilise une fonction génératrice  $G(x)$  dans ce cas on définit le rapport suivant :

$$\frac{M(x)}{G(x)} = Q(x) + R(x)$$

$R(x)$  : reste qui représente CRC.

### D- Correcteur de code Hamming

Les codes de détection d'erreur, qu'on a déjà parlés exigent la retransmission si les erreurs arrivent. Les techniques qui permettent la correction sont appelées des codes 'forward error correcting' "FEC", l'exigence de base de tel code est la suffisance de redondance afin de permettre la correction d'erreur sans nouvelle entrée de l'émetteur, le code d'Hamming est un exemple d'un code FEC nommé pour R.W. Hamming, un premier développeur de la détection d'erreur / des systèmes de correction.

$$2^n \geq m+n+1$$

3-1

Considérez un mot de données à 4 bits 1101, le numéro minimum de bits paritaires à être employées est trois quand l'équation 5 a fait référence. Un possible, alors, est :

$P_1$	$P_2$	1	$P_3$	1	0	1	
1	2	3	4	5	6	7	Emplacement de bit.

Nous laisserons le premier bit paritaire,  $P_1$ , fournirons même la parité pour l'emplacement de particule 3, 5 et 7.  $P_2$  fait le même pour 3, 6 et 7, tandis que  $P_3$  vérifie 5, 6 et 7. Le mot résultant, alors, est :

1	0	1	0	1	0	1	
1	2	3	4	5	6	7	Emplacement de bit.
$P_1$	$P_2$		$P_3$				

Quand vérifié, 1 est assigné aux bits incorrects paritaires, seront 0 représentée un bit correct paritaire. Si une erreur arrive pour que l'emplacement de bit 5 devienne 0, le processus suivant a lieu.  $P_1$  est 0 et indique une erreur. On lui donne une valeur de 1 au récepteur.  $P_2$  n'est pas concerné par l'emplacement de bit 5 et est correct et là pour donner une valeur de 0.  $P_3$  est incorrect et a donc assigné une valeur de 1. Ces trois valeurs aboutissent au mot binaire 101. Sa valeur décimale est 5 et cela signifie que l'emplacement de bit 5 comme la fausse valeur et le récepteur comme défini exactement l'erreur sans une retransmission. Il change alors la valeur d'emplacement de bit 5 et la transmission continue. Le code d'Hamming n'est pas capable de détecter des erreurs multiples dans un bloc de données simple. Plus complexe plus les codes sont disponibles et nécessaires.



## Chapitre IV

# Communication série

Norme V.24 RS-232C

## Introduction

La communication de données qui a lieu entre l'ordinateur et les périphériques grâce à deux types de base, série et parallèles. Le code ASCII est plus souvent employé que le code Baudot. De plus, les données qui sont envoyées en série (c'est-à-dire un bit après l'autre sur une paire simple de fils) peuvent être classifiées comme synchrone ou bien asynchrone.

## L'interface RS-232C

Examinons de plus près l'interface série RS-232C. Le terme "RS-232C" se réfère à un ensemble de spécifications relatives à ce type d'interface. La norme RS-232C a été conçue par l'Association des Industries Electroniques (AIE). Les ingénieurs de l'AIE n'étant pas assurés quant aux types d'équipement qui seraient développés dans le futur, ont préféré laisser disponible un grand nombre de lignes afin que la norme RS-232C soit aussi flexible que possible. De nos jours, la plupart de ces lignes ne sont pas utilisées par les micro-ordinateurs.

La figure 5-1 montre le brochage (affectations des broches) d'un connecteur RS-232C. Celui qui est représenté ici est un connecteur "DB-25" est le type le plus usuel. Le "DB-25" a 25 broches, mais certaines interfaces sérielles utilisent un connecteur plus petit DB-9, possédant 9 broches. Dans les cas les plus fréquents, seulement sept de ces lignes sont utilisées. Toutefois, notons qu'un système RS-232C peut fonctionner en n'utilisant que 3 lignes, comme le montre la figure 5-2.



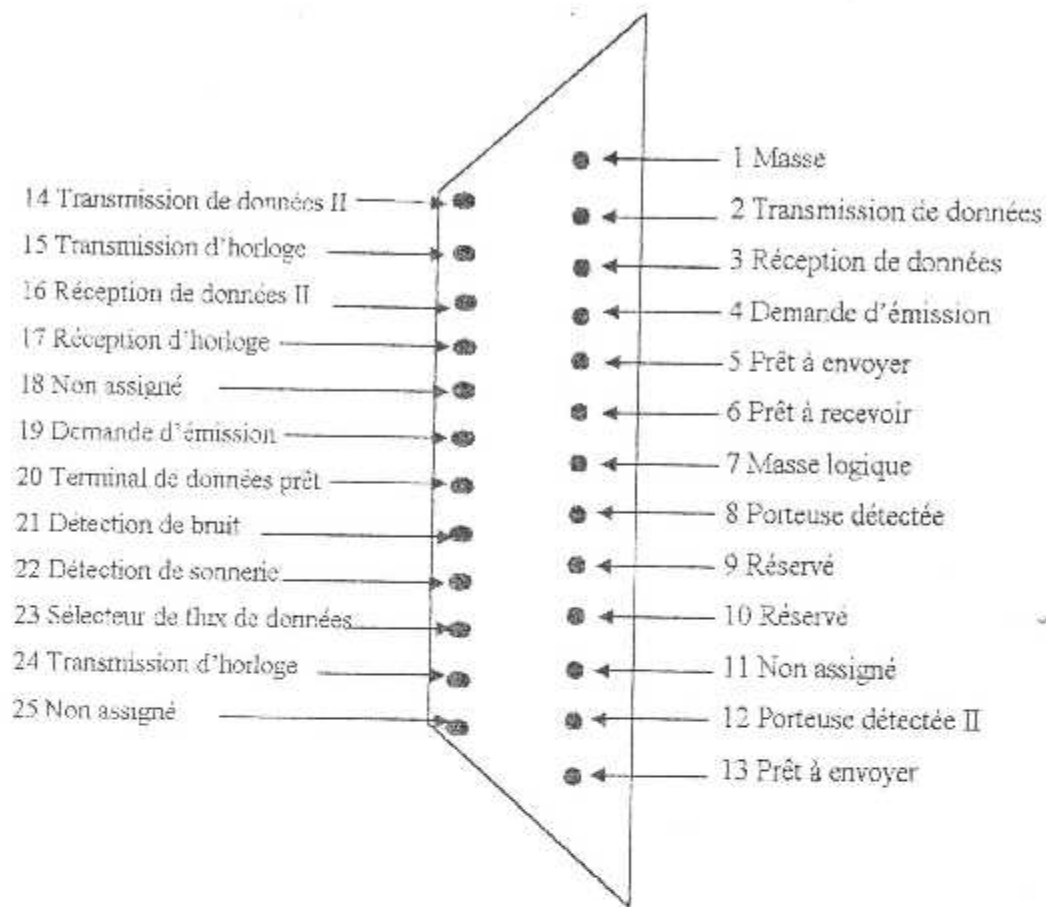
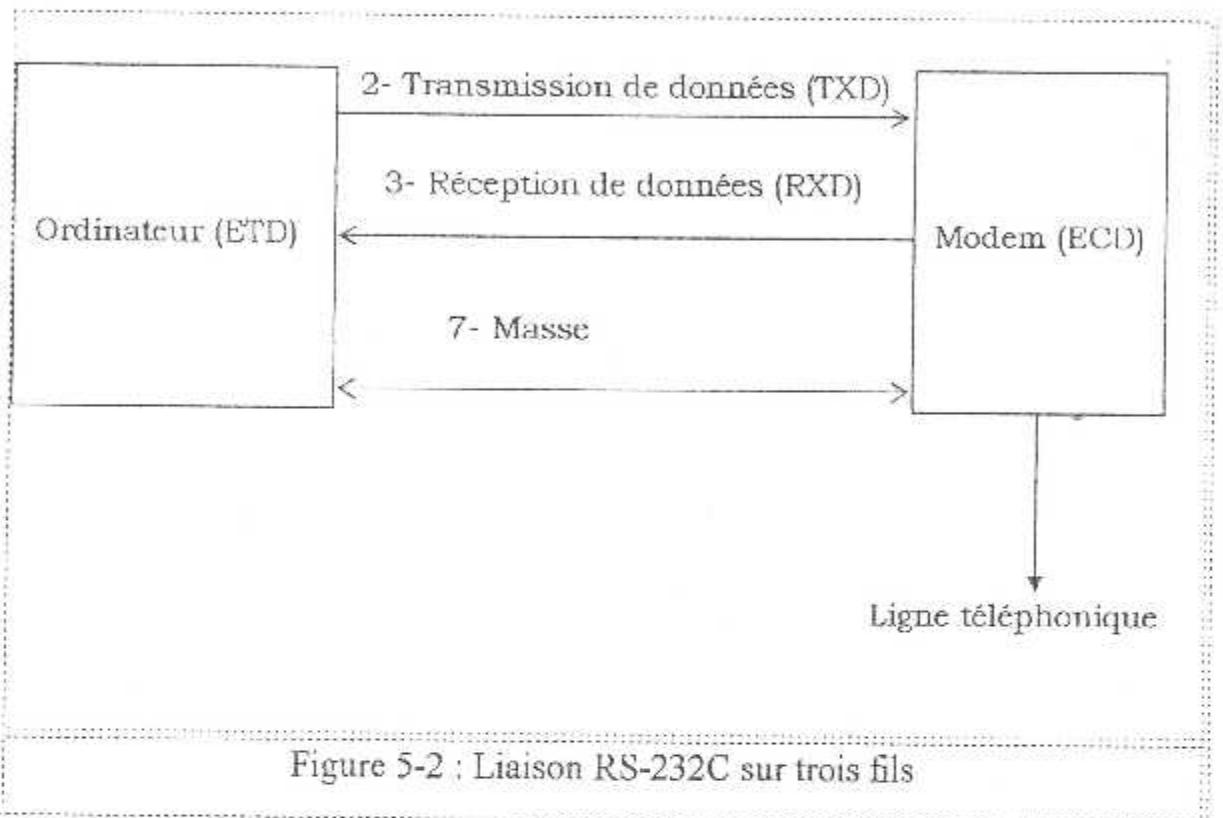


Figure 5-1 : Brochage du connecteur DB-25

Dans une liaison RS-232C, Une extrémité est désignée comme "*Equipement Terminal de Données*" ou ETD, et l'autre est appelée "*Equipement de Communication de Données*" ou ECD. Les diverses lignes de la liaison sont nommées par rapport à l'ordinateur. Par exemple, la ligne 2 est nommée "*TRANSMISSION DE DONNÉES*" parce qu'elle transporte le signal qui est émis à partir de l'ordinateur. Dans un système ordinateur/modem, l'ordinateur est le terminal (ETD) ou terminal de données, et le modem est le communicateur ou (ECD).

Dans l'interface le plus simple possible, les trois lignes clés sont reliées aux points 2, 3, et 7 sur le connecteur RS-232C. Cela est illustré par la *figure 5-*

2. La ligne 2 transporte les "données transmises" du terminal au communicateur. La ligne 3 transporte les "données reçues" du communicateur au terminal. La ligne 7 est une masse pour les deux lignes précitées.



### "Poignée de main"

La figure 5-3 montre une interface RS-232C plus complexe. Ce diagramme est spécifique au type d'interface qui peut être utilisé pour relier l'ordinateur à un modem. Cette interface comporte les trois lignes montrées sur la figure 5-2 à savoir :

- 1- Masse (ligne 7),
- 2- Transmission de données (ligne 2),
- 3- Réception de données (ligne 3).

La plupart des autres lignes sont utilisées pour le contrôle de la "poignée de main" entre l'ordinateur et le modem.

Les concepteurs ont voulu s'assurer que l'ordinateur n'enverrait pas de caractères tant que le modem n'est pas prêt. Par exemple, la ligne 20 est le "Terminal de Données Prêt" (DTR) et la ligne 6 est le "Prêt à recevoir" (DSR). Au début de la "poignée de main", l'ordinateur met la ligne DTR au niveau haut pour signaler au modem "Je suis prêt à envoyer. Et vous?" Quand le modem est prêt, il répondra en mettant la ligne DSR au niveau haut. L'ordinateur n'enverra pas de données tant que les deux lignes sont "vrai".

