

10/93

République Algérienne Démocratique et Populaire

-----<O>-----  
Ministère de l'Education National

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات  
BIBLIOTHEQUE — المكتبة  
Ecole Nationale Polytechnique  
Ecole Nationale Polytechnique

Département:Electronique

## PROJET DE FIN D'ETUDES

— Sujet —

Vocodeur à canaux:  
Interface entre le banc  
de filtres et un PC

Proposé par :  
Mr  
BOUSSEKSOU

Etudié par :  
MM  
BEDREDDINE F.  
GUERBI TAREK

Dirigé par :  
Mr  
BOUSSEKSOU

PROMOTION  
SEPTEMBRE 1993

République Algérienne Démocratique et Populaire

-----«O»-----  
Ministère de l'Éducation Nationale

المدسة الوطنية المتعددة التقنيات  
BIBLIOTHEQUE — المكتبة  
Ecole Nationale Polytechnique

Ecole Nationale Polytechnique

Département Electronique

## PROJET DE FIN D'ETUDES

Sujet

Vocodeur à canaux:  
Interface entre le banc  
de filtres et un PC

Proposé par :  
Mr  
BOUSSEKSOU

Etudié par :  
Mr  
GUERBI TAREK

Dirigé par :  
Mr BOUSSEKSOU

PROMOTION  
SEPTEMBRE 1993

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات  
BIBLIOTHEQUE — المكتبة  
Ecole Nationale Polytechnique

# Remerciements

Nous tenons à remercier profondément tous ceux qui nous ont aidés, de près ou de loin, pour l'élaboration de ce travail.

Nous exprimons toute notre gratitude et nos respects les plus sincères à notre promoteur Monsieur BOUSSEKSOU pour avoir dirigé ce travail et pour la confiance et l'intérêt qu'il a témoigné tout au long de l'élaboration de ce dernier.

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات  
BIBLIOTHEQUE — المكتبة  
Ecole Nationale Polytechnique

# Dédicaces

*Je dédie ce modeste travail :*

*-A mon père et à ma mère qui m'ont  
toujours soutenu et qui ont toujours veillé sur  
moi;*

*-A mes frères, mes soeurs et à toute ma  
famille,*

*-A tous mes amis . les plus proches*

*Guerbi Tarik*

*Je dédie ce modeste travail :*

- A la mémoire de mon grand-père*
- A ma grand-mère.*
- A mes très chers parents que j'estime énormément.*
- A mes frères.*
- A mes oncles.*
- A mes cousins et cousines.*
- A tous mes amis.*
- A tous ceux qui m'aiment et que j'aime.*

*Badreddine Farid*

# AVANT-PROPOS

Pour ne pas être compris et paraître savants, les médecins parlaient autrefois latin. Aujourd'hui, peut être plus encore qu'hier, néologisme semble revenir. Il constitue décidément la mesure sociale de la valeur de l'individu de l'époque moderne.

En électronique, par exemple, les disciplines devenant presque autonomes, les thèses se révèlent parfois trop thématiques: on recherche de plus en plus sur de moins en moins, on se spécialise, on s'autonome.

Il ne faut cependant pas s'attendre dans ce mémoire à autre chose qu'un canevas général tissé beaucoup plus par une démarche pluridisciplinaire que par la rigidité.

d'une discipline autonome.

Il s'agit de compléter une carte d'acquisition de données pour un signal spécifique, "la parole", ce qui nécessite des connaissances diverses.

# Sommaire

## *CHAPITRE 1 : Physiologie de la parole et étude de la production des sons "*

### I.1) La fonction vocale

- a) La modulation
- b) La production du son

### I.2) Principe de la production des sons

- a) les sons voisés
- b) les sons sourds

### I.3) Les différents sons de la parole

#### I.3.1) Les voyelles

- a) les voyelles orales
- b) les voyelles nasales

#### I.3.2) Les consonnes

- a) les consonnes fricatives (ou constructives)
- b) les consonnes dites "occlusives"
  - 1) les occlusives orales ou plosives
  - 2) les occlusives nasales ou (consonnes nasales)

### I.4) caractéristiques acoustiques principales des sons de la parole

#### I.4.1) Timbre et son

#### I.4.2) Présentation du signal de la parole

## ***Chapitre II : Les différentes techniques d'analyse de la parole***

### **Introduction**

II.1) Application du traitement du signal au domaine de la parole

II.2) Le filtrage

II.2.1) Introduction

II.2.2) Définition

II.2.3) Les filtres analogiques

II.2.4) Les filtres numériques

II.3) Les différentes méthodes d'analyse de la parole

II.3.1) Analyse spectrale

II.3.1.1) Analyse analogique

. Analyse de Fourier

. Analyse instrumentale

II.3.1.2) Analyse numérique

. Théorème d'échantillonnage

. Transformée de Fourier discrète

. Transformée de Fourier rapide

II.3.2) Analyse cepstrale

II.3.2.1) Formulation

II.3.2.2) Cepstre à partir d'une échelle de fréquence "MEL"

II.3.3) Analyse temporelle

II.3.3.1) la méthode des passages par zéro

II.3.3.2) la méthode de la prédiction linéaire (LPC)

II.3.3.3) la méthode d'autocorrelation

## ***CHAPITRE III : Etude d'interface d'acquisition A/N 8 bits***

III.1) Notions sur les systèmes d'acquisition

III.2) Vocodeur à canaux

III.2.1) Introduction

III.2.2) éléments théoriques d'analyse spectrale

III.2.3) Principe de réalisation d'un vocodeur à canaux

III.2.4) Etude qualitative du banc de filtres réalisé

III.3) Les liaisons informatiques

III.3.1) Introduction

III.3.2) La liaison parallèle

a) les avantages de la liaison parallèle

b) les inconvénients de la liaison parallèle

c) exemple de liaison parallèle

III.3.3) Les liaisons séries

a) définition

b) les différents protocoles séries

## *CHAPITRE IV : Etudes des circuits utilisés*

### IV.1) Microprocesseur MC 6809

Définition

- A) Description des signaux
- B) Architecture interne du 6809
- C) Différents modes d'adressage
- D) fonctionnement en interruptions

### IV.2) L'interface série programmable (ACIA)

IV.2.1) Définition

IV.2.2) Organisation interne

IV.2.3) Organisation externe

A) Liaison avec le microprocesseur

B) Liaison avec la périphérie

IV.2.4) Adressage de l'ACIA

### IV.3) L'interface parallèle

IV.3.1) définition

IV.3.2) Organisation interne et externe du PIA

IV.3.2.1) Organisation interne

IV.3.2.2) Organisation externe

A) Liaison avec le microprocesseur

B) Liaison avec la périphérie

IV.3.3) Adressage du PIA

IV.4) L'Eprom

IV.5) La RAM

IV.6) Les Buffers

IV.7) Le convertisseur de niveau

IV.8) connecteurs séries

## ***CHAPITRE V : Etude matérielle et logicielle de la carte***

V.1) Introduction

V.2) Bloc de réception parallèle

V.2.1) Introduction

V.2.2) Principe de fonctionnement

V.3) Bloc de transmission série

V.3.1) Introduction

V.3.2) Principe de fonctionnement

V.4) Bloc d'Amplification

V.5) dialogue entre Le PC et l'interface

V.5.1) Introduction

a-programmation par les fonctions OPEN, WRITE, Read, Close

b-programmation par l'interruption : INT 14h

c-programmation directe des ports

V.5.2) Programmation par l'interruption INT14h

a-fonction d'initialisation des paramètres de communications

b-fonction de réception de caractères

Table d'Adressage

Programme Assembleur

***Conclusion Générale***

***ANNEXES***

***BIBLIOGRAPHIE***

# INTRODUCTION

## INTRODUCTION

La parole est la faculté de communiquer la pensée par un système de sons articulés, c'est le moyen de communication privilégié chez les humains qui sont les seuls êtres vivants à utiliser un tel système structuré, cependant, nous assistons ces dernières années à une énorme profusion de machines multiples sans lesquelles, tout exploit technique ou scientifique est désormais impossible à l'homme moderne.

Jusqu'à ces dernières années, on s'est toujours heurté au problème crucial de la communication "Homme-Machine". L'un des aspects les plus importants de ce problème est le langage qui véhicule cette communication, c'est pourquoi, plusieurs chercheurs ou laboratoires du monde ne cessent, actuellement de développer des techniques nouvelles dans l'espérance de rendre ces machines plus "INTELLIGENTES"; Parmi ces techniques, nous trouvons le traitement automatique de la parole qui commence à prendre un essor prodigieux, et il devient presque normal aujourd'hui de parler de robots parlants et de robots capables de comprendre puis d'exécuter des ordres donnés.

En réalité cela tient d'un trilogisme constituant le fondement même du traitement automatique de la parole, il s'agirait simplement de donner à la machine une oreille pour entendre le message, une partie du cerveau associée pour le comprendre, et une bouche pour répondre. Mais ceci n'est pas chose aisée, et reste au stade de la recherche, le gros problème étant de réaliser ces trois (03) opérations en temps réel (ou record pour la machine) afin de s'approcher de l'idéal (modèle humain).

C'est là l'objectif que se fixent les chercheurs en créant le vocodeur à canaux dont le but est double, car, en plus d'une parole synthétique de bonne qualité, il permet la réduction du débit de cette dernière lors de la transmission téléphonique par exemple.

Le présent travail consiste en une contribution à la réalisation d'une carte interface compatible PC pour vocodeur à canaux en vue de la reconnaissance de la parole.