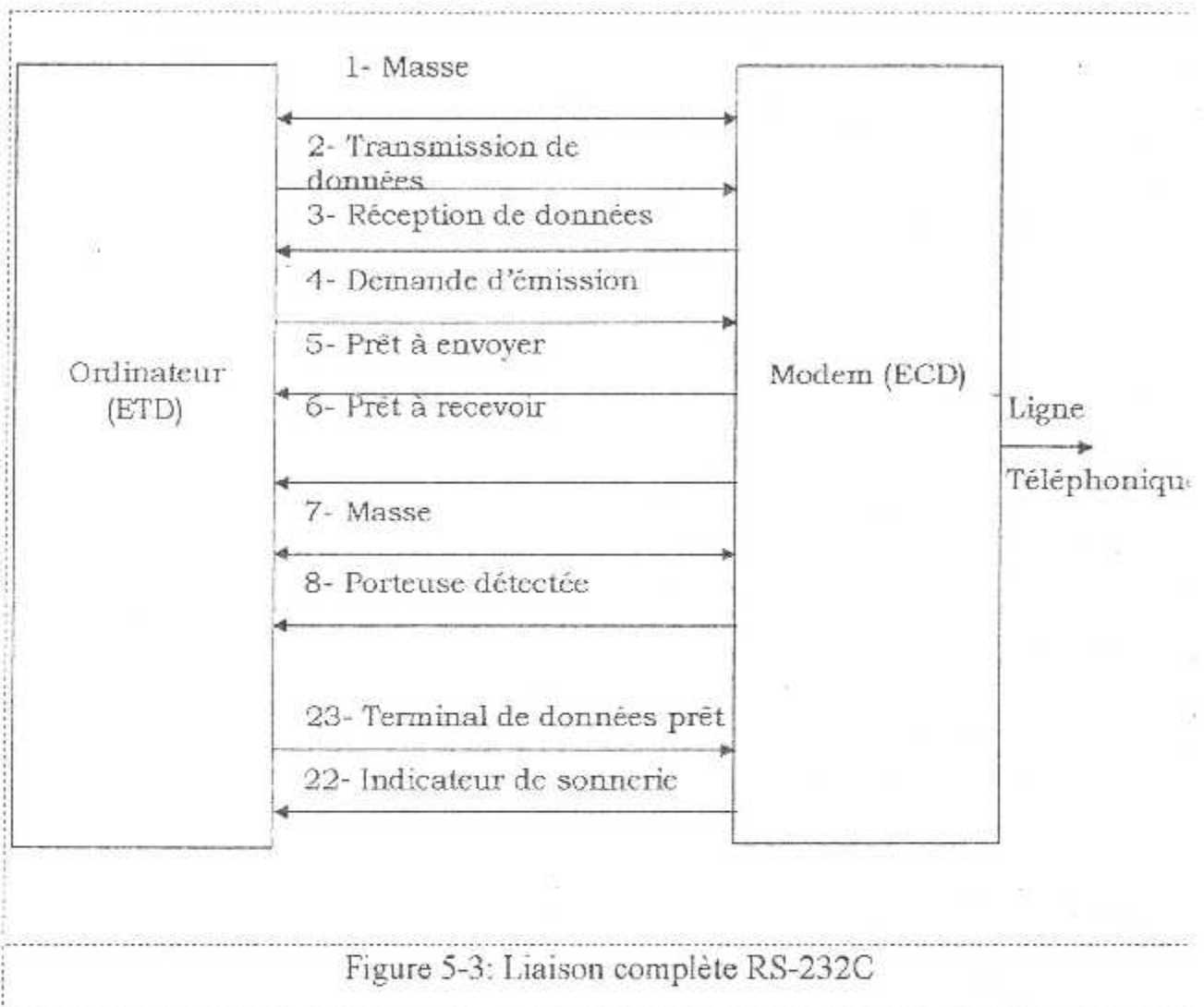
Un autre type de "poignée de main" utilise la ligne 4 qui équivaut à la "Demande d'Emission" (RTS), et la ligne 5 ou "Prêt à envoyer" (CTS). Pour commencer ce cycle de "poignée de main", l'ordinateur met au niveau haut la ligne "Demande d'Emission". Si le modem est prêt, il fera de même pour la ligne "Prêt à Envoyer".

Quelques liaisons RS-232C n'utilisent pas ce contrôle matériel de la "poignée de main"; celle-ci est contrôlée de façon logicielle. Les codes spéciaux de contrôle sont envoyés de long en large sur les lignes de données. (Vous rappellerez que, avec le contrôle matériel de la "poignée de main", les signaux de contrôle sont envoyés sur des lignes de contrôle séparées). Un protocole commun de "poignée de main" est appelé "X-ON/X-OFF". L'ordinateur et l'ECD échangent les caractères "DC1" et "DC3". Sur certaines tables ASCII, "DC1" est codé comme CTRL-Q (code hexadécimal 11) et "DC3" est codé comme CTRL-S (code hexadécimal 13). A chaque instant, ces caractères spéciaux apparaissent dans la file des données, l'ordinateur ou le modem détecte les caractères et agissent sur eux.

A n'importe quel moment où les données sont envoyées à travers des lignes téléphoniques, des erreurs de transmission peuvent s'y glisser. Un autre protocole de "poignée de main" appelé "*X Modem*" utilise les caractères ASCII "*ACK*" et "*NAK*" pour surveiller la transmission et le contrôle d'erreur. Dans ce protocole, un long fichier est envoyé comme une série de "blocs". Chaque bloc est précédé d'un caractère de "*Début de Texte*", et terminé par un caractère de "*Fin de Texte*". Le caractère de "*Début De texte*" est abrégé *STX*, mais il peut aussi être codé comme CTRL-A (code hexadécimal 02). Le caractère de "*Fin De texte*" est abrégée *ETX*. Il peut aussi être codé comme CTRL-B (code hexadécimal 03). Au bout de chaque bloc, un code spécial de vérification d'erreur est inclus. Pour chaque bloc, l'ordinateur calcule ce code de vérification d'erreur, basé sur les données à envoyer dans ce bloc. Le code de vérification d'erreur est transmis, avec le reste du bloc. S'il n'y a aucune erreur de transmission, le code de vérification d'erreur s'harmonise avec l'information reçue dans le bloc, et le modem reconnaît que le bloc a été reçu correctement. Si tout s'est bien déroulé, le modem envoie en retour un code de reconnaissance (*ACK*, CTRL-F, \$06). A n'importe quel moment où le code de vérification d'erreur ne s'harmonise pas avec l'information dans le bloc, le modem n'envoie pas le code de reconnaissance (*NAK*, CTRL-O, \$15). Cela indique à l'ordinateur de transmettre à nouveau ce bloc.

Certaines autres lignes RS-232C peuvent être utilisées sur certaines interfaces. La ligne 8 est "*Porteuse Détectée*". Quand le modem réalise une connexion sur la ligne téléphonique, il devrait détecter la porteuse qui est toujours présente quand la ligne téléphonique est active. En mettant la ligne 8 "vrai", le modem peut indiquer à l'ordinateur qu'il a détecté la porteuse. La ligne 12 peut être employée comme un indicateur de vitesse. Le modem peut mettre cette ligne au niveau haut quand il passe à une vitesse de fonctionnement élevée. La ligne 22

est "Sonnerie Détectée". Certains modems utilisent la ligne 22 pour indiquer qu'ils ont réalisé la connexion intégrale à la ligne téléphonique, et le téléphone sonne à l'autre bout du fil.



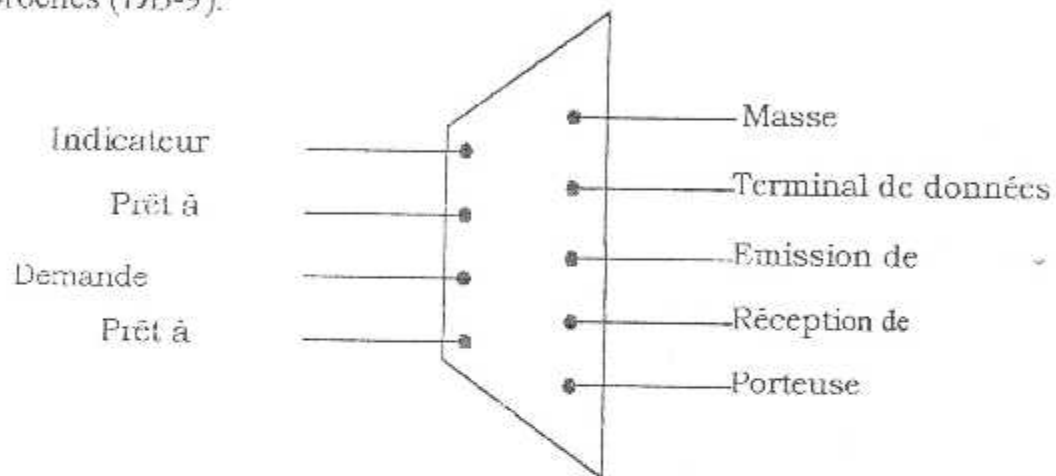
### Codage des signaux RS-232C

Les signaux des lignes RS-232C ne présentent pas des niveaux de tension TTL (+5 V et 0 V). Les niveaux typiques de tension sont +12 V et -12 V, mais ces lignes sont calibrées pour supporter des signaux de +25 V, et -25V. N'essayez donc pas de contrôler ces lignes avec votre testeur logique - celui-ci sera détruit par les niveaux de tensions élevés. Ayez plutôt recours à un oscilloscope. Un



Ne confondez pas le "nul modem" avec un autre dispositif appelé un "adaptateur mâle/femelle". Cet adaptateur de connecteurs permet de réaliser des connexions de type mâle-mâle, ou femelle-femelle. Les lignes ne sont pas croisées au niveau de l'adaptateur.

*On note* qu'on peut utiliser la norme RS-232C sous la forme réduite ayant 9 broches (DB-9).



*Brochage du connecteur DB-9*



## Chapitre v

### Réalisation

V-A Carte modem

V-B Logiciel

## V- A Carte modem

Notre modem qui est montré dans la figure ci-dessous est un modem à faible débit fonctionnant en mode semi duplex, utilisant le port série RS-232C, modulant les données en FSK.