# Chapitre 1

## Physiologie de la parole et étude de la production des sons

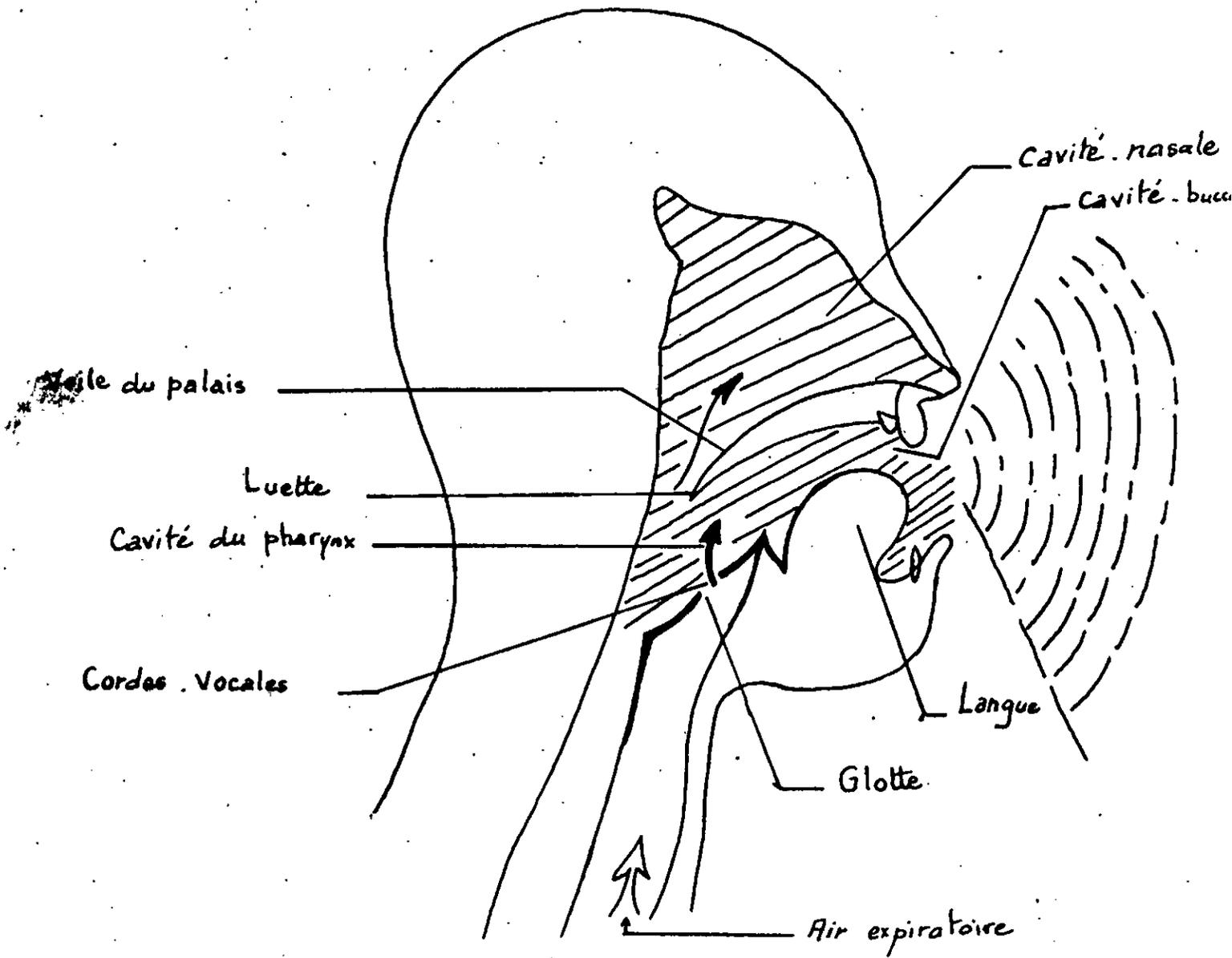


Fig 1: Ensemble du Conduit vocale comprenant les différentes cavités: nasales, buccale, et celle du pharynx

## I.1) La fonction vocale

L'arbre respiratoire est fait pour respirer, le tractus digestif pour se nourrir: Ils apparaissent tôt dans l'évolution des espèces, la fonction vocale ou d'émission sonore, apparaît plus tard en même temps que la spécification de l'oreille interne.

Chaque espèce, capable de produire, émet dans la gamme qui correspond approximativement aux capacités de son oreille. C'est la loi de la rétroactivité qui veut que chacun n'est capable de faire que ce qu'il peut percevoir.

Le son se fabrique dans un espace très restreint. Tout se passe dans le Larynx.

En mécanique des fluides, on sait qu'il suffit de créer une turbulence sur un écoulement gazeux pour créer un bruit. Si cette turbulence persiste et devient régulière, on obtient un son et l'émetteur vibre. C'est ce qui se passe au niveau des cordes vocales parce qu'il y a accord entre la force d'écoulement de l'air venant des poumons et la force qui tend à fermer le LARYNX.

- Il n'y a pas de vibration possible sans écoulement d'air, pas plus que d'influx nerveux capable de commander le mouvement d'ouverture et de fermeture des cordes vocales aux fréquences correspondantes aux vibrations de la voix humaine, selon la théorie MYO-ELASTIQUE, actuellement en vigueur. Dans la voix parlée, les cordes vibrent entre 115 et 175 HZ chez l'homme et entre 220 et 330 HZ chez les femmes.

Le larynx, outre de protéger les poumons de l'irruption de corps étrangers, de participer au réflexe de la toux, de bloquer les voies respiratoires afin de maintenir une pression dans les poumons lors d'efforts importants, entre autre, à le pouvoir de faire vibrer les cordes vocales. Aucun muscle de l'organisme n'a une fonction similaire (sauf peut être chez les insectes ou une aile d'abeille peut vibrer à 200 HZ ). Notons cependant que certains animaux ont un larynx (La grenouille par exemple), mais leur expression est limitée, et pour que le son devienne parole, il faut qu'il y ait modulation.

### a) LA MODULATION

La modulation est l'art de transformer un phénomène continu en signal signifiant. Pour ce qui concerne la parole, le son et sa modulation font partie d'un échange interactif entre l'enfant et son entourage, avec création d'un code qui aboutira au langage. Pour ce faire plusieurs muscles et éléments

anatomiques participent à cette élaboration comme l'a bien mis en évidence la RADIO CINEMATHOGRAPHIE par l'étude de la manière de former les sons du langage, connue sous le nom d'orthoépique.

### **b) LA PRODUCTION DU SON**

Si l'on reprend l'ensemble du conduit vocal comprenant les cavités nasale, buccale, pharyngée (cf. FIG1) on voit l'air expiré forcer la glotte sous l'effet de la pression et les cordes vocales s'écartent. L'échappement de l'air fait baisser la pression, les cordes vocales se rapprochent, et ainsi de suite. Cet équilibre qui varie continuellement entre la pression aérienne et la tension musculaire, donne naissance à des vibrations de rythme variable qui déterminent des sons de hauteurs diverses, accompagnés de nombreux harmoniques. Les cavités du larynx de la bouche et des fosses nasales filtrent les harmoniques, les mouvements de la langue des lèvres et du voile du palais modulent les consonnes. Ce système complexe est précis, il nécessite une bonne maîtrise de la respiration, et un contrôle parfait des muscles du larynx pour parvenir à une articulation verbale correcte.

-comme nous l'avons vu la glotte s'ouvre progressivement et se ferme rapidement, les vibrations engendrées ne sont pas des ondes sinusoïdales mais des ondes en dents de scie, ce sont des oscillations de relaxation. Le son de base produit est riche en harmoniques qui seront triés par les résonateurs.

Le pharynx constitue un premier résonateur, la cavité buccale et le larynx constituent deux résonateurs auxquels s'ajoute le résonateur labial. Tous ces espaces ont leur fréquence propre qui dépend de leur orifice et du couplage des différents résonateurs entre eux.

Lorsque les résonateurs ont renforcé et filtré les harmoniques un son vocalique (voyelle) est émis. Les consonnes s'apparentent davantage aux bruits, il y a des consonnes qui évoquent l'écoulement, l'explosion, le sifflement, le roulement etc... c'est l'ensemble des sons vocaliques et consonantiques qui donne naissance aux phonèmes puis aux mots.

### **I.2) Principe de la production des sons**

#### **a) Les sons voisés:**

Ce sont les sons pour lesquels les cordes vocales entrent en vibration, l'énergie étant formée par les poumons à travers la trachée artère sous forme de pression d'air. Sous l'action des forces de pressions d'air, les cordes vocales vont se séparer l'une de l'autre, laissant ainsi entre elles l'orifice de la glotte, les cordes vocales entrent en vibration ouvrant et fermant ainsi à intervalles réguliers la "glotte", et c'est ainsi qu'elles laissent échapper vers

les parties supraglottiques, un certain débit ou flux d'air appelé "signal glottique" les parties supraglottiques moduleront alors le signal glottique pour délivrer le son voisé entendu.

#### b) Les sons sourds ou les "sourdes":

Les sons sourds, ou les sourdes ont pour origine une source de bruit qui excite le conduit vocale et ces sources de bruits sont de deux types :

##### - *Constrictives* :

C'est à dire que cela correspond à un rétrécissement très étroit de la section du conduit vocal grâce à la langue et aux lèvres, on assiste alors à un écoulement turbulent de l'air qui est à l'origine du bruit.

##### - *Occlusives*

Elles consistent en une "obturation du conduit vocal", suivi d'une brutale ouverture, produisant ainsi un bruit comparable au bruit produit lorsqu'on débouche une bouteille on a donc affaire à ce que l'on appelle "impulsion acoustique" les cavités orales situés après la source de bruit moduleront le signal de bruit.

### 1.3) Les différents sons de la parole.

#### 1.3.1) Les voyelles

Les voyelles sont des sons voisés, elles impliquent donc une vibration des cordes vocales selon que la luvette est abaissée (conduit nasal couplé avec le conduit oral) ou levée (conduit nasal bouché), on aura des voyelles nasales ou orales les descriptions faites par la suite ne concerneront que la voix du registre de la poitrine qui correspond à une "phonation normale".

##### a) Les voyelles orales :

-Le signal glottique: le mouvement vibratoire des cordes vocales laisse échapper vers les parties supraglottiques un flux d'air qui pour la production des voyelles est quasi périodique. La fréquence du signal glottique ainsi obtenue est appelée fréquence fondamentale du signal de la parole. ( Cf. figure 1)

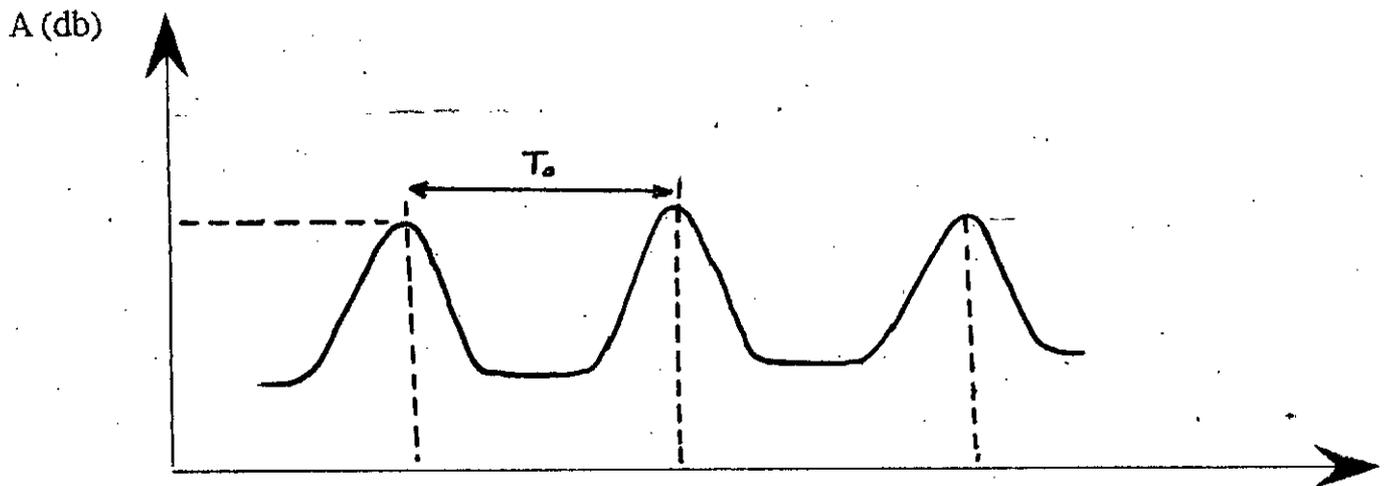


Fig: 1 **Forme du signal glottique cas idéal**

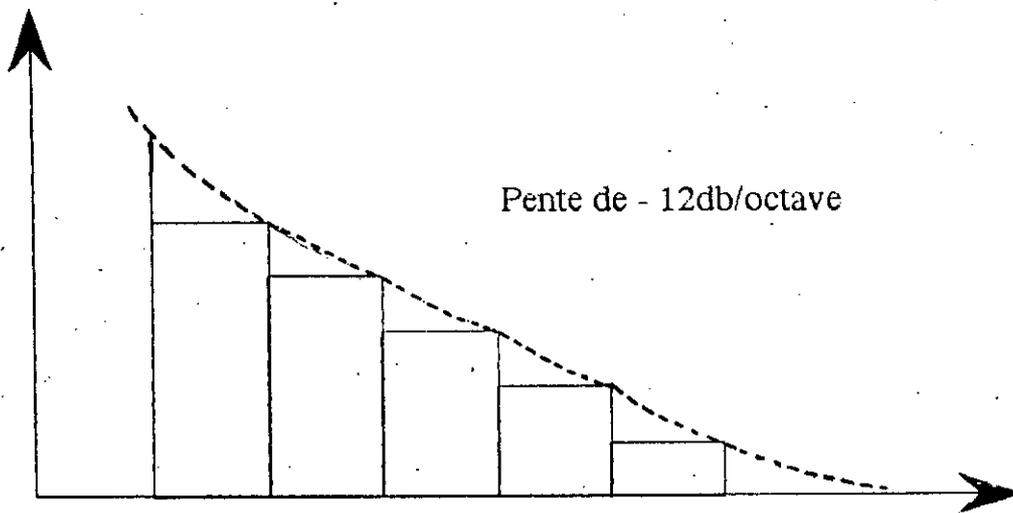


Fig: 2 **Spectre du sg-glottique**

L'intensité du signal glottique est essentiellement fonction de la pression subglottique et de la tension des cordes vocales.

- La fréquence fondamentale  $F_0$  du signal glottique et donc de la parole est essentiellement fonction de la tension des cordes vocales et très faiblement de la pression subglottique.

Le spectre du signal glottique est caractérisé par une pente de  $-12 \text{ dB/octave}$ , c'est à dire si on double la fréquence, l'intensité de l'harmonique correspondant diminue de  $+12 \text{ dB}$ . (Cf. figure 2)

- La pression subglottique varie entre  $2 \text{ pa}$  et  $20 \text{ pa}$  ces valeurs étant mesurées par rapport à la pression atmosphérique.

$|G|_{\text{db}}$  : Spectre + F.T du Conduit vocal

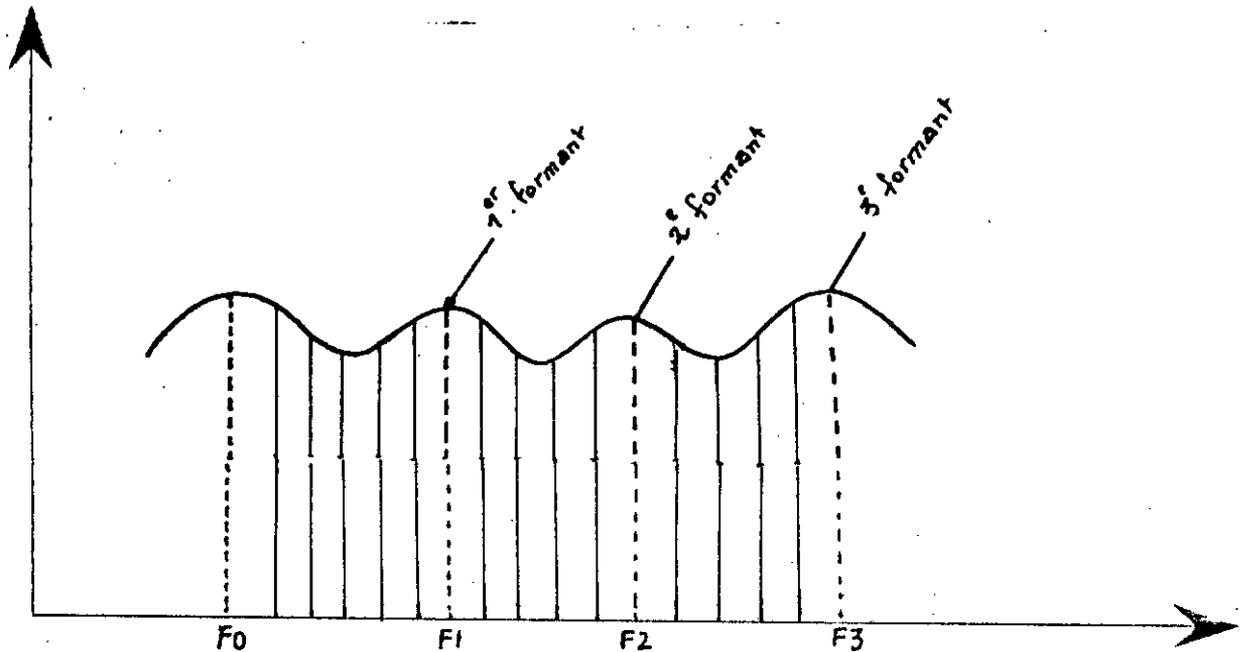


Fig 3 : **Spectre d'une voyelle orale**

A première approximation le spectre d'une voyelle orale est le produit du spectre du signal glottique par la fonction de transfert du conduit vocal ce qui donne le spectre suivant. (cf. figure 3)

#### b) Les voyelles nasales

Comme pour les voyelles orales, les voyelles nasales impliquent une vibration des cordes vocales, (sons voisés), mais cette fois l'abaissement du velum couple le conduit vocal et le conduit nasal. Le conduit nasal se comporte lui aussi comme un "résonateur" avec ces fréquences de résonances, mais produira en Parallèle un phénomène "d'antirésonance", on observera une diminution de l'énergie acoustique à ces fréquences.

Les voyelles nasales du français:

[ $\tilde{\text{e}}$ ] qu'on trouve dans (bien)

[ $\tilde{\text{o}}$ ] qu'on trouve dans brun

[ã] qu'on trouve dans (chant)

[õ] qu'on trouve dans salon

### 1.2.2) Les consonnes:

Dans la production des consonnes intervient le phénomène de génération de bruit dans le conduit vocal- si ce phénomène s'accompagne d'une vibration des cordes vocales les consonnes seront dites "voisées", dans le cas contraire, elles seront dites "sourdes". Selon le type de perturbation intervenant dans le conduit vocal, on classe les consonnes en différentes catégories.

#### a) Les consonnes fricatives (ou constricatives):

Les fricatives sont des bruits c'est à dire des événements aperiodiques ce bruit résulte d'une turbulence aérodynamique qui prend naissance en un ou plusieurs points du conduit vocal en raison de la présence d'un fort resserrement (ou constriction) ou d'un obstacle placé dans le flot d'air expiratoire.

Pour les dentales [s/ʒ] la constriction très étroite se place juste derrière les incisives supérieures la pointe de la langue est réduite pour [ʒ]----> (jour) la pointe de la langue relevée se place derrière les incisives et les lèvres sont projetés en avant ( arrondissement). Il est probable que la présence des incisives dans le flot d'air renforce la turbulence pour [s/z] comme pour [z] et en général le conduit nasal n'a pas de rôle dans la production des fricatives .

Les fricatives françaises peuvent être (2 catégories) :

sourdes (S,F) ou sonores (z,v), dans ce cas la source vocale est active ---> voisée.

Consonnes	Que l'on retrouve dans	Catégorie
[f]	fameux	sourdes
[s]	secteur	
[ʃ]	chat	
[v]	vert	voisées
[z]	zebre	
[ʒ]	jour	

### b) Les consonnes dites "occlusives"

Les occlusives se caractérisent principalement par un silence provenant de la fermeture complète du conduit vocal "occlusion" et ce silence correspond à la phase de tenue articulaire de l'occlusion complète du conduit vocal. celle-ci est bi-labiale pour [p/b], dentale ou post dentale pour [t/d], palato vélaire pour [k/g], associés à des voyelles ou consonnes à articulation antérieure, ou vélaire pour [k/g], dans les autres cas, pour les vélares l'énergie de l'explosion est intense et de longue durée.

On distingue deux catégories d'occlusions:

#### 1- Les occlusives orales ou plosives:

Elles sont produites par l'obturation du conduit oral ou vocal suivi d'une ouverture "brutale" ou "occlusion" sans intervention du conduit nasal. Ce phénomène d'occlusion est appelé "impulsion acoustique".

On observe généralement (3) types d'impulsions acoustiques.

impulsion labiale : écartement brutale des lèvres.

impulsion dentale rétraction et abaissement de la langue vers l'arrière.

impulsion palatale : qui correspond à un abaissement brutal de la langue.

De même que pour les "constrictives", l'impulsion acoustique est modulée essentiellement par les cavités "Supraglottiques" situés en aval du lieu d'occlusion. Donc plus le lieu d'occlusion sera vers l'arrière plus le

Plosives	Que l'on trouve dans	Catégories
[p]	Pari	Sourdes
[t]	Tonton	
[k]	Caramel	
[b]	Bonbon	Voisées
[d]	Dinde	
[g]	Gare	

spectre sera coloré. L'intensité en (dB) des impulsions est liée uniquement à des phénomènes articulatoires donc mécaniques, elle ne peut donc varier dans de grandes proportions. Les "plosives" peuvent être comme les constrictives voisées ou sourdes.

## 2- Les Occulsives nasales ou les consonnes nasales :

On observe une obturation totale du conduit vocal, mais l'air va s'échapper librement par les cavités nasales (voile du palais abaissé), on observe alors la présence de formants nasaux, de plus le phénomène d'antirésonance déjà vu lors de l'étude des voyelles nasales intervient aussi ce qui diminue fortement l'énergie spectrale.

Enfin, la suppression avant l'occlusion est faible puisque la majeure partie de l'air s'écoule par les cavités nasales, par conséquent, l'intensité de l'impulsion acoustique est faible.

exemple:

[n] comme dans Nounou

[m] comme dans montagne

[ŋ] comme dans montagne

ces consonnes nasales sont produites avec le voile du palais abaissé et donc un couplage conduit vocal / conduit nasal.

### 1.4) Caractéristiques acoustiques principales des sons de la parole :

Le signal de la parole, représente une vibration donnée du conduit vocal qui est caractérisé par sa "fréquence fondamentale" un nombre fini de

formants, son amplitude correspondant à la pression du débit d'air rejeté par les poumons, mesuré en (db).

La fréquence fondamentale que l'on appelle fréquence de mélodie est comprise entre 105 et 175 Hz pour les Hommes, entre 220 et 330 Hz pour les femmes, et se situe aux environs de 400 Hz pour les enfants.

#### 1.4.1) Timbres et son :

Le son est dû principalement à la propagation dans l'air, ou dans un quelconque milieu élastique d'une vibration mécanique. Alors que le timbre du son liée à cette vibration définit sa "qualité globale".

On entend par qualité globale, (son haut, son bas)

Qualité (volume, Sourd, grinçant, strictement etc...).