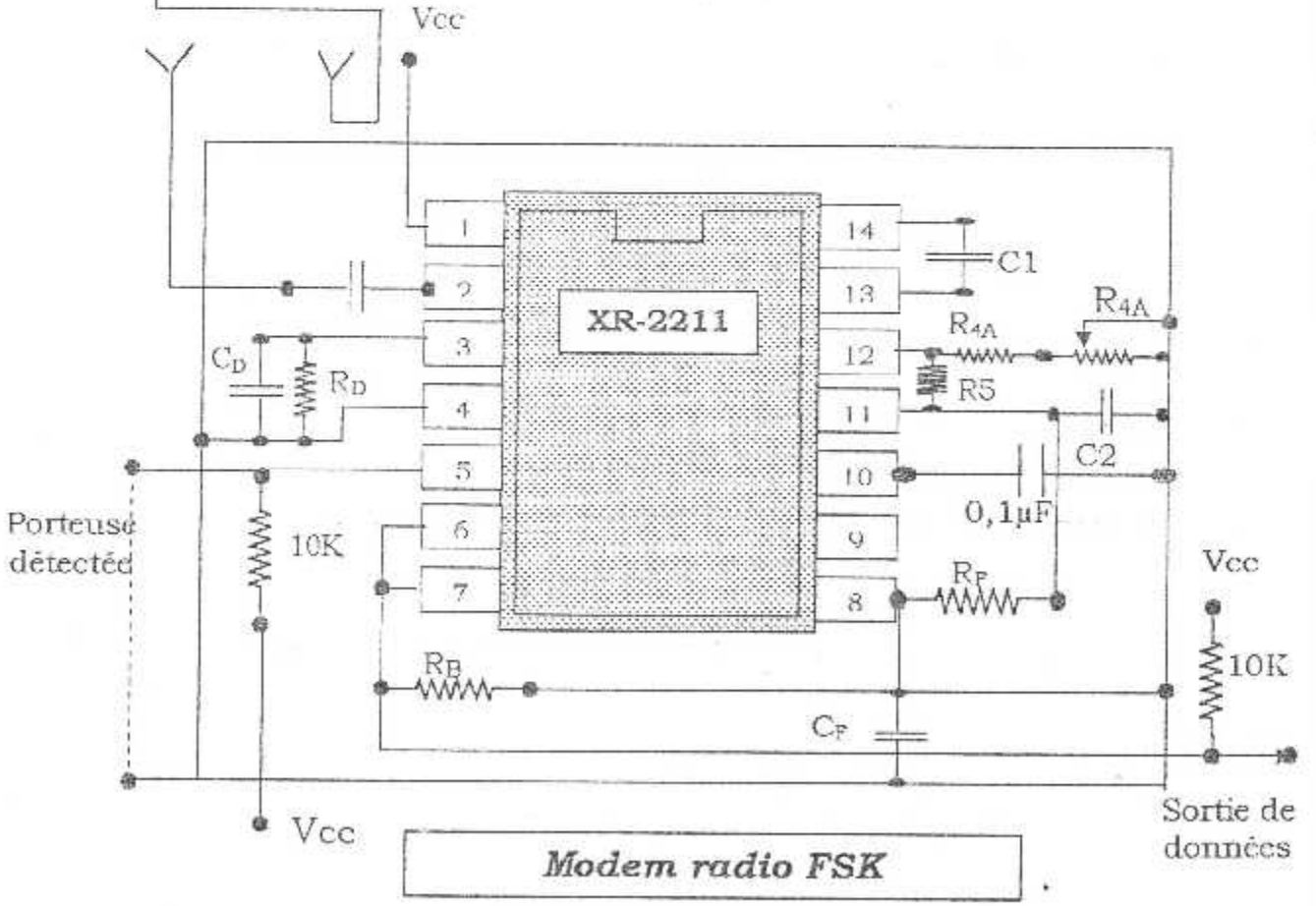
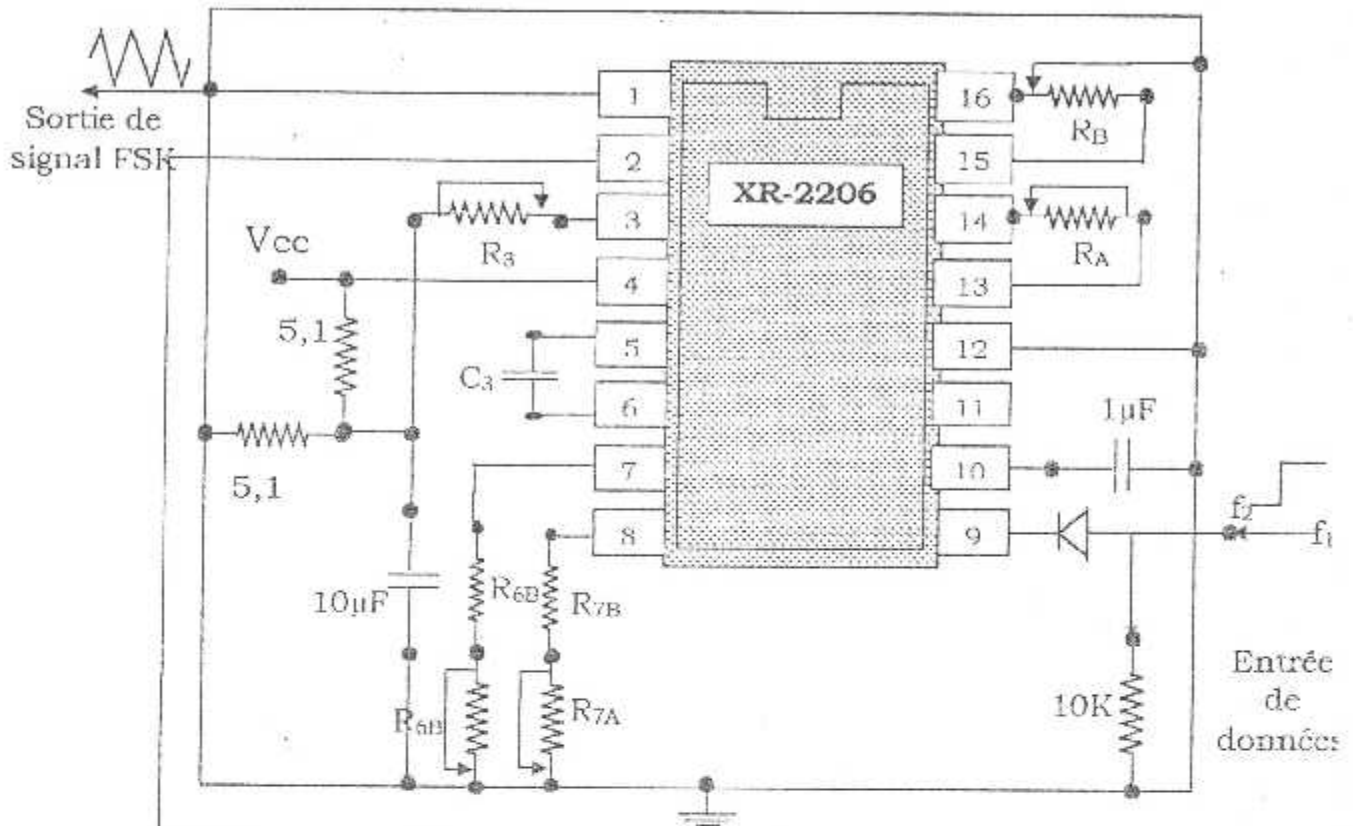
Pour la transmission le modem emploie le XR 2206 IC. Pour l'opération optimale de l'émetteur FSK il offre les particularités suivantes.

1. Stabilité de fréquence de moins de 50 ppm / ° C.
2. Lors de passage d'une marque à un espace et vis versa la phase de sortie reste continue.

Cela simplifie le circuit de démodulateur exigé et empêche des coupures de commutation de transmission dans des lignes téléphoniques.

3. Une réponse rapide de verrouillage tel que la sortie, elle commute des fréquences dans un demi cycle de la fréquence de transmission.
4. les ajustements des fréquences de La marque et du space sont indépendants pour que les fréquences de sortie soient réglables via des commandes séparées.

Le réglage des fréquences pour le XR-2206 sera par les potentiomètres R6a et R7a. Les fréquences de la marque et du space sont déterminées par leurs valeurs dans la conjonction avec la valeur du condensateur C3. Le circuit complet donne a la sortie un signal sinusoïdal avec une distorsion harmonique total inférieur a 1%.

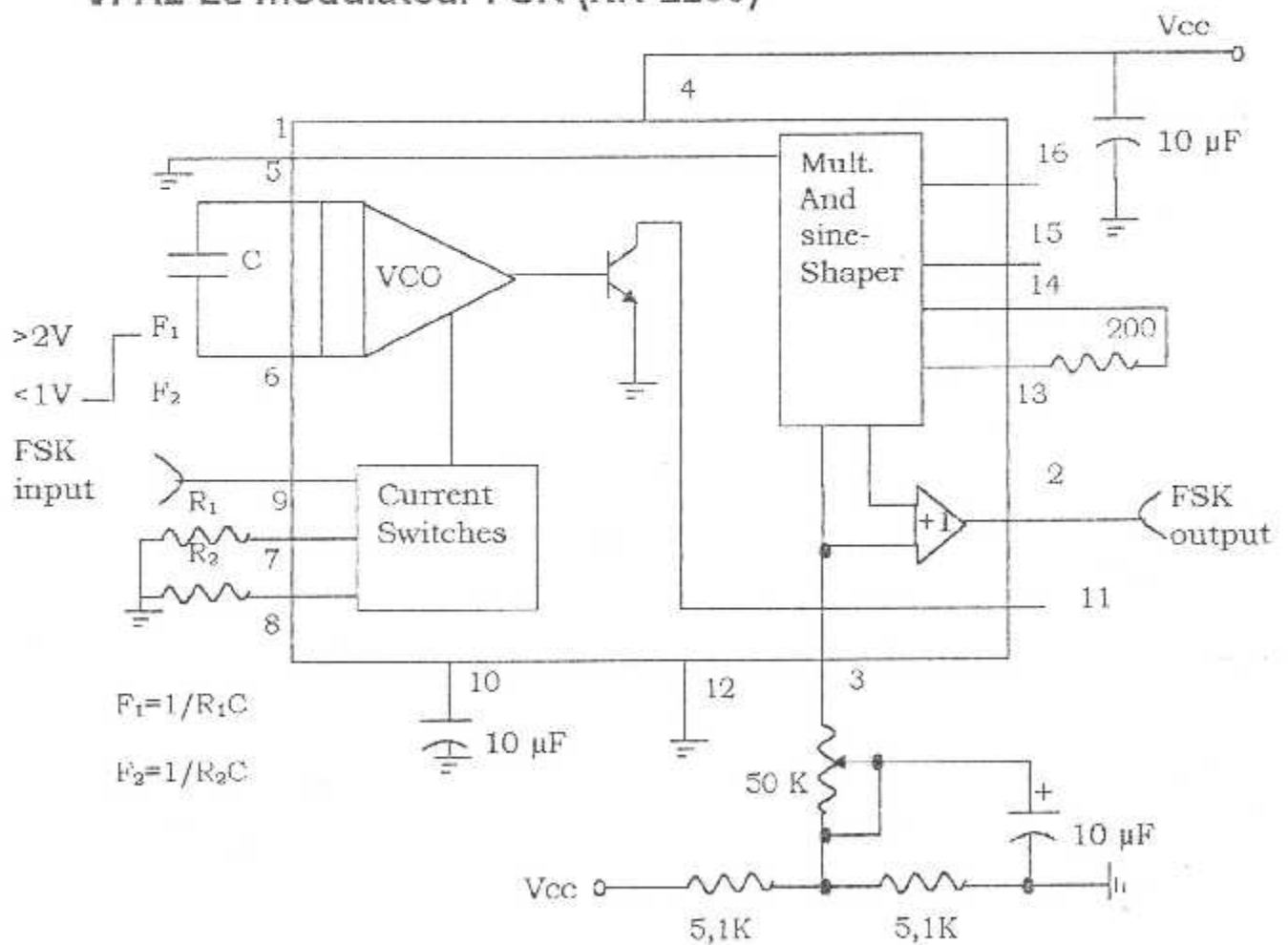


**Modem radio FSK**

Le démodulateur FSK fournit des réglages indépendants de largeur de bande et de fréquence centrale avec un grand choix de gamme de transmission, des canaux et des largeurs de bande. Son sortie est logiquement compatible, qui élimine le besoin de la conversion du signal avant d'être appliqué à un système digital recevant.

Le démodulateur FSK XR-2211 fournit une sortie acceptable avec un niveau de signal d'entrée de 2 mV à 3V. Pour centrer la fréquence de VCO,  $R_{AA}$  est ajusté dans la conjonction avec  $C_I$ . Elle est normalement mise entre les fréquences de la marque et du space du signal FSK à être détecté.

### VI-A2 Le modulateur FSK (XR-2206)



Modulateur FSK

Le XR-2206 est un circuit intégré, générateur de fonction monolithique capable de produire des signaux sinusoïdaux de haute qualité, carrée, triangulaire, rampe, et les formes des impulsions de haute stabilité et l'exactitude.

Le circuit a idéalement convenu pour les communications, l'instrumentation et les applications de génération de fonction exigeant le ton sinusoïdal, AM, FM, ou de génération FSK.