D'un point de vue spectral, nous avons vu qu'une vibration sonore est caractérisée par sa fréquence fondamentale "F0" et un certain nombre de formants. Les formants ne constituent que les maxima de la courbe de réponse du conduit vocal. Il s'avère que le timbre d'un son est directement lié aux caractéristiques spectrales du signal à savoir:

-La stabilité de la fréquence F0.

-Nombre de formants.

-La richesse en harmoniques d'une façon générale.

Par ailleurs le timbre des sons a fait l'objet de récentes recherches qui ont prouvé qu'en régime permanent, il dépendait des caractéristiques spectrales précédemment cités, et qu'en régime transitoire, il était fonction de sa période, de la durée et de l'évolution de ces composantes fréquentielles. On a su ainsi faire la fréquence entre des sons à 1 formant, 2 formant, "nous verrons plus loin le détail de cette étude".

### I.4.2) Présentation du signal de la parole:

Nous donnerons dans ce paragraphe deux formes de réponses du signal de la parole, les plus souvent rencontrées.

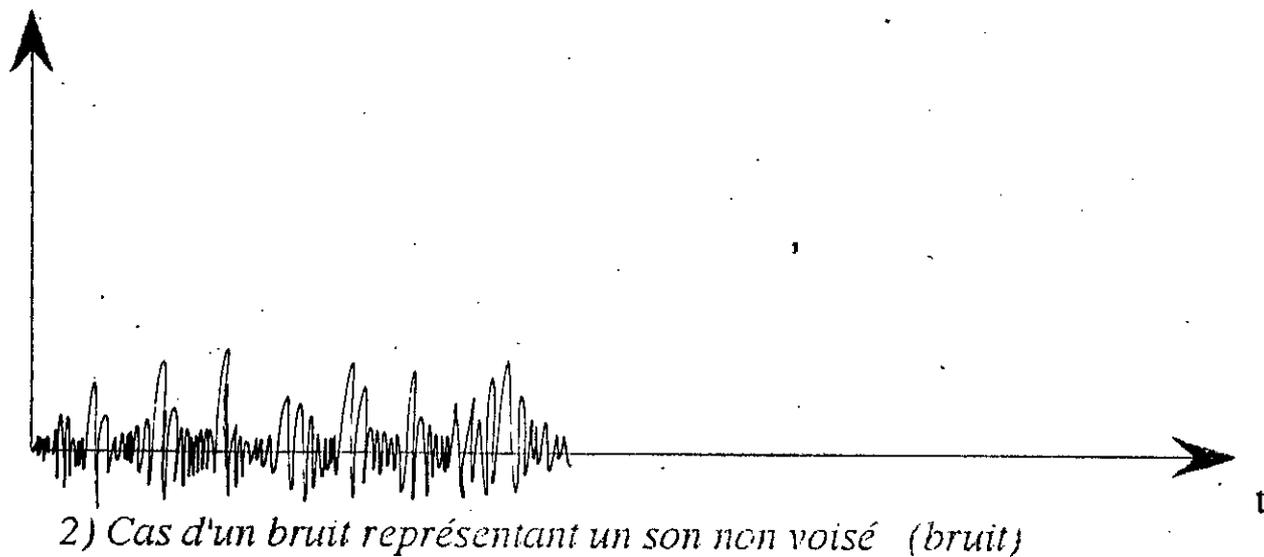
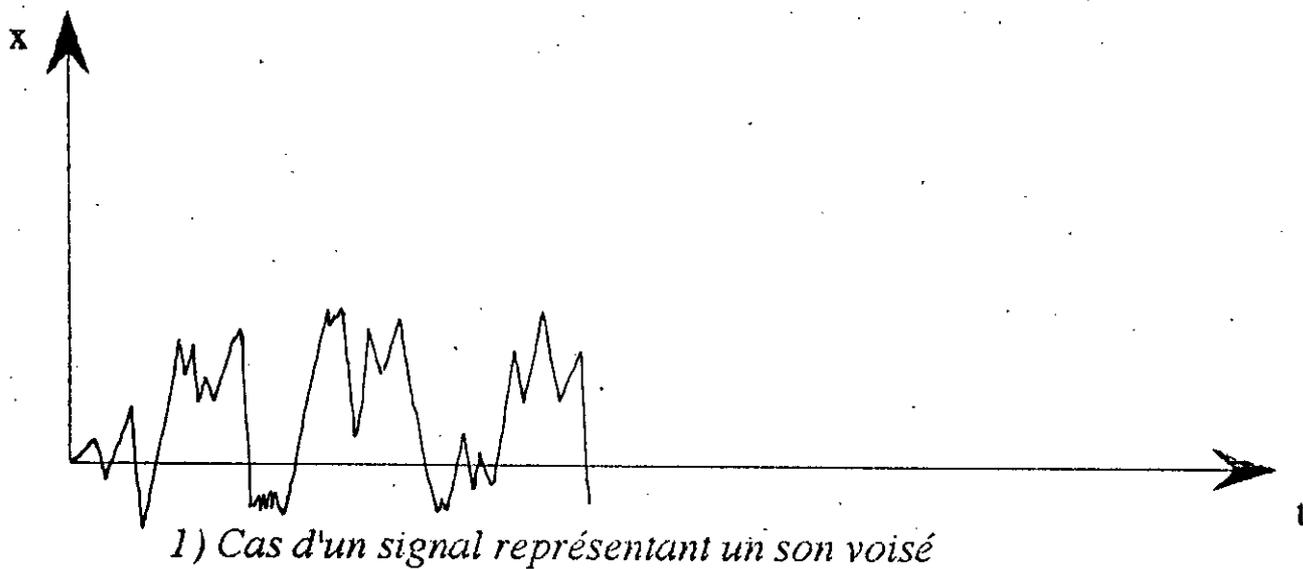


Fig:4 les signaux de la parole

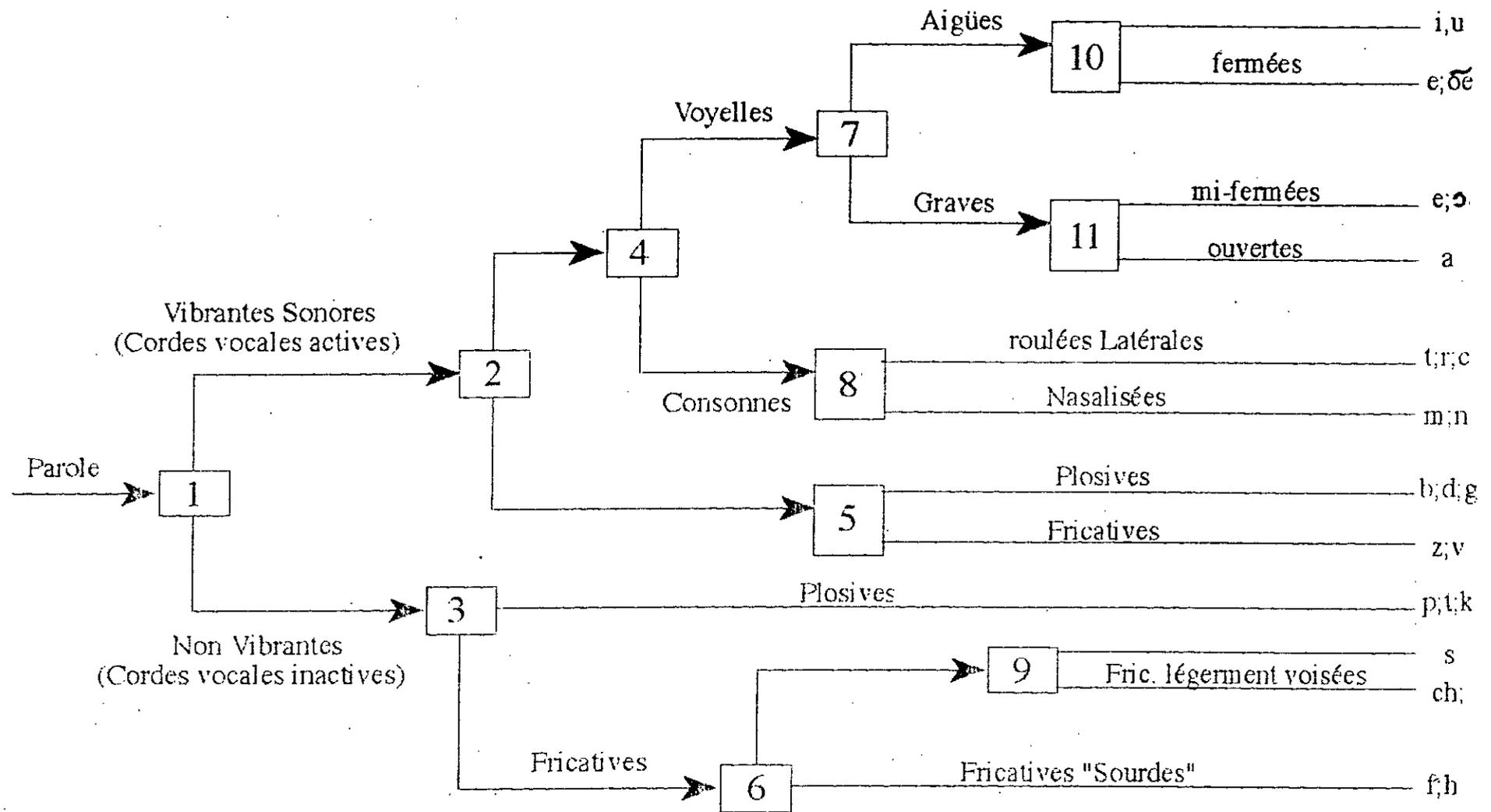


Fig: 5

**classification des différents sons de la Parole**

Fig 6: Les 37 Phonèmes de la Langue Française

Phonèmes	Terminologie pratique	Exemples
/i/	i	Lit
/e/	é fermé	été
/ɛ/	é ouvert	forêt
/a/	a antérieur	Papa
/ɑ/	a postérieur	âne
/ɔ/	o ouvert	port
/o/	o fermé	peau
/u/	ou	loup
/y/	u	tu
/ø/	eu fermé	creuse
/œ/	eu ouvert	peur
/ɛ̃/	e sourd	petit
/ɪ/	in	brin
/œ̃/	un	brun
/ɑ̃/	an	blanc
/ɔ̃/	on	blond
/j/		yeux
/y/	Semi-voyelles	lui
/w/		louis
/p/		pan
/b/		banc
/t/	Consonnes Plosives	rente
/d/	ou	rude
/k/	Occlusives	car
/g/		blague
/f/		faux
/v/		veau
/s/	Consonnes Fricatives	coussin
/z/		cousin
/ʃ/		chou
/ʒ/		jour
/m/		mer
/ɲ/	Consonnes nasales	banal
/ŋ/		agneau
/ŋ/		camping
/l/		lire
/r/	Consonnes liquides	rive

# Chapitre 2

## Les différentes techniques d'analyse de la parole

## I) INTRODUCTION

L'analyse acoustique est la première étape que subit le signal de la parole pendant le processus de reconnaissance. Elle a 2 rôles:

- réduction du volume des informations contenues dans le signal original.

- Extraction des paramètres pertinents représentatifs qui sont des caractéristiques propres au mot énoncé.