Le XR-2206 est composé de quatre blocs fonctionnels :

- A. Un oscillateur commandé par tension (VCO) ;
- B. Un multiplicateur analogue et un générateur sinusoïdal ;
- C. Un amplificateur d'amortissement de gain d'unité ;
- D. Un ensemble de commutateurs de courant ;

### Choix des composantes :

#### Fréquence d'opération

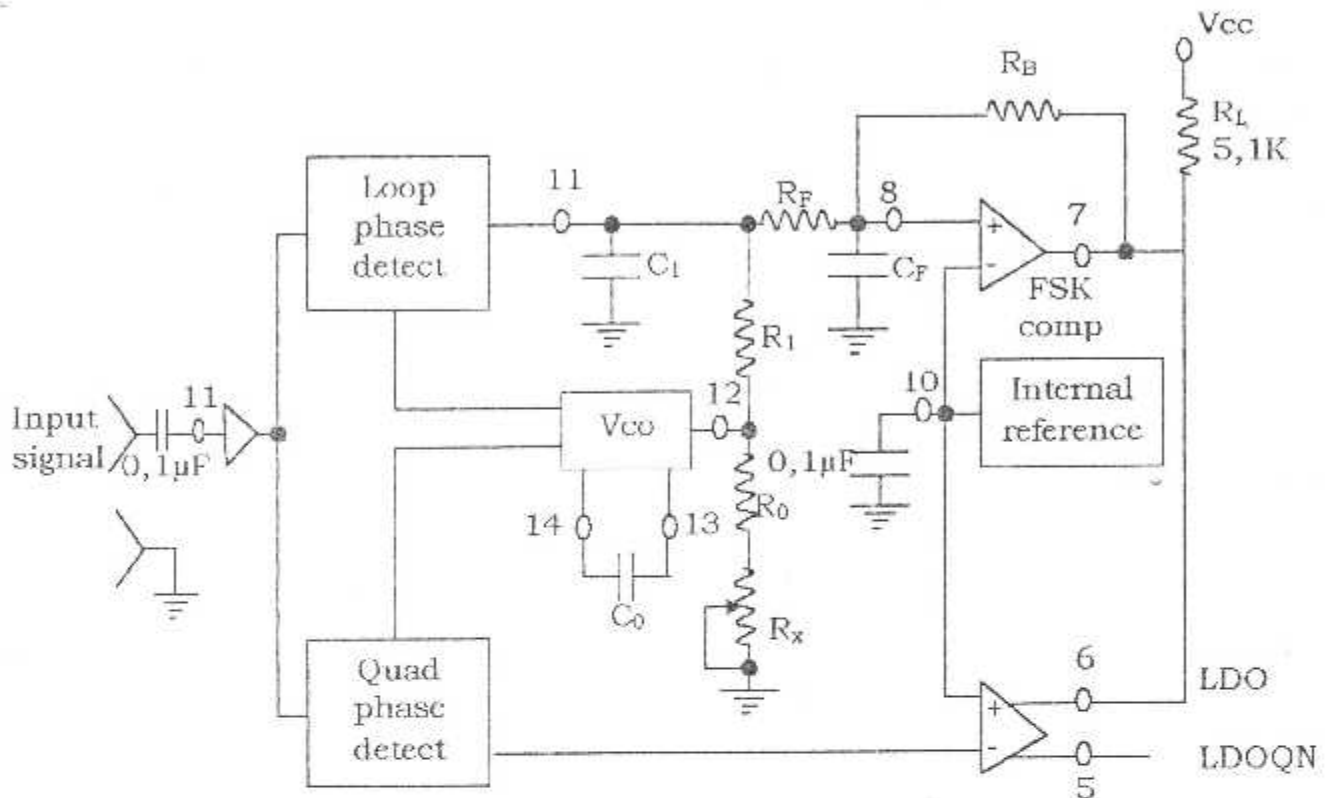
La fréquence d'oscillation  $f_0$  est déterminée avec le condensateur de synchronisation externe C, à travers les pattes 5 et 6, et avec la résistance de synchronisation R, connecté dans la patte 7 ou 8.

La fréquence est donnée par :

$$f_0 = \frac{1}{RC} \text{ Hz}$$



## VI-A3 Démodulateur FSK XR-2211



Démodulateur FSK

Le XR-2211 est un système à boucle de phase verrouillé monolithique PLL, particulièrement conçu pour les applications de communications de données. Il est approprié, en particulier aux applications de modem FSK. Il fonctionne sur un grand choix de tension d'alimentation 4,5 à 20V et un grand choix de fréquence de 0,01Hz à 300KHz. Il peut adapter aux signaux analogues entre 10mV et 3V, et peut se connecter par interface des familles à logique conventionnelle de DTL, de TTL, et d'ECL.

Le XR-2211 se compose de :

- 1. Un PLL de base pour dépister un signal d'entrée dans la bande passante ;
- 2. Un détecteur de quadrature de phase qui détecte la porteuse ;
- 3. Un comparateur de tension de FSK qui fournit la démodulation FSK ;

Le XR-2211 est disponible en 14 pattes de goupille indiquées pour les températures ambiantes militaires et industrielles.

### Choix des composantes

La fréquence de l'oscillateur doit être mise entre les deux fréquences mark et space :

$$f_0 = \frac{f_1 + f_2}{2}$$

Tel que  $f_1 = 1050$  Hz et  $f_2 = 2550$  Hz.

Donc  $f_0 = 1800$  Hz

Et on a  $f_0 = \frac{1}{R_0 C_0}$

### Codage en Morse

Pour simplifier la carte électronique, on a codé notre signal en Morse par programme. Comme on a déjà parlé ;

- La durée d'un point est l'unité de base du temps.
- La durée d'un tiret est trois unités de temps.
- La durée d'un espace dans la même lettre est l'unité de temps.
- La durée d'un espace entre les lettres dans le même mot est trois unités.
- L'espacement entre les mots est sept unités de temps.

Pour générer la séquence en Morse, on va changer la configuration chaque émission d'un point ou d'un tiret, on adopte une vitesse pour l'émission d'un tiret, et on la double pour le point.

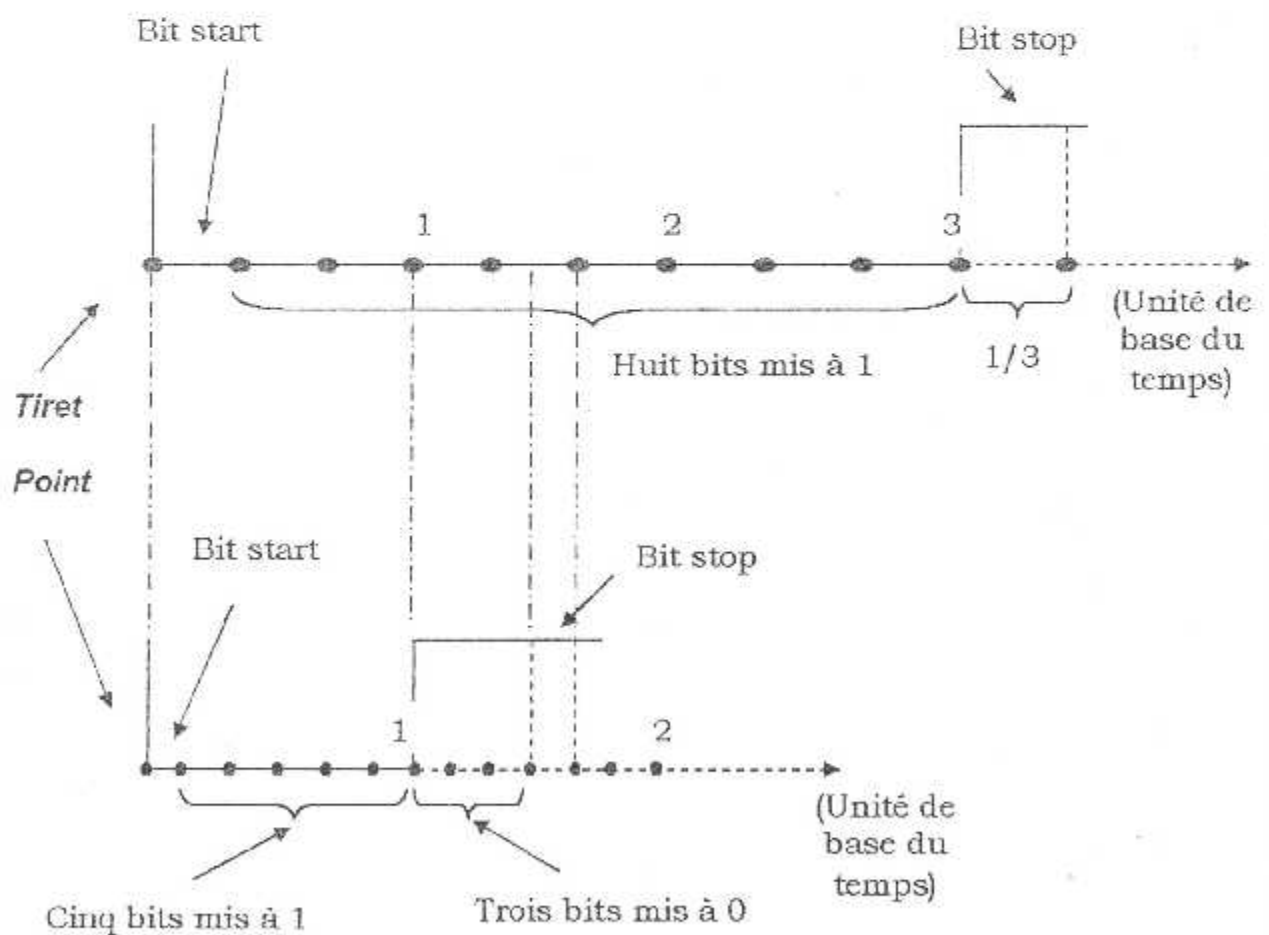
Pour générer le tiret, on configure l'émission pour une vitesse de transmission D, le signal qui sort du port série se compose d'un tiret (un bit start

+ 8bits mis à 1) +1/3 d'unité de base du temps d'espace (un bit stop), donc l'unité de base du temps sera la durée de trois bits.

Pour générer le point, la vitesse sera 2D, le signal qui sort du port série se compose du point (bit start +5bits mis à 1) +2/3 d'unité de base du temps d'espace (3bits mis à 0 + un bit stop).

Pour générer l'espace après le point, on attend sa durée moins 2/3 d'unité de base du temps.

Pour générer l'espace après le tiret, on attend sa durée moins 1/3 d'unité de base du temps.



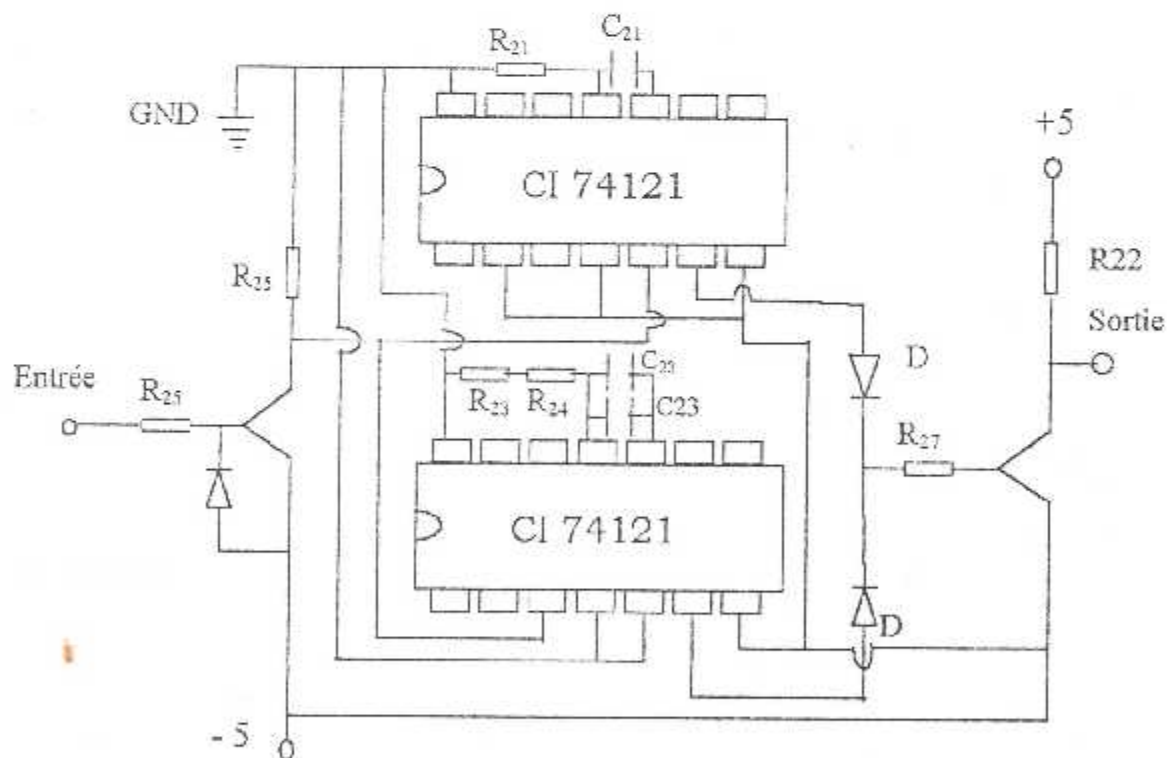
Génération du tiret et du point

## Décodage du morse

C'est évident que l'ordinateur ne peut comprendre le Morse, pour ça on a ajouté un bloc qui travaille avec une partie du programme pour décoder le Morse, le décodage consiste à calculer la durée entre les fronts montants et les fronts descendants du signal reçue.