Le signal de la parole est un signal véhiculant des informations de nature très diverses, c'est aussi un signal extrêmement redondant. Ces informations ont trait à l'état physique et psychique de la personne qui parle, et également des informations qui concernent le mot lui-même. Ainsi, l'étude de la parole nécessite l'utilisation des systèmes numériques qui consistent en l'extraction des paramètres fondamentaux, tels que le pitch, et les formants. Initialement, les chercheurs considéraient le signal de la parole pour le traiter, comme tout autre signal, puis ils ont développé des techniques très fines, spécialement conçues pour le signal vocal. Ainsi, plusieurs méthodes analogiques et numériques d'analyse de la parole ont été décrites. On les classe en deux grands groupes:

- Méthodes spectrales.
- Méthodes temporelles.

---

## II) TRAITEMENT DE SIGNAL - FILTRAGE - METHODES D'ANALYSE

---

### II-1) APPLICATION DU TRAITEMENT DE SIGNAL AU DOMAINE DE LA PAROLE

---

Les diverses méthodes d'analyse de la parole font largement appel aux notions de traitement de signal, tels que l'analyse de Fourier, le fenêtrage, le filtrage etc.. L'application de ces outils au signal de la parole souffre cependant de certaines limitations. Celles-ci sont dues à la non-stationnarité et la pseudo-périodicité du signal considéré. En effet, la phonation, même dans le cas de sons voisés, n'est que pseudo-périodique, de plus, les changements de l'articulation au cours du temps font que le signal de la parole ne soit pas stationnaire. Toutefois, les phénomènes précédents sont à évolution lente, ce qui permet d'appliquer les lois du traitement de signal sur des intervalles de temps assez courts, de l'ordre de 10 à 25 ms.

### II-2) LE FILTRAGE

---

Etant donnée l'importance de l'opération de filtrage dans les méthodes d'analyse, il est utile d'en rappeler ici quelques notions principales.

## II-2-1) DEFINITIONS

- La transmission d'une information est très onéreuse, aussi est-il intéressant de chercher à extraire la partie pertinente de l'information et à éliminer la partie non désirable (le bruit), ceci peut être réalisé grâce à un circuit appelé filtre.

- Etant donné un phénomène physique dont le spectre s'étend sur un intervalle de fréquence quelconque, le filtre a pour rôle de renforcer certaines composantes du signal, tout en affaiblissant les autres.

## II-2-2) LES FILTRES ANALOGIQUES

Dans le domaine analogique, le rôle d'un filtre est de sélectionner et choisir, parmi toutes les composantes spectrales du signal considéré, celles qui remplissent les conditions imposées:

- Fréquence inférieure à une limite " $f_c$ " pour les passe-bas.
- Fréquence supérieure à une limite " $f_c$ " pour les passe-haut.
- Fréquence comprises dans un certain intervalle " $\Delta f$ " pour les passe-bande.

Ces différents filtres sont caractérisés par la courbe représentant les variations de la fonction de transfert " $T$ ", en fonction de la fréquence " $f$ ", appelée courbe de réponse du filtre (cf. figure 7 ).

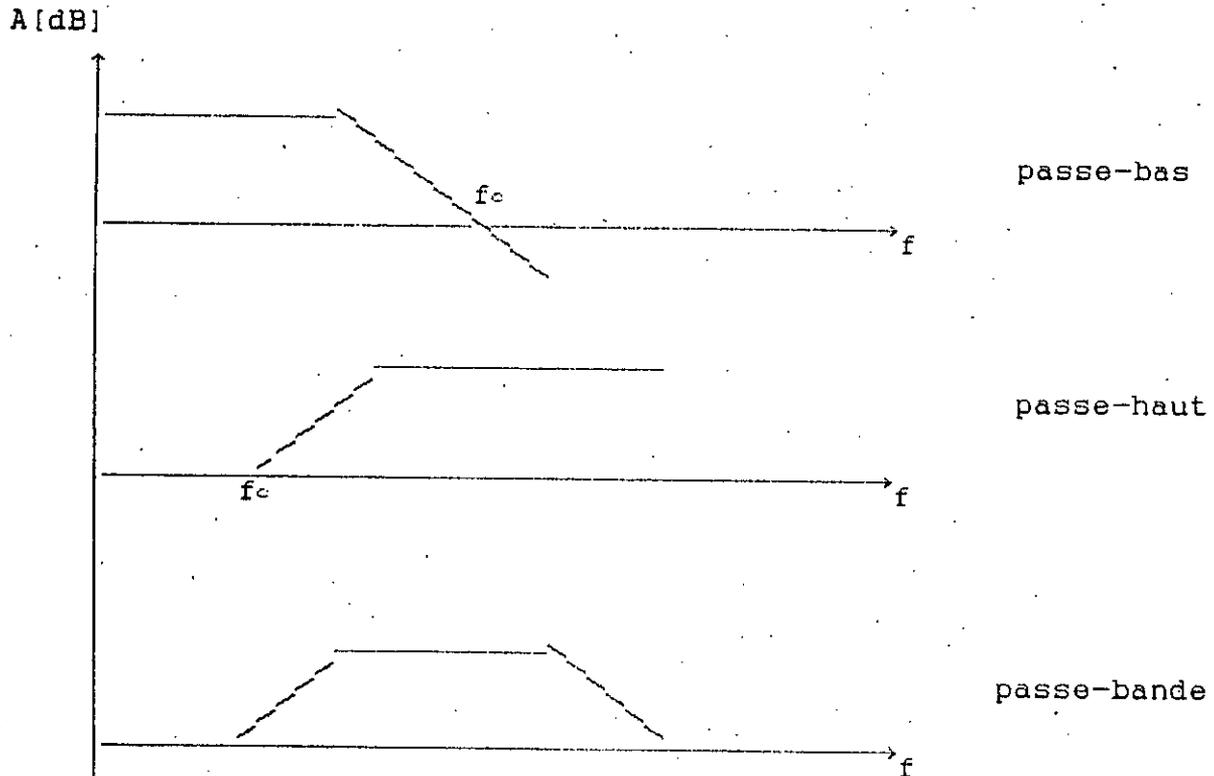


Figure 7 : Courbe de réponse des filtres

### II-2-3) LES FILTRES NUMERIQUES

Un filtre numérique est un système numérique qui, recevant à son entrée, les échantillons quantifiés  $\{x(n)\}$  d'un signal  $x(t)$ , délivre à sa sortie une suite de nombres  $\{y(n)\}$ , on peut donc le représenter par un algorithme.

A partir des nombres représentant les amplitudes des échantillons successifs  $x(n)$ , on obtient, dans le cas des filtres linéaires, la relation suivante entre les séquences:

$$y(n) = \sum_{k=0}^m a_k y(n-k) + \sum_{k=0}^m b_k x(n-k)$$

Avec:

$\left\{ \begin{array}{l} m = \text{entier} \\ a_k, b_k = \text{coefficients de construction des filtres numériques.} \end{array} \right.$

Les filtres de ce type, qui font intervenir les valeurs filtrées antérieures (i.e. filtres pour lesquels, au moins, l'un des coefficients  $a_k$  est non nul), sont dits filtres récurrents.

On appelle "fonction de transfert d'un filtre numérique", la quantité définie par:

$$H(Z) = Y(Z)/X(Z) = N(Z)/D(Z)$$

Les racines de l'équation:  $N(Z) = 0$  constituent les zéros de la fonction de transfert, et celles de  $D(Z) = 0$  les pôles.

Les filtres numériques jouent un rôle très important dans le traitement des signaux, et plus particulièrement dans le domaine de la parole. Par ailleurs, ils présentent de nombreux avantages par rapport aux filtres analogiques, du fait de leur plus grande précision.

## II-3) LES DIFFERENTES METHODES D'ANALYSE DE LA PAROLE

### II-3-1) ANALYSE SPECTRALE

L'objectif de cette analyse est la connaissance de la composante spectrale du signal de la parole, les méthodes utilisées dans ce cas sont:

- Méthodes analogiques (Analyse instrumentale).
- Méthode numérique (Analyse numérique).

#### II-3-1-1) ANALYSE ANALOGIQUE

On utilise ici l'analyse par la transformée de Fourier, et l'analyse instrumentale.

#### A) ANALYSE DE FOURIER

Lorsqu'on considère un signal quelconque, il est indispensable d'avoir présent à l'esprit 2 représentations possibles de ce signal, une représentation temps, et une représentation fréquence. Ces deux représentations sont reliées par la transformée de Fourier.

#### A-1) LES SIGNAUX PERIODIQUES

Soit  $G(t)$  une fonction périodique de période  $T$ , qui s'écrit sous la forme:

$$G(t) = a_0 + \sum_{n=1}^N [ a_n \cos(\omega_n t) + b_n \sin(\omega_n t) ]$$

Avec:

$$a_n = \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} x(t) \cos(\omega_0 n t) dt$$

$$b_n = \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{+T/2} x(t) \sin(\omega_0 n t) dt$$

## A-2) LES SIGNAUX APERIODIQUES

Pour un signal  $g(t)$  périodique de période  $T_0$ , on a:

$$g(t) = \sum_{\mathbb{R}} G_n e^{jn\omega_0 t}$$

$$G_n = \frac{1}{T_0} \int_{-T_0/2}^{T_0/2} g(t) \exp(-jn\omega_0 t) dt$$

Le spectre est donné par:

$$G(\omega) = \int_{\mathbb{R}} g(t) \exp(-j\omega t) dt$$

$$g(t) = (2\pi)^{-1} \int_{\mathbb{R}} G(\omega) \exp(j\omega t) d\omega$$

Notation:  $g(t) \longleftrightarrow G(\omega)$

En conclusion, nous dirons que la T.F. ne peut être appliquée qu'à des tranches successives du signal de la parole. C'est pour cela que l'on désigne également cette méthode par l'appellation "Analyse Spectrale à Court Terme".

## B) ANALYSE INSTRUMENTALE

On y distingue:

### B-1) LES ANALYSEURS A PLUSIEURS FILTRES EN PARALLELE

Ce type d'analyseur présente l'avantage de permettre une analyse pratiquement instantanée de la parole à l'aide de plusieurs filtres, parmi ces systèmes, on peut citer l'analyseur du vocodeur à canaux:

### B-2) LES ANALYSEURS A FILTRE UNIQUE

Le principe de ce système est l'exploration de toute l'étendue du spectre utile du signal, à l'aide d'un filtre unique.

## II-3-1-2) ANALYSE NUMERIQUE

La méthode la plus utilisée pour engendrer un signal discret est l'échantillonnage d'un signal analogique  $x_a(t)$ . Les échantillons sont prélevés périodiquement, avec une période  $T_e$ . Le signal obtenu après échantillonnage est un signal à temps discret, ce n'est que dans le cas où l'on souhaite reconstituer le signal analogique  $x_a(t)$  qu'il faut choisir  $T_e$  (cf. figure 8).