Le bloc peut générer deux types d'impulsions, une lente pour désigner le front montant, l'autre courte pour désigner le front descendant. L'ordinateur reçoit ces impulsions comme étant des caractères (255 pour le front montant, 000 pour le front descendant).

Pour générer ces deux types d'impulsions on a utilisé deux monostables (CI 74121), l'un est sensible pour le front montant, l'autre est sensible pour le front descendant.



Générateur d'impulsions

### V-A3 L'alimentation :

L'ordinateur est muni par les tensions +5, -5, +12, -12V et pour notre réalisation nous avons utilisé +12V pour XR-2206, ±12V pour XR-2211 et ±5V pour le générateur d'impulsions.



## VB – Logiciel

On a conçu un logiciel bilingue qui travaille avec la carte modem, ce logiciel consiste deux boites, une pour l'émission et l'autre pour la réception, on a utilisé pour ce la le DELPHI5 qui est un outil de développement d'application Windows puissant.

Ce logiciel est fourni par le bios sous forme de quatre fonctions appelées à travers l'interruption 14h, elle est classée parmi les interruptions de gestion de périphérique, spécialement « entrée/sortie pour les communication asynchrone »

Les quatre fonctions d'appels sont :

**1- la fonction 0 (réglage du protocole) :** avant que des données puissent être reçues ou envoyées, on appelle à cette effet la fonction 00h de l'interruption 14h avec la valeur 0 dans le registre AH et le protocole dans le registre AL.(voir l'annexe)

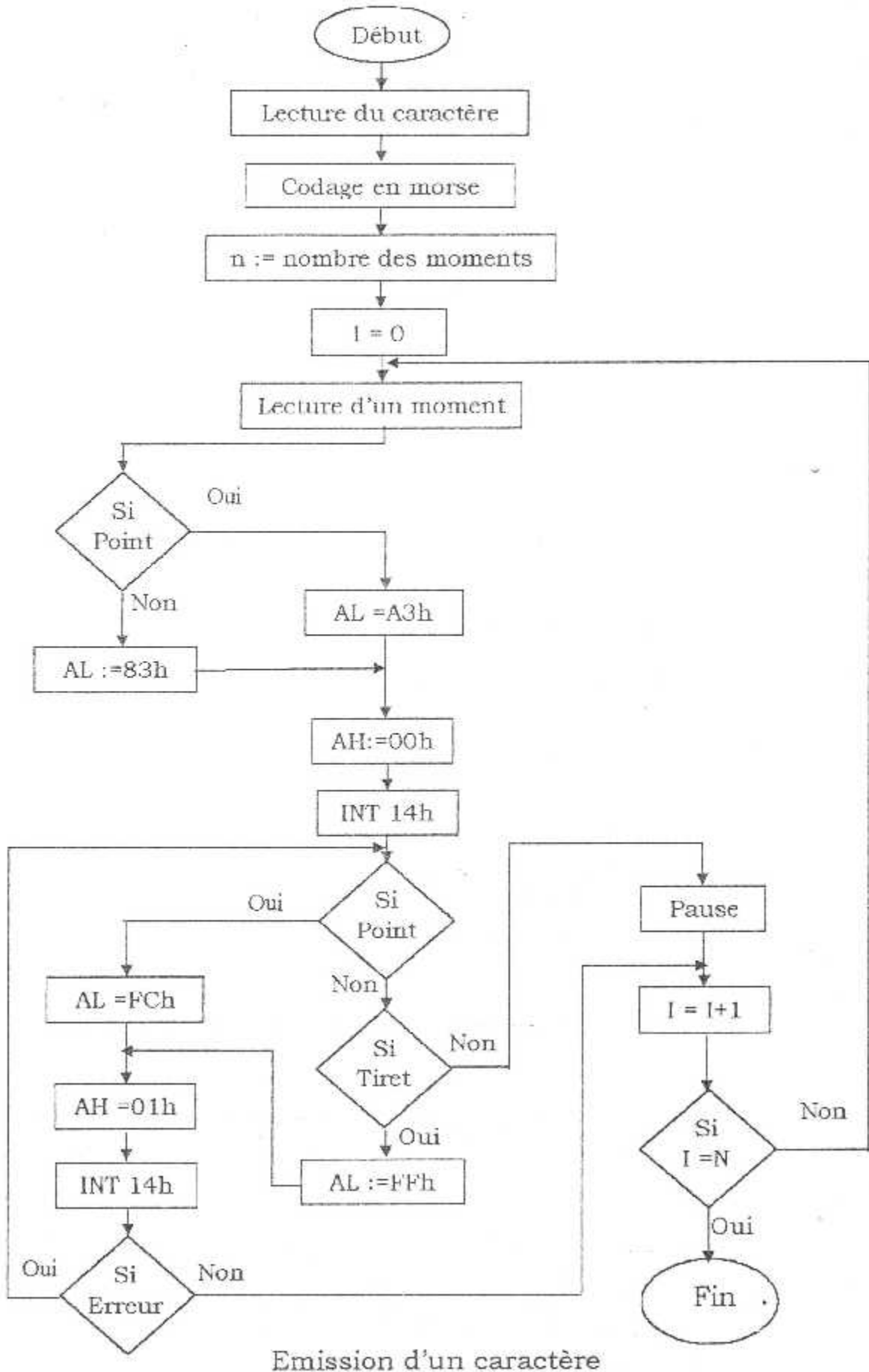
**2- la fonction 1(envoi de caractère) :** la fonction 01h est utilisée pour l'envoi de caractères. Lorsqu'elle est appelée, le registre AH doit contenir 01h et le registre AL le caractère à transmettre. Une fois le caractère transmis, le bit 7 du registre AH est fixé sur 0. Un 1 dans ce bit signifierait que le caractère n'a pu être transmis. Les autres bits correspondant à l'état du canal. . (Voir l'annexe)

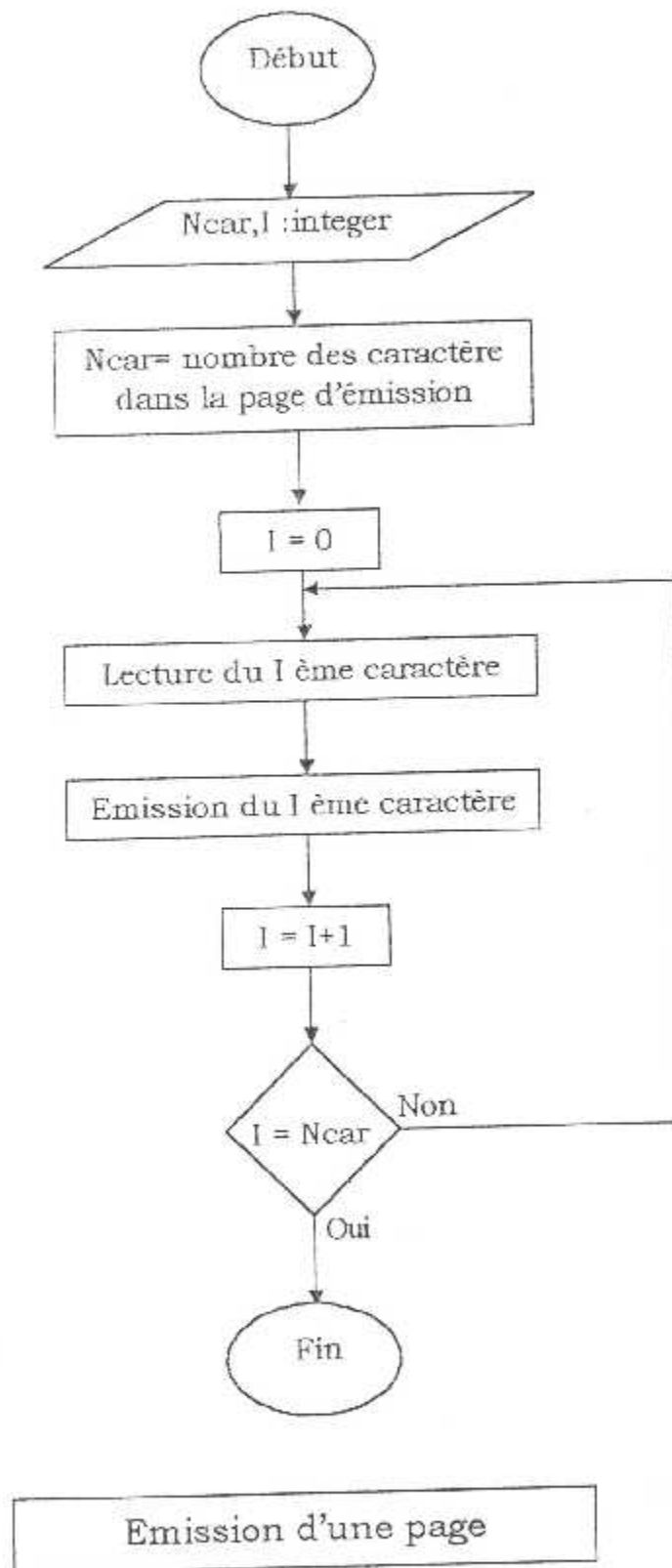
**3- la fonction 2 (réception de caractère) :** c'est la fonction 02h qui sert à la réception de caractères. Si un caractère a été reçu, le registre AL contiendra le caractère reçu après appel de cette fonction. Si AH contient la valeur 0, si qu'aucune erreur n'est à signaler, si non il contient la valeur de l'état du canal. (Voir l'annexe)

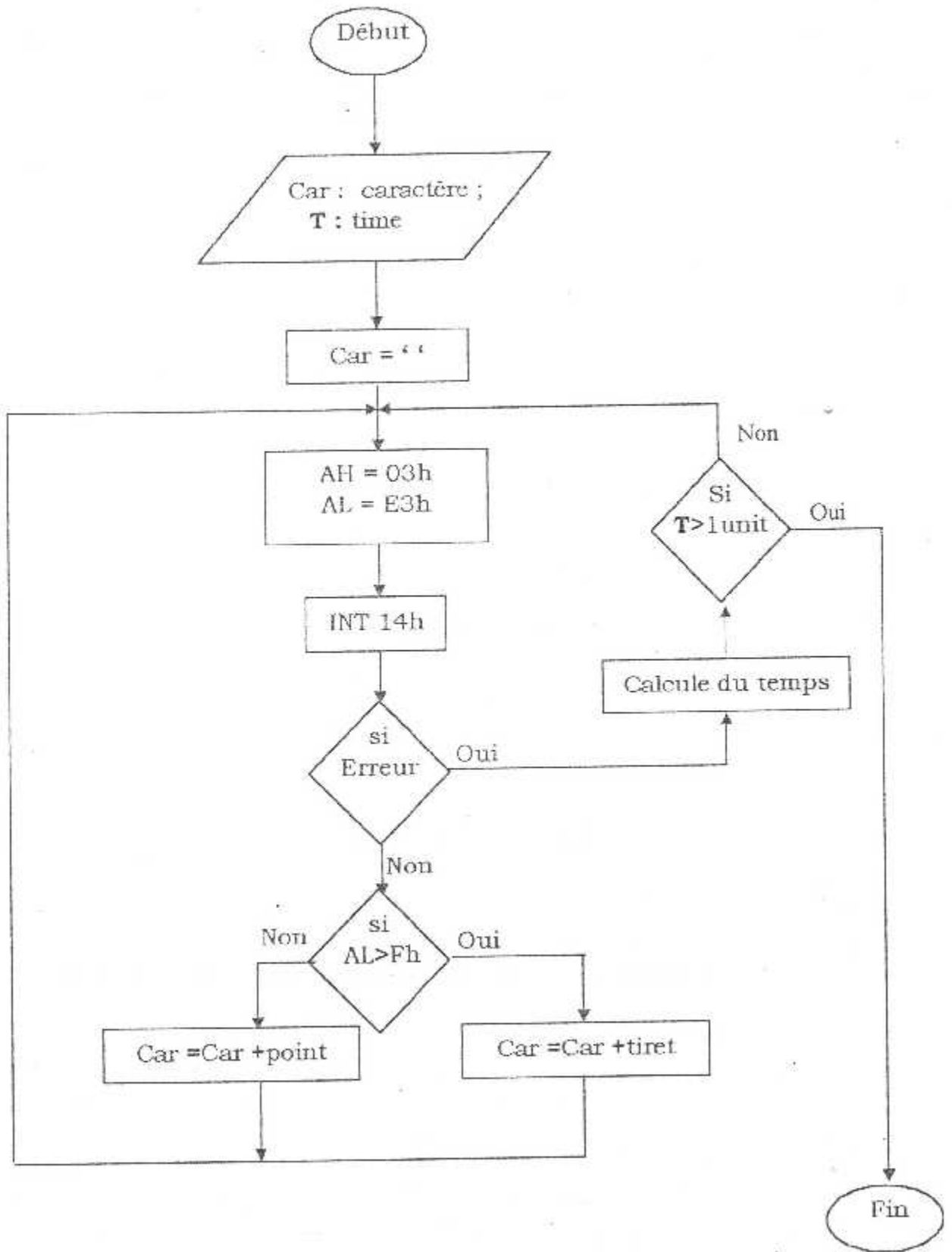
**4- la fonction 3 (l'état de ligne/ modem) :** La fonction 03h permis de connaître non seulement l'état du canal mais aussi l'état du modem. Elle fournit l'état du canal dans le registre AH et l'état du modem dans le registre AL. (Voir l'annexe).

Ce logiciel est muni par un menu principal standard ' Fichier, Edition,... ' et une barre d'outil a fin de le rendre facile à utiliser, comme on a ajouter un menu contextuel pour les deux boites, d'émission et de réception, une barre d'état qui indique l'état du modem, un indicateur des progressions d'émission.

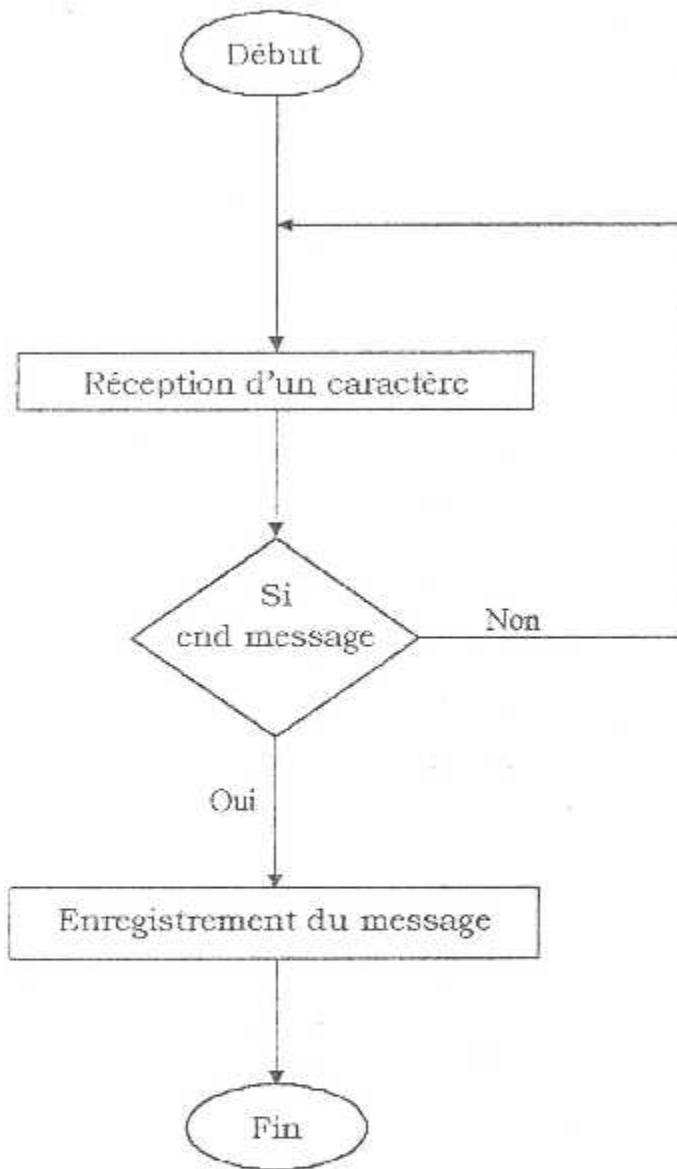




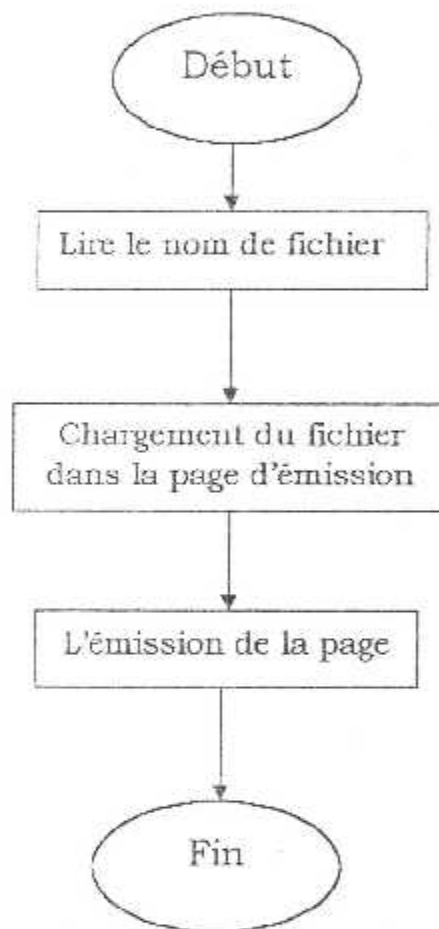




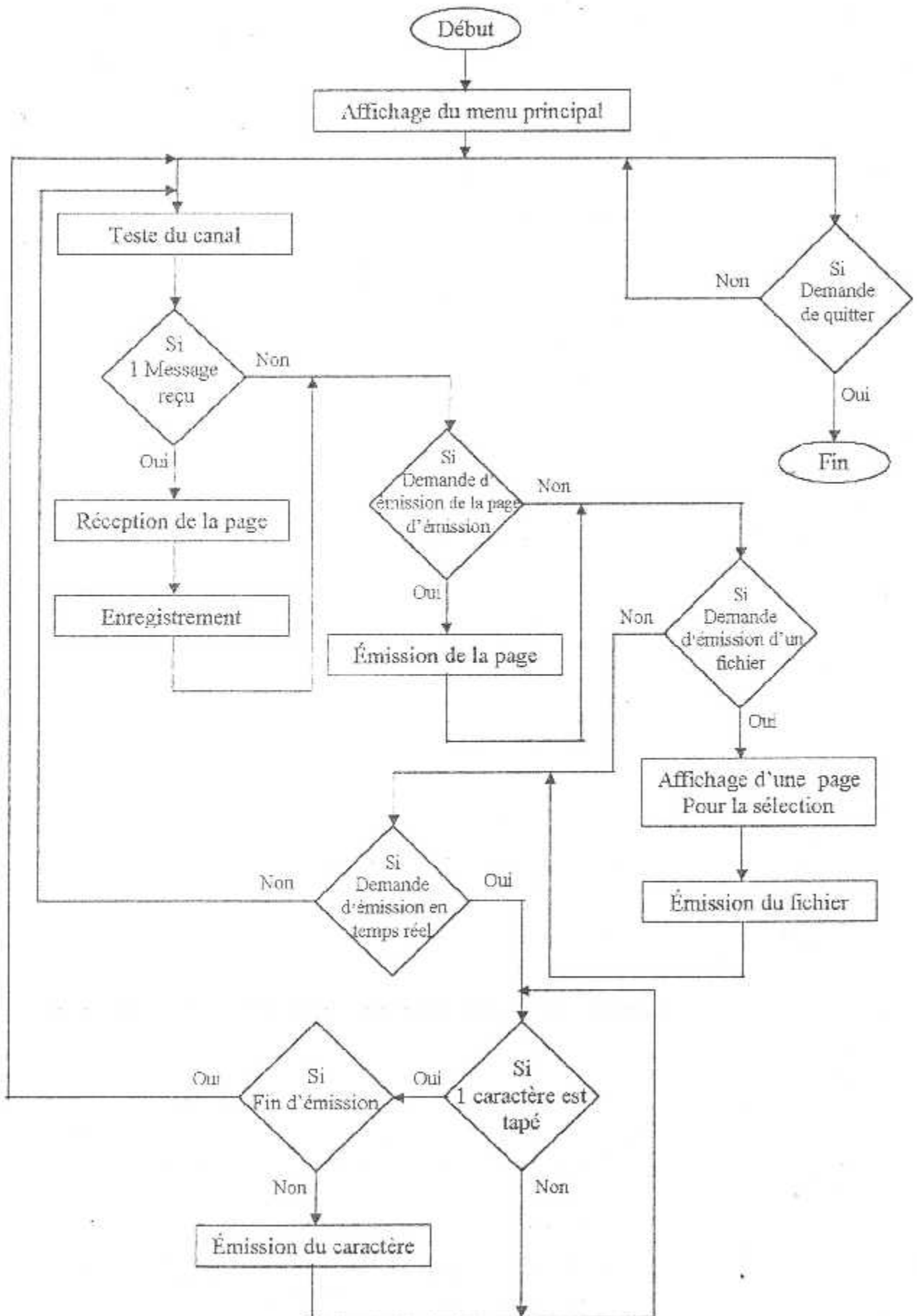
Réception d'un caractère



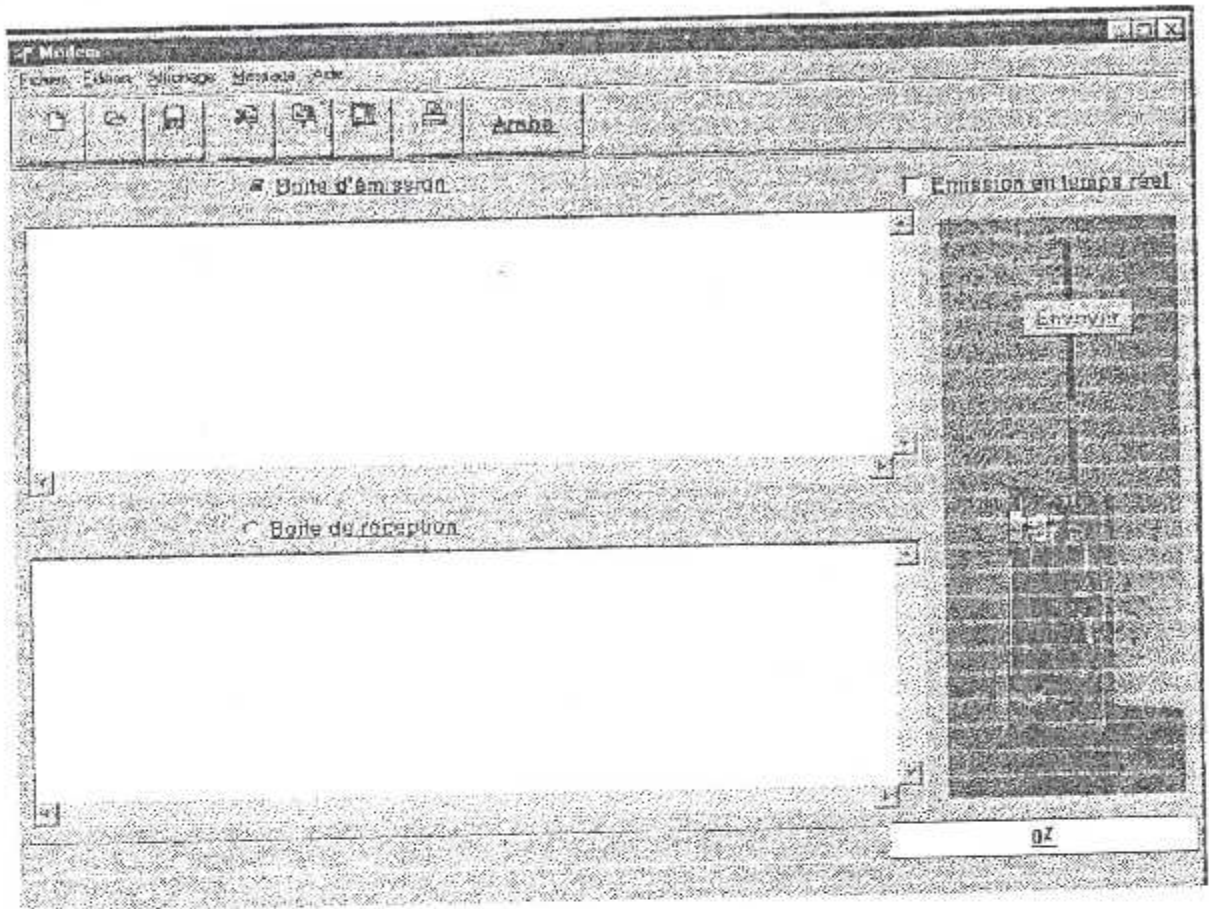
Réception d'une page



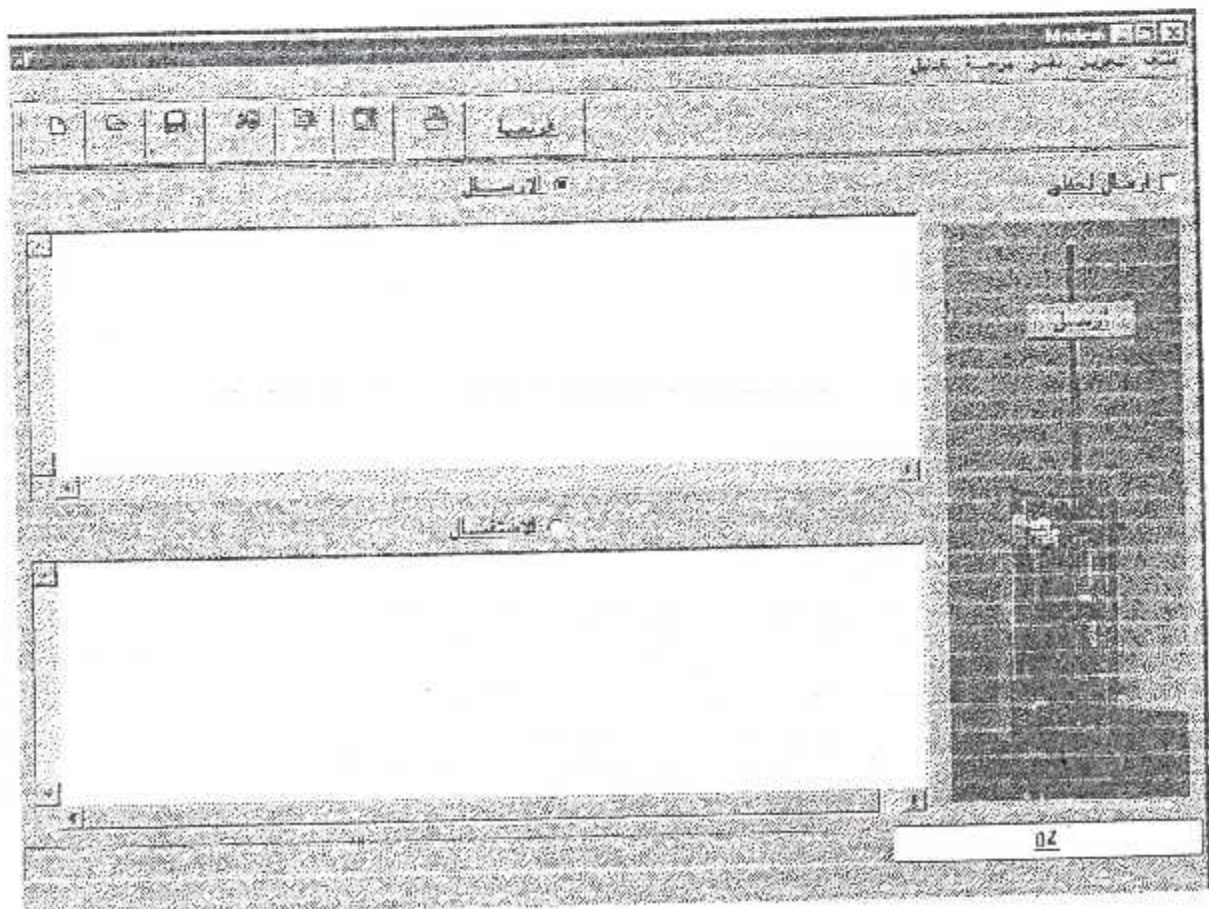
*Emission d'un fichier*







L'interface graphique « Français & Arabe »





# **Conclusion générale**

---

## Conclusion générale

Ce projet, nous a permis de voir le fondement de base de la transmission de données numériques, ainsi les techniques de réalisation des modems, explicitement les modems radios.

Le présent projet nous a permis à la fois de :

- Toucher Le coté théorique et pratique dans le domaine des modems.
- Faire la coordination entre partie logiciel et la carte modem.
- Savoir plus sur les ports d'un ordinateur et utiliser la norme RS-232c.
- Approfondir un peu dans la programmation système, etc....

De ce fait on a réalisé un modem radio FSK, à débit faible. L'utilisation du code morse nous a permis d'atteindre un débit plus que ce lui du code ASCII, et avec une meilleure détection d'erreur.

---



# **Annexes**



## Le port série

### Connecteur DB9 :



### Brochage DB9 :

Broche	Nom	EIA	CCITT	DTE	DCE	Description
1	DCD	CF	109	E	S	Détection de porteuse
2	RD	BB	104	E	S	Réception de données
3	TD	BA	103	S	E	Transmission de données
4	DTR	CD	108.2	S	E	Équipement prêt
5	SG	AB	102	...	...	Masse signal
6	DSR	CC	107	E	S	Prêt à recevoir
7	RTS	CA	105	S	E	Demande d'autorisation à émettre
8	CTS	CB	106	E	S	Autorisation d'émettre
9	RI	CE	125	E	S	Détection de sonnerie

### Connecteur DB25 :

Broche	Nom	EIA	CCITT	DTE	DCE	Description
1	PG	AA	101	...	...	Masse de protection
2	TD	BA	103	S	E	Transmission de données
3	RD	BB	104	E	S	Réception de données
4	RTS	CA	105	S	E	Demande d'autorisation à émettre