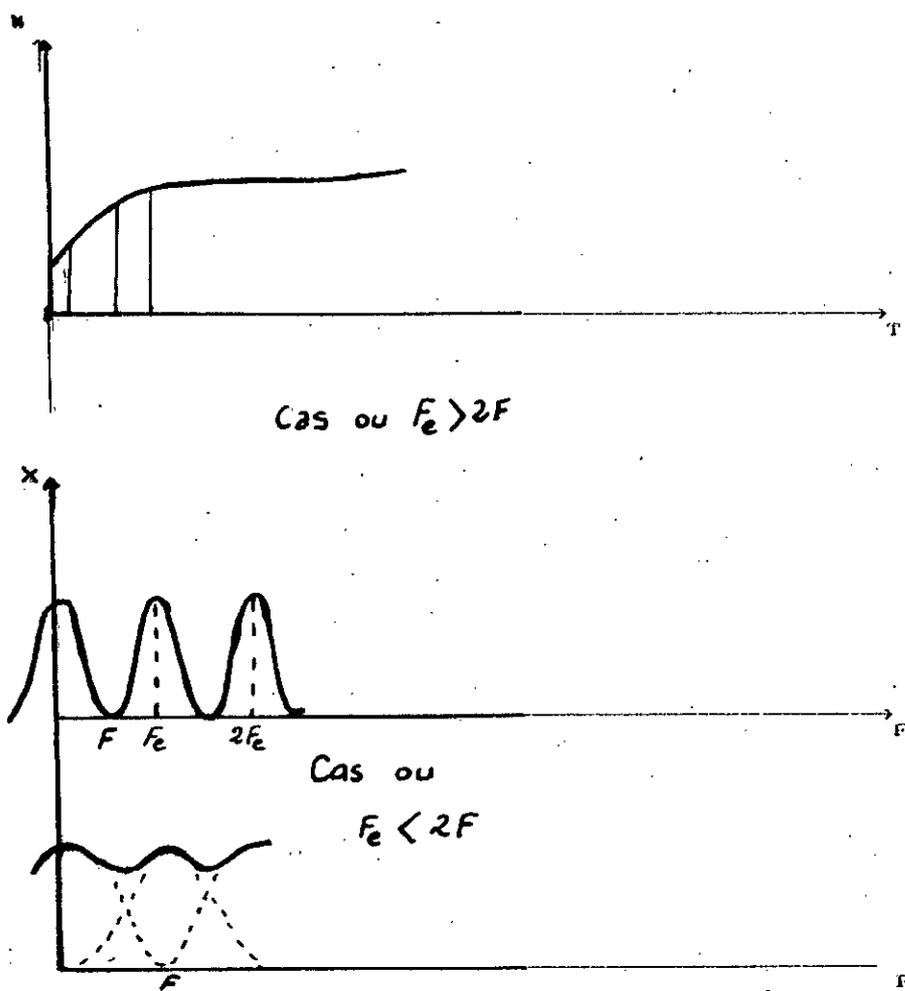


Figure 8 : Échantillonnage

### A) TRANSFORMEE DE FOURIER DISCRETE (T.F.D)

La T.F.D. d'un signal discret est définie sur un intervalle de temps limité, et un intervalle de fréquence discret. Soit:

-  $x(k)$  défini sur  $N$  points tq:  $0 \leq k \leq N-1$ .

- la T.F.D. de  $x(k)$  est définie par:  $X(n, \Delta\omega)$ , avec:

$$X(n, \Delta\omega) = \sum_{k=0}^{N-1} x(k) \exp(-j2\pi nk/N) \quad n \in [0, N-1]$$

$X(n)$  représente le domaine fréquentiel du signal  $x(k)$ .

L'échantillonnage de  $X(\omega)$  a produit une périodicité du signal  $x(k)$ , de période  $N$ .

On pose:

$$W_N = \exp(j2\pi/N)$$

$$X(n) = \sum_{k=0}^{N-1} x(k) W_N^{-nk} \quad n \in [0, N-1]$$

$$x(k) = N^{-1} \sum_{n=0}^{N-1} X(n) W_N^{rk} \quad k \in [0, N-1]$$

L'inconvénient de cet algorithme est qu'il est long et fastidieux, pour cela on fait appel à un autre algorithme beaucoup plus rapide appelé Transformée de Fourier Rapide (TFR).

## B) TRANSFORMEE DE FOURIER RAPIDE

La TFR est un algorithme de calcul utilisé pour calculer le spectre d'un signal, et c'est un moyen très efficace pour calculer la TFD. Du fait que  $W^N = 1$  ce qui signifie que le coefficient  $W^{nk}$  sont périodiques, et de période  $N$ . En exploitant les propriétés de symétrie de  $W^{nk}$ , on aboutira à une série d'algorithmes dont le premier a été élaboré par COOLEY-TURKEY [5]. Celui-ci nécessite  $N \log N$  multiplications, alors que le calcul direct de la TFD par  $N$  valeurs nécessite  $N^2$  multiplications, et  $N(N-1)$  additions, ce qui est très long et incommode du fait de l'augmentation de  $N$ .

### II.3.2) ANALYSE CEPSTRALE

On pourrait se demander: Pourquoi le filtre ne donnerait-il pas simplement le signal d'entrée, et ce pour éliminer les ondulations non souhaitées du signal de la parole? La réponse en est que le filtrage élimine tout; ce qui a un caractère additif et non multiplicatif, transformant alors les multiplications en additions grâce aux logarithmes, et filtrant ainsi le signal. Ceci est le principe de cette analyse.

Ainsi, l'idée de cette analyse est que le signal de la parole  $S(n)$  est considéré comme résultant de la convolution de 2 signaux:

- L'excitation représentée par le signal  $e(t)$  d'une part, et issue de la source du système phonatoire.

- La réponse impulsionnelle du filtre est représentée par le conduit vocal  $H(n)$ .

La modélisation du conduit vocal par un filtre n'est pas arbitraire, celui-ci se conduit comme tel en ce sens que comme on l'a vu, étant constitué de cavités résonnantes, il amplifie certaines fréquences et en atténue d'autres.

Nous écrirons alors:

$$S(n) = e(n) * H(n) = \sum_{\mathbb{R}} H(n-k) e(k)$$

\* étant l'opérateur de convolution.

$S(n)$  signal de la parole.

Ainsi, le principe est de séparer ou d'isoler le signal  $H(n)$  lié à la forme du conduit vocal, qui est l'information qui nous intéresse le plus.

#### A) FORMULATION

Soit  $|S(f)|$  le spectre en amplitude du signal de la parole, et  $|S(f)|^2$  son spectre de puissance, pour un son voisé, le spectre de puissance peut se mettre sous la forme:

$$|S(f)|^2 = |G(f)|^2 |C(f)|^2$$

Avec:

$|G(f)|$  est le spectre de la source glottale, et  $C(f)$  la réponse en fréquence du conduit vocal.

En prenant le logarithme de l'expression précédente, il vient:

$$\log(|S(f)|^2) = \log(|G(f)|^2) + \log(|C(f)|^2)$$

En lui appliquant la TF, et en élevant au carré l'expression  $TF[\log|S(f)|^2]$ , on obtient le "cepstre" ou "cepstrum". Celui-ci peut donc être défini comme étant le spectre de puissance du logarithme du spectre de puissance.

Ce qui constitue l'avantage de cette méthode, c'est la bonne séparation des effets de la source d'excitation et la réponse du conduit vocal. Mais elle reste peu employée du fait que le volume du calcul nécessaire est trop important.

#### II.3.2.2) LE CEPSTRE OBTENU A PARTIR D'UNE ECHELLE DE

##### FREQUENCE "MEL"

Des études physiologiques et perceptives de l'oreille ont montré qu'elle est sensible à une échelle presque logarithmique en fréquence ceci veut dire que les informations phonétiques sont réparties dans des zones croissantes de façon exponentielle en fonction de la hauteur de fréquence. Une échelle quasilogarithmique du spectre appelée échelle "MEL", a montré son efficacité pour le calcul cepstral mieux que l'échelle linéaire. L'échelle MEL est linéaire sur le premier kHz et logarithmique au dessus. Sur toute la longueur de cette échelle, sont répartis des filtres triangulaires de largeurs uniformes sur le premier kHz et variable au dessus. Ces filtres sont décalés les uns des autres de la moitié de leurs largeurs. (cf. Fig 8 bis)

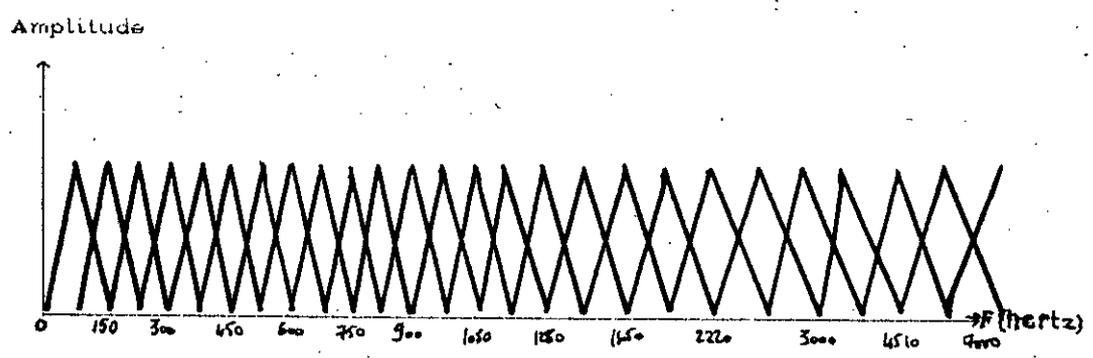


Figure 8bis : echelle MEL

Avec la serie des filtres, l'expression du cepstre est donnée comme suit:

$$C(n) = N_f^{-1} \left\{ \sum_{k=1}^{N_f} \log[E(k)] \cos[n(k-1)/N_f] \right\}$$

Avec:  $N_f$  est le nombre de filtres utilisés.

$n$  le rang du coefficient cepstral.

$k$  est le numéro du filtre d'énergie  $E(k)$ .

$E(k)$  réponse en énergie.

### II-3-3) ANALYSE TEMPORELLE

dans la production de la parole, il existe des phénomènes évoluant rapidement dans le temps. C'est le cas par exemple de la fermeture brusque du conduit vocal lors de la production d'une plosive. L'intérêt de l'analyse temporelle réside dans l'étude de ce genre de phénomènes, mieux caractérisées par leurs évolutions dans le temps que par leurs spectre. Les principales méthodes de cette analyse sont:

- La méthode de passage par zéro .
- La méthode de la prédiction linéaire.
- La méthode d'auto-corrélation..

#### II-3-3-1) LA METHODE DE PASSAGE PAR ZERO

le principe de cette méthode est qu'on ne s'intéresse qu'aux changements de signe du signal  $S(t)$  considéré, de ce fait , la méthode présente une grande simplicité de mise en oeuvre, et une grande rapidité, car n'exigeant pas d'opérations arithmétiques compliquées. Elle permet de localiser les fréquences des premiers formants et elle permet aussi la mesure de la fréquence fondamentale  $F_0$  après filtrage passe-bas. Son inconvénient réside dans la perte d'information sur l'amplitude du signal.