5	CTS	CB	106	E	S	Autorisation d'émettre
6	DSR	CC	107	E	S	Prêt à recevoir
7	SG	AB	102	...	...	Masse signal
8	DCD	CF	109	E	S	Détection de porteuse
9	POS	...	...	E	S	Point de test +12V
10	NEG	...	...	E	S	Point de test -12V
11	...	...	...	...	...	Inutilisé
12	SDCD	SCF	122	E	S	Détection de porteuse secondaire
13	SCTS	SCB	121	E	S	Autorisation d'émettre secondaire
14	STD	SBA	118	S	E	Transmission de données secondaire
15	TC	DB	114	E	S	Horloge de transmission
16	SRD	SBB	119	E	S	Réception de données secondaire
17	RC	DD	115	E	S	Horloge de réception
18	...	...	...	...	...	Inutilisé
19	SRTS	SCA	120	S	E	Demande d'autorisation à émettre secondaire
20	DTR	CD	108.2	S	E	Équipement prêt
21	SQ	CG	110	E	S	Détection qualité de ligne
22	RI	CE	125	E	S	Détection de sonnerie
23	...	CH CI	111 112	...	...	Sélection de mode
24	SCTE	DA	113	S	E	Horloge externe de transmission
25	BUSY	...	...	S	E	DCE occupé

Code ASCII (American Standard for Information Interchange)

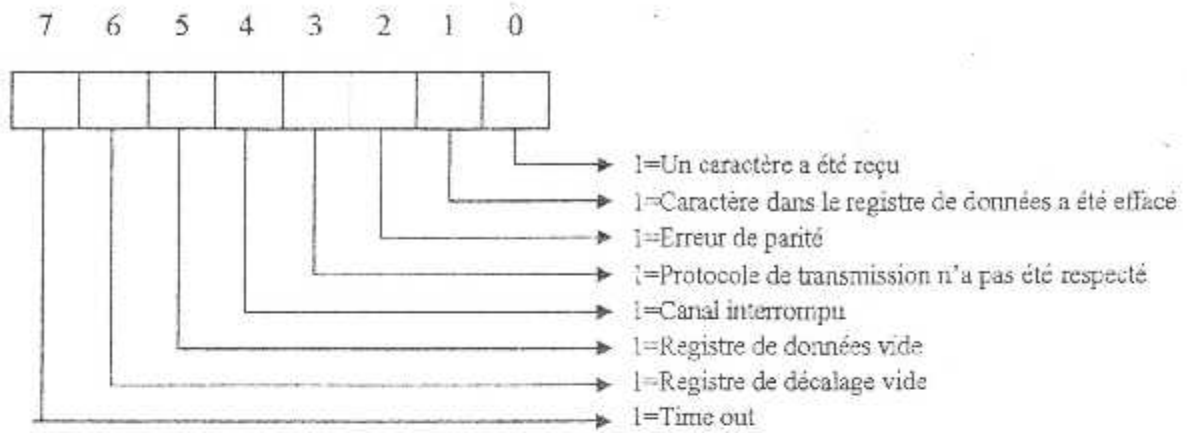
Bit		Colonne													
b <sub>7</sub>	b <sub>6</sub>	b <sub>5</sub>	b <sub>4</sub>	b <sub>3</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	Rangée	0	1	2	3	4	5	6	7
0	0	0	0	0	0	0	0	NUL	DEL	SP	0	@	P	a	q
0	0	0	0	1	0	0	1	SOH	DC1	?	1	A	Q	b	r
0	0	0	1	0	0	0	2	STX	DC2	"	2	B	R	c	s
0	0	0	1	1	0	0	3	ETX	DC3	#	3	C	S	d	t
0	1	0	0	0	0	0	4	EOT	DC4	\$	4	D	T	e	u
0	1	0	1	0	0	0	5	ENQ	NAK	%	5	E	U	f	v
0	1	1	0	0	0	0	6	ACK	SYN	&	6	F	V	g	w
0	1	1	1	0	0	0	7	BEL	ETB	'	7	G	W	h	x
1	0	0	0	0	0	0	8	BS	CAN	(	8	H	Y	i	y
1	0	0	1	0	0	0	9	HT	EM	)	9	I	Z	j	z
1	0	1	0	0	0	0	10	LF	SS	*	:	J	[	k	{
1	0	1	1	0	0	0	11	VT	ESC	+	;	K	\	l	
1	1	0	0	0	0	0	12	FF	FS	,	<	L	]	m	}
1	1	0	1	0	0	0	13	CR	GS	-	=	M	^	n	~
1	1	1	0	0	0	0	14	SO	RS	.	>	N	_	o	□
1	1	1	1	0	0	0	15	SI	US	/	?	O	`	p	Ç



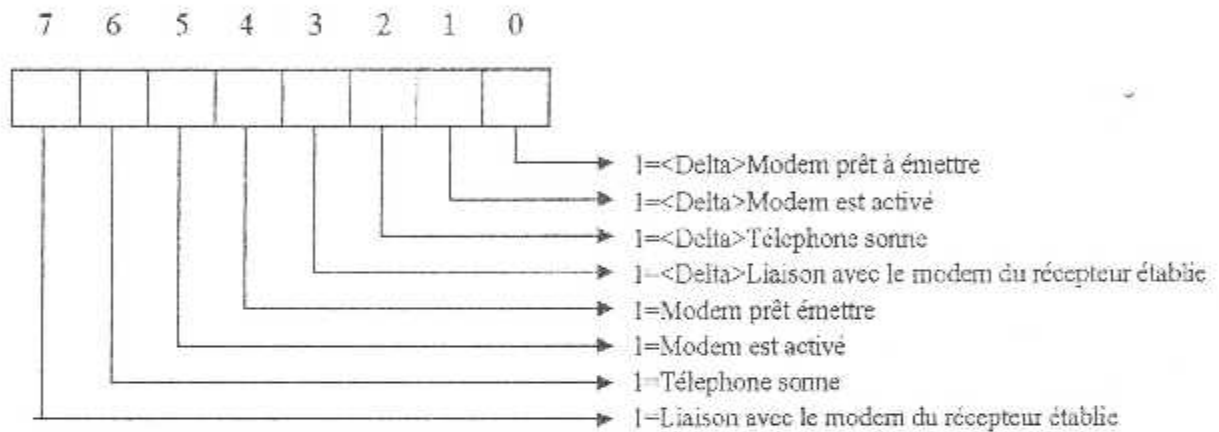
## CODE MORSE (ARABE)

لا (L) ...	ك (K) ..	ض (V) ...	د (D) ..	أ (A) .
ي (I) ..	ل (L) ..	ط (U) ..	ذ (Z) ..	ب (B) ...
ع (E) .	م (M) ..	ظ (Y) ...	ر (R) ..	ت (T) _
...	ن (N) ..	غ ..	ز ...	ث (C) ..
...	ه ..	غ (G) ..	س (S) ...	ج (J) ...
...	...	ف (F) ..	ش ...	ح (H) ...
...	و (W) ..	ق (Q) ..	ص (X) ..	خ (O) ...

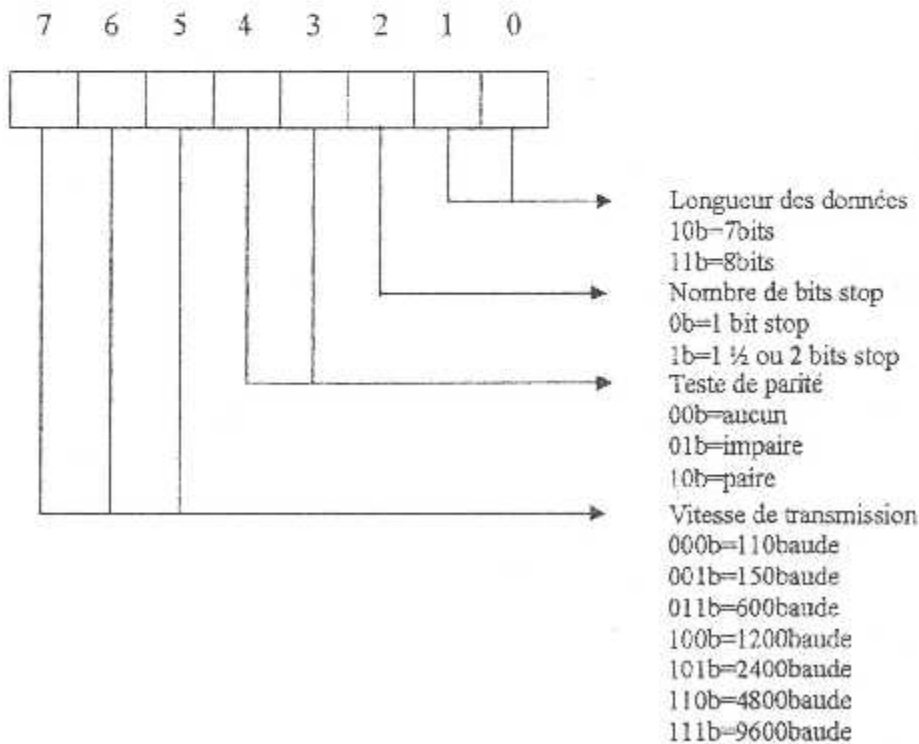
L'état du canal de l'interface série



L'état du modem de l'interface série



Description du protocole pour appeler la fonction 00h de l'interruption BIOS 14h



II- Brochage du CI74121

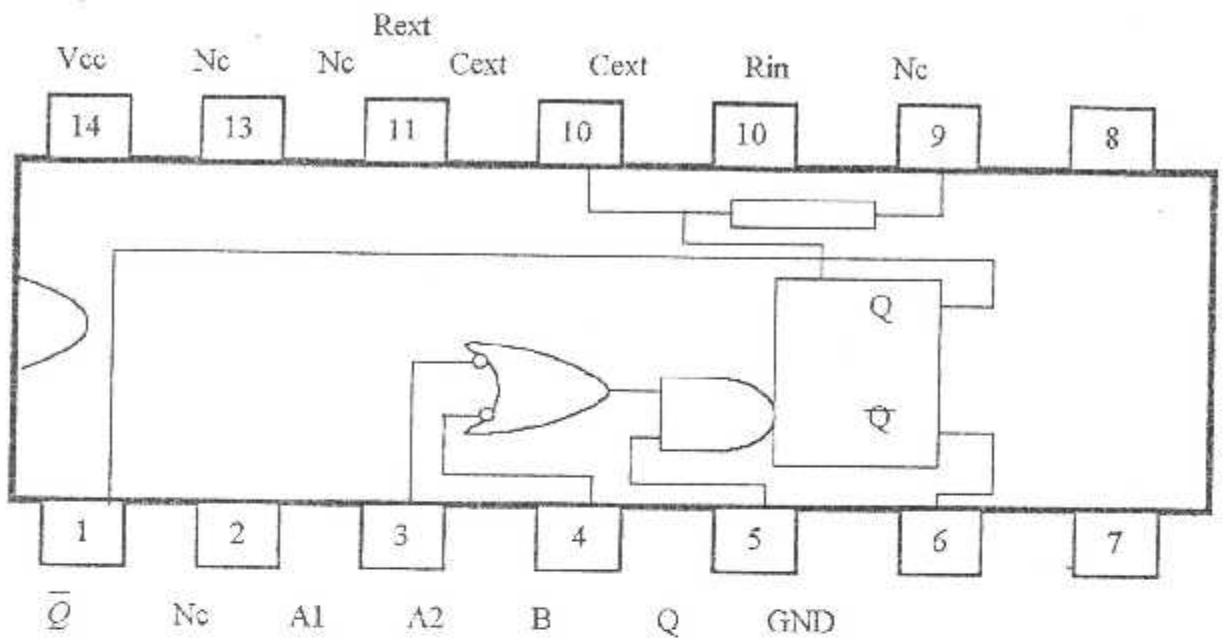
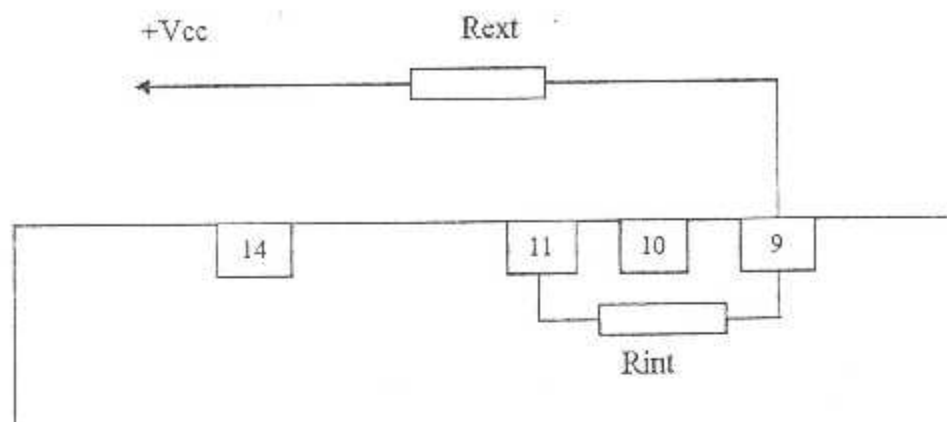


Table de vérité

Entrées			Sorties	
L	A2	B	Q	$\bar{Q}$
L	X	H	L	H
X	L	H	L	H
X	X	L	L	H
H	H	L	L	H
H	↓	H	⌊	⌋
↓	H	H	⌊	⌋
↓	↓	H	⌊	⌋
L	X	↑	⌋	⌊
X	L	↑	⌋	⌊

- H: état haut
- L: état bas
- ↑: front montant
- ↓: front descendant
- ⌊: impulsion positive
- ⌋: impulsion négative



$$T = (R_{ext} - R_{int}) C_{ext} \ln(2).$$

T : durée de l'impulsion.

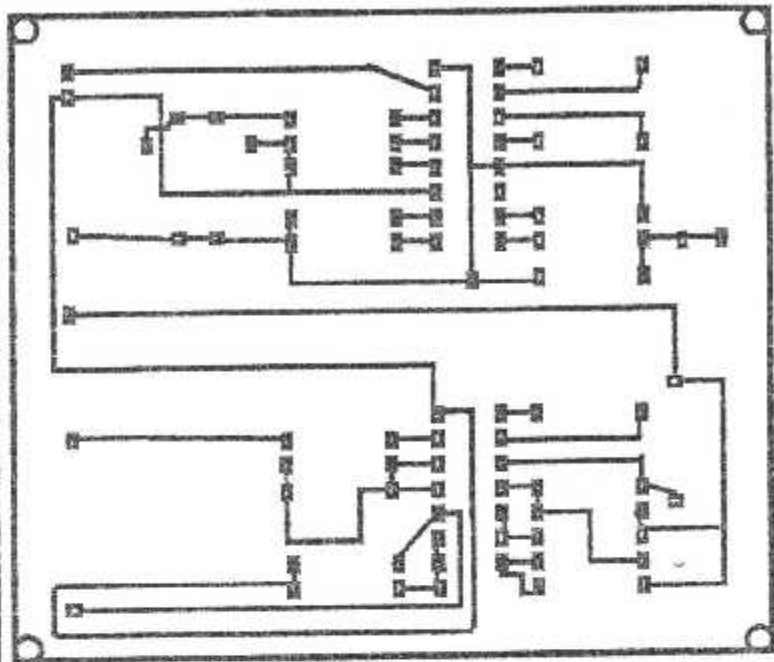
Monostable de 40ns à 28 μs

## Circuits imprimés et nomenclature

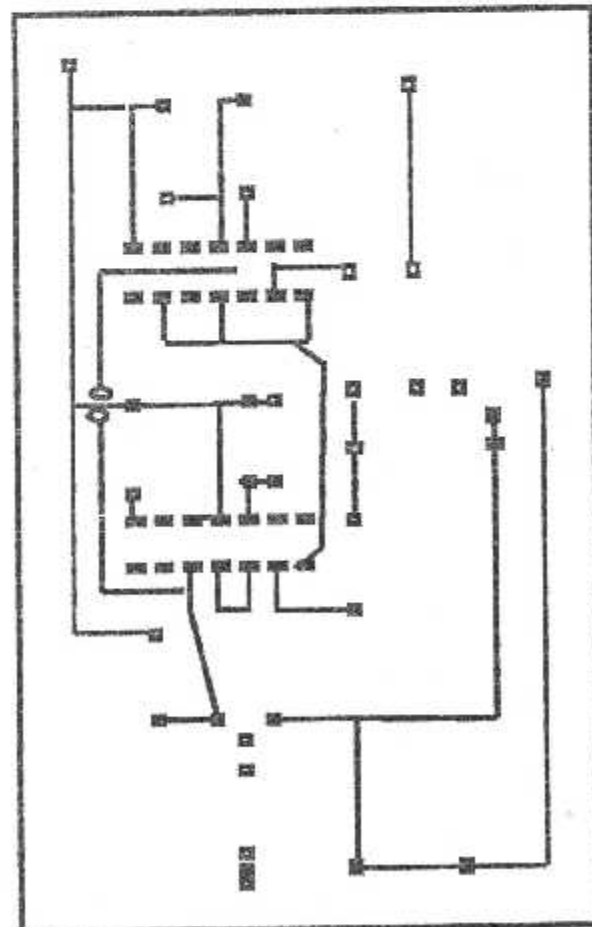
## I- Carte modem

Désignation	Valeur
$R_A$	200 $\Omega$
$R_{6A}+R_{6B}$	22K $\Omega$
$R_{7A}+R_{7B}$	10K $\Omega$
$R_{21}, R_{23}, R_{24}$	
$R_3$	(10+22)K $\Omega$
$R_5$	28K $\Omega$
$R_{4A}+R_{4B}$	23K $\Omega$
$R_F$	100K $\Omega$
$R_B$	510K $\Omega$
$R_{25}, R_{27}$	1K $\Omega$
R22	4,7K $\Omega$
$R_D$	470K $\Omega$
C	1 $\mu$ F
$C_3, C_{21}, C_{22}$	40nF
$C_{23}$	
$C_1$	22nF
$C_2$	4,7nF
$C_F$	22nF
$C_D$	10nF
D	1N4148
Tr	2N2222A

Circuits intégrés : XR-2206,  
XR-2211, CI74121



## Générateur d'impulsion





# ***Bibliographie***



## Bibliographie

la bible PC. 5<sup>ème</sup> édition.

Par *MICHAEL TISCHER*

Guide du technicien en électronique .

Par *R.BOURGERON*

Modern Electronic Communication Sixth Edition.

Par *MC GROW HILL (1999)*

Guide des modems.

Par *DANIEL BATTU (1996)*

Instrumentation industrielle. 2<sup>ème</sup> édition.

Par *MICHEL CERR. (1990)*

Etude et réalisation d'un modem PC-PC.

Par *EL-HIADDI AEK ET DJAHEL MOHAMED (1998)*

RECHERCHE PAR INTERNET, SITES :

*GUILL.NET ; MEGAGO.COM ; WEBHELP.COM*