#### II-3-3-2) METHODE DE LA PREDICTION LINEAIRE (LPC)

La méthode d'analyse par prédiction linéaire, appelée aussi: Technique du Codage Prédicatif Linéaire, peut-être considérée aussi bien comme une méthode temporelle, que comme une méthode spectrale. Elle permet une estimation très précise des paramètres de la parole tels que les formants et la fréquence fondamentale. Cette méthode se base sur l'idée qu'un échantillon (dans le domaine temporel) du signal acoustique peut-être prédit par la somme pondérée des  $P$  échantillons passés du même signal .

$$S_p(n) = \sum_{k=1}^P C(k) S(n-k)$$

Avec:  $P$  est l'ordre de prédiction.

$S_p$  est le signal prédit.

$S$  est le signal réel.

Le problème étant de trouver les coefficients de pondération  $C(k)$  pour minimiser la différence  $S(n) - S_p(n)$ .

La prédiction linéaire vise à modéliser le conduit vocal par un filtre approprié. Cette méthode est essentiellement utilisée en synthèse vocale (cf. figure 9).

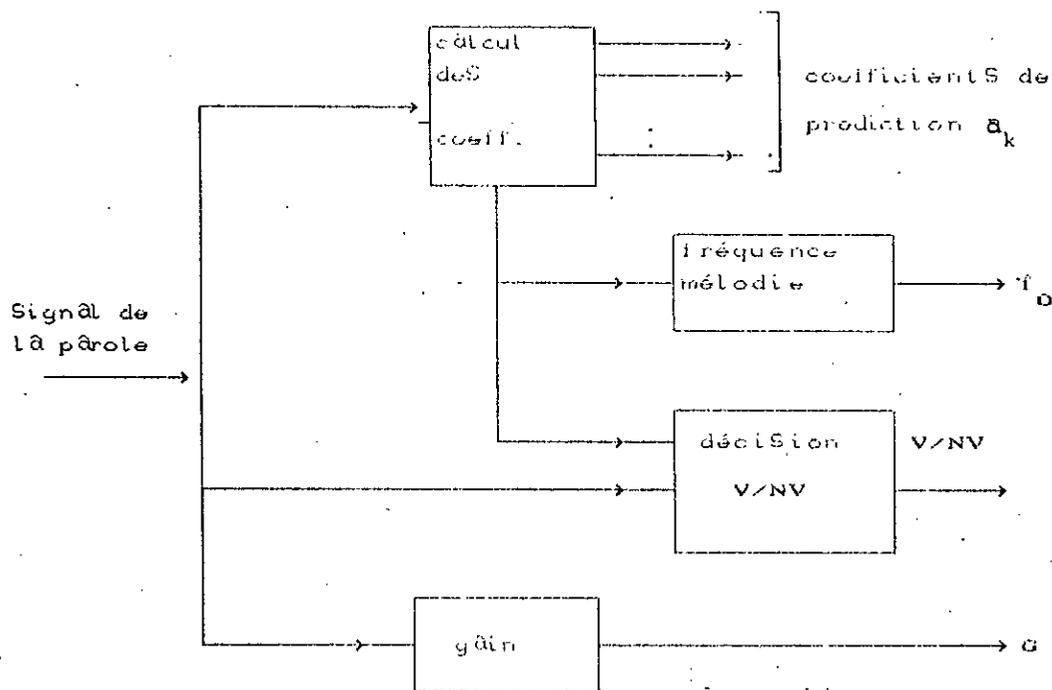


Figure 9 : Analyse effectuée par LPC

### II-3-3-3) METHODE DE LA FONCTION D'AUTOCORRELATION

Pour que la méthode d'autocorrélation puisse être utilisée, le signal doit être découpé en fenêtres temporelles de 10 à 20 ms, ces fenêtres doivent être ni trop courtes ni trop longues afin qu'elles puissent permettre la mesure des paramètres. Cette méthode, appliquée à un signal  $S(t)$ , fait appel au calcul de la fonction d'autocorrélation définie par :

$$g(\tau) = \int_{\mathbb{R}} S(t) s(t-\tau) dt$$

Avec:  $\tau$  un retard.

De cette fonction, on peut déduire la densité spectrale de puissance:

$$P(f) = \int_{\mathbb{R}} g(\tau) \exp(-2\pi jf\tau) d\tau$$

Cette grandeur est utile pour l'évaluation de la puissance totale du signal:

$$P_t = (2\pi)^{-1} \int_{\mathbb{R}} P(f) df$$

La fonction d'autocorrélation peut être générée à partir du signal analogique par des lignes à retard, des sommateurs ou des modulateurs. Elle peut aussi l'être par des procédés numériques à partir du signal échantillonné, et ce à l'aide de calculateurs ou grâce à un matériel spécialisé ( autocorrélateur ). Cette méthode permet de mesurer la fréquence fondamentale, elle présente l'avantage d'être simple, mais elle exige des calculs trop longs.

# Chapitre 3

## Etude d'interface d'acquisition

A/N 8 bit s

### III -1- Notions sur les systèmes d'acquisition :

Les systèmes d'acquisition et de conversion de données sont aujourd'hui utilisés dans divers domaines d'activités, ils peuvent aussi bien faire partie des équipements industriels qu'intervenir en tant qu'outil efficace de l'analyse dans les applications variées du traitement de signal :

medical, spatial, parole, etc... Ils constituent le plus souvent des interfaces avec des ordinateurs ou tout autre dispositif d'enregistrement.

Un tel système à n canaux comporte en général :

- un capteur spécifique suivant la grandeur analogique à mesurer.
- un preamplificateur différentiel d'entrée.
- une cellule de filtrage.
- un étage de multiplexage comportant plusieurs voies.
- des échantillonneurs bloqueurs (S/H).
- un convertisseur analogique-numérique CAN.
- un dispositif qui commande la conversion et qui contrôle le transfert du code résultant vers la mémoire d'un ordinateur

La disposition et le nombre des éléments indiqués dépend de la spécificité du signal et de la méthode appliquée pour l'acquisition.

### III -2- VOCODEUR A CANAUX

#### III -2-1- Introduction

Les propriétés spectrales du signal vocal présentent un intérêt majeur pour la perception auditive. On estime en effet que l'oreille procède en premier lieu à une analyse spectrale de l'onde acoustique reçue.

En principe toutefois, le concept de densité spectrale ne s'applique qu'à un signal stationnaire par contre, le signal vocal normal est essentiellement non stationnaire.

La densité spectrale court-terme est définie à partir de la transformée de Fourier court-terme d'où l'on tient compte de la non stationnarité du signal.

L'analyse spectrale par banc de filtres fût la méthode la plus utilisée dans le passé ; cette technique est de grand intérêt liée aux possibilités nouvelles du traitement numérique.

Le vocodeur à canaux entre dans le type de système cité précédemment est utilisé comme interface d'acquisition A/N du signal

de la parole. Sauf que la disposition des éléments indiqués précédemment suit l'algorithme de la transformée de Fourier à court-terme comme il sera montré ci-après.

### III-2-2- Eléments théorique d'analyse spectrale

Le vocodeur à canaux réalise une analyse spectrale du signal vocal. Les éléments qui plaident en faveur d'une analyse fréquentielle sont:

1- Le concept de fréquence permet une description concise des séquences vocales,

2- L'oreille, en tant qu'appareil de perception de la parole, effectue entre autre au niveau de la cochlée une analyse fréquentielle du signal.

Cependant, une analyse fréquentielle par transformée de Fourier n'est pas immédiatement utilisable. En effet, pour que la transformée existe il faut que

$$\text{si } f(t) \text{ est le signal, alors } \int_{-\infty}^{+\infty} [f(t)] dt \text{ soit finie}$$

Or en général, le signal vocal ne satisfait pas à cette condition et de plus n'est pas connu de  $-\infty$  à  $+\infty$

En outre, le signal vocal résulte de la convolution de l'excitation (au niveau de la glotte) et de la fonction de transfert du conduit vocal.

Cette fonction de transfert évolue au cours du temps et la méthode d'analyse spectrale utilisée doit prendre en compte cette évolution.

Donc le traitement doit pouvoir;

1- Modifier le signal pour qu'il soit sommable sur des valeurs connues du passé.

2- Intégrer le signal dans une fenêtre de temps dans laquelle il est quasi-stable

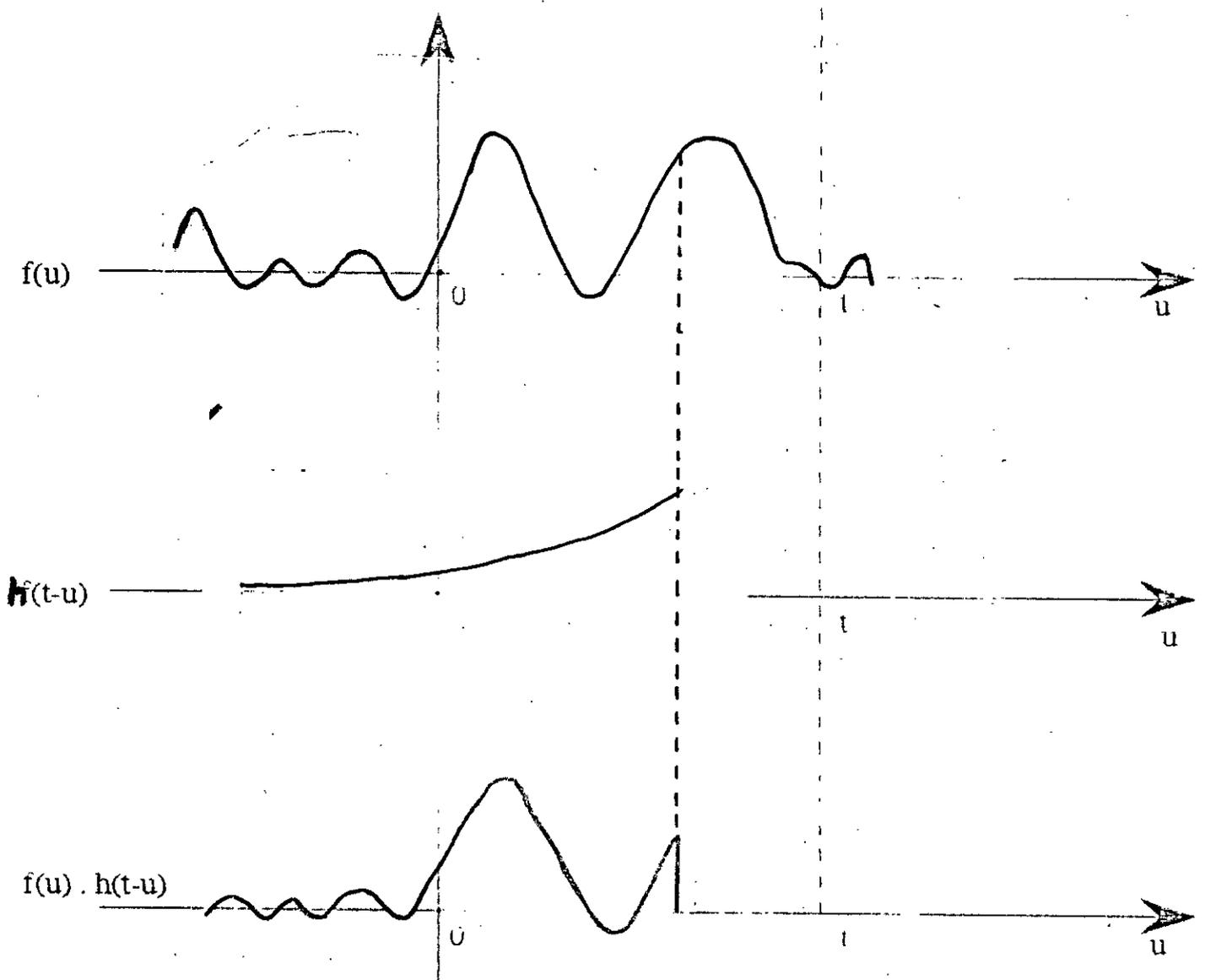
On arrive ainsi à la notion de transformée de Fourier à court terme (TFCT).

Celle-ci permet une transformation du signal  $f(t)$  de tel façon que l'intégration à un instant donné s'effectue seulement sur les valeurs du passé, et pour mettre en évidence le phénomène d'évolubilité on ne tient compte que du passé récent du signal  $f(t)$ .

Pour satisfaire à ces exigences, on multiplie le signal  $f(t)$  par une fenêtre temporelle  $h(t-u)$

La fenêtre temporelle  $h(t-u)$  est telle que:

$$h(t-u) = 0 \text{ si } u > t$$



La transformée de Fourier du signal vu à l'instant  $t$  à travers la fenêtre temporelle  $h(u)$  a pour expression :

$$f(\omega, t) = \int_{-\infty}^t f(u) * h(t-u) e^{-j\omega u} du$$

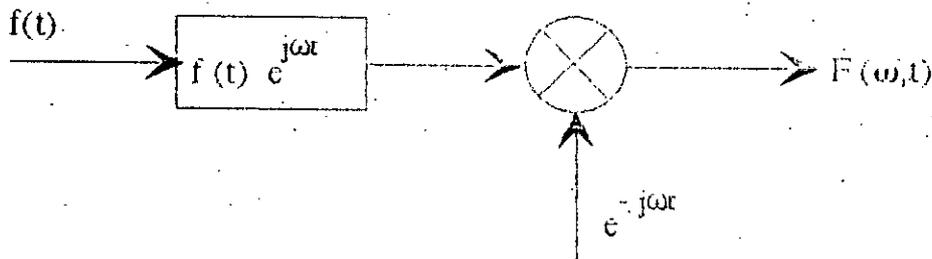
Dans l'expression de la transformée  $f(\omega, t)$ , si on pose  $p = t-u$  alors,

$$\begin{aligned} F(\omega, t) &= \int_{+\infty}^0 f(t-p) * h(p) e^{-j\omega(t-p)} (-dp) \\ &= e^{-j\omega t} \int_0^{+\infty} f(t-p) * h(p) e^{j\omega p} dp \end{aligned}$$

En introduisant le produit de convolution  $f(t) * h(t) e^{j\omega t}$ , la relation précédente devient :

$$f(\omega, t) = e^{-j\omega t} (f(t) * h(t) e^{j\omega t})$$

cette équation peut être schématisée par :



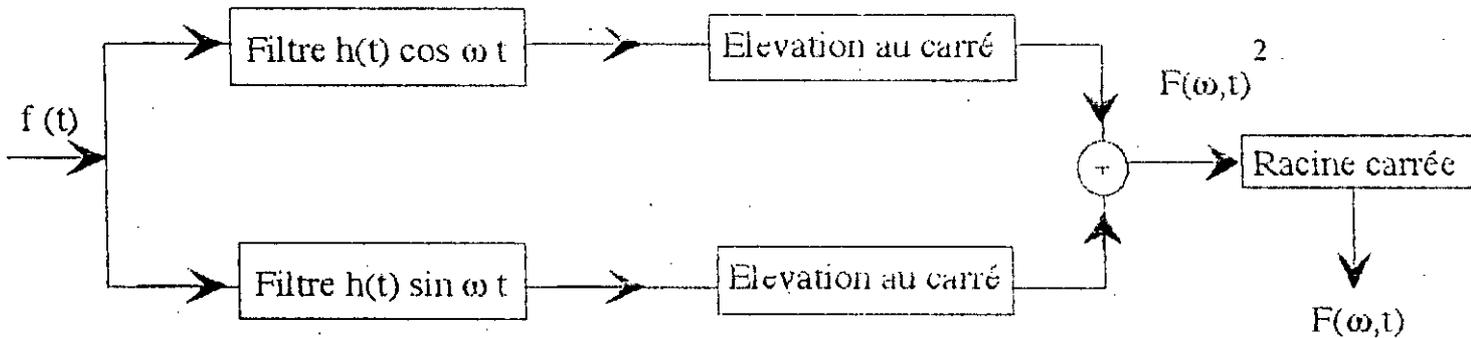
En développant l'exponentielle dans la parenthèse on aura

$$F(\omega, t) = e^{-j\omega t} (f(t) * h(t) \cos \omega t + j f(t) * h(t) \sin \omega t)$$

Le module de la TFCT sera :

$$F(\omega, t) = \left[ \left( (f(t) * h(t) \cos \omega t)^2 + (f(t) * h(t) \sin \omega t)^2 \right)^{1/2} \right]$$

La transformation peut être schématisé par :



Or l'enveloppe  $e(t)$ , d'une fonction  $u(t)$  admettant une transformée de Fourier est définie par :

$$e(t) = \left( u(t) + \hat{u}(t) \right)^{1/2}$$

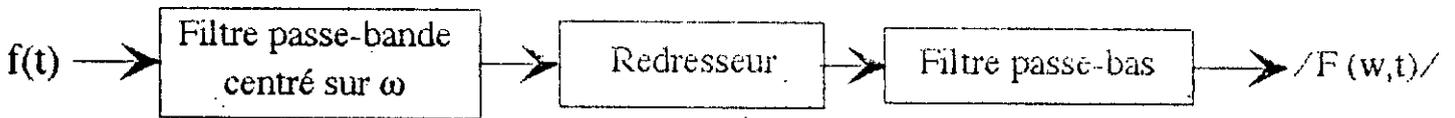
où  $\hat{u}(t) = u(t) * 1/\pi t$  est la transformée de Hilbert de  $u(t)$ .

Dans notre cas, et lorsque les spectres de  $h(t)$  et de  $\cos \omega t$  ne se chevauchent pas, la transformée de Hilbert est donnée par

$$(f(t) * h(t) \cos \omega t) * 1/\pi t = f(t) * (h(t) \cos \omega t * 1/\pi t) = f(t) * h(t) \sin \omega t$$

Ainsi l'amplitude  $f(\omega, t)$  du spectre instantané que l'on recherche, sera donnée par l'enveloppe de  $f(t) * h(t) \cos \omega t$ .

Le schéma précédent peut être réduit à une seule branche, qui sera constituée d'un redresseur et d'un filtre passe-bas pour donner une bonne approximation de  $F(\omega, t)$ .



### III.2.3) Principe de réalisation d'un vocodeur à canaux

Le vocodeur est composé de deux parties principales; L'analyseur et le synthétiseur.

Pour ce qui concerne l'analyseur, celui-ci comprend:

- Un banc de filtres analogiques, qui réalise l'analyse spectrale que l'on a précédemment détaillé. Le domaine de fréquences analysé est situé entre 200 Hz et 7000 Hz, tandis que le nombre de voies varie entre 4 et 96.

- Un détecteur de mélodie (ou de pitch). Celui-ci a pour rôle la mesure de la fréquence fondamentale des sons.

- Un détecteur de voisement, qui a pour rôle d'indiquer si le message est voisé ou non.

Le synthétiseur est destiné à reproduire la parole des signaux déduit de l'analyse du message.

La synthèse à canaux consiste à exciter un banc de filtres similaire à celui d'analyse par signal (impulsions périodiques ou bruit blanc) selon que les sons sont voisés ou non; on dose l'énergie dans chaque canal en fonction de celle observée dans le même canal de l'analyse; enfin on fait correspondre la fréquence des impulsions à celle de la mélodie.

Le signal de sortie est obtenu par addition des sorties des filtres de synthèse. (cf. Fig 10)

### III-2-4 Etude qualitative du banc de filtres réalisé

Le banc de filtres réalisé comprend 14 canaux répartis sur une bande de fréquence de 200 HZ à 3400 HZ suivant l'échelonnement de MEL.

chaque canal comprend :

- un filtre passe bande qui a comme reponse impulsionnelle la fenêtre de Hamming ; le choix de cette fenêtre revient a éliminer (ou diminuer) le niveau des lobes secondaires.

- un redresseur

- un filtre passe-bas à 50 HZ.

- deux multiplexeurs 1 parmi 8
- un convertisseur analogique numérique

L'étude de la carte réalisée nous a permis de détecter des erreurs qui ne permettent pas au banc de filtres de fonctionner. la première erreur consiste à l'affectation d'une ligne de contrôle CA1 en sortie, ce qui est impossible avec cette ligne.

La deuxième erreur se situe au niveau du programme assembleur qui fait l'acquisition et le stockage. Ce programme élimine les passages par zéros sans tenir compte de l'ordre des canaux.

D'ou il y aura mélange des données lors du stockage.

### III-3- Les liaisons informatiques

#### *III-3-1- Introduction*

Que ce soit pour échanger des informations ou des programmes, les ordinateurs ont besoin de communiquer.

cela se fait généralement suivant des modes différents :

- mode parallèle
- mode serie

#### *III-3-2- La liaison parallèle*

Tous les ordinateurs et micro-ordinateurs travaillent sur des données constituées par un assemblage de 8, 16 ou 32 bits et même 64 bits.

Pour que deux équipements informatiques échangent des informations, il suffit qu'ils puissent échanger des mots de 8 bits et la solution consiste à véhiculer les 8 bits sur 8 fils différents ; une telle liaison est appelée liaison parallèle car elle fait appel à N files utilisés en parallèle.

Pour qu'une telle liaison puisse fonctionner, il faut véhiculer aux moins deux files de plus qui servent au dialogue. L'un permet de signaler que l'émetteur vient de placer un mot sur les 8 fils tandis que l'autre indique que le récepteur a bien pris en compte ce dernier. Si une telle liaison doit être bidirectionnelle, les deux fils de dialogue doivent être doublés.

### **a- Les avantages de la liaison parallèle**

Cette liaison est plus simple et rapide et plus utilisée pour de courtes distances. Son domaine d'emploi favori est celui de la connexion d'imprimantes à des micro-ordinateurs. On dit alors qu'on utilise une liaison parallèle 8 bits ou encore une liaison "Centronics" du nom célèbre fabricant d'imprimantes qui le premier utilisa ce type de liaison sur les machines.

### **b- Les inconvénients de la liaison parallèle**

Cette liaison nécessite [8+2+1(masse)] fils dans le cas d'une liaison unidirectionnelle et [8+2+2+1(masse)] fils dans le cas d'une liaison bidirectionnelle.

Cela fait de gros câble chers et encombrants et le risque d'altérer une information augmente dans les mêmes proportions. Ce type de liaison ne se rencontre que pour des courtes distances.

### **c- Exemple de liaison parallèle**

#### **L'interface parallèle Centronics**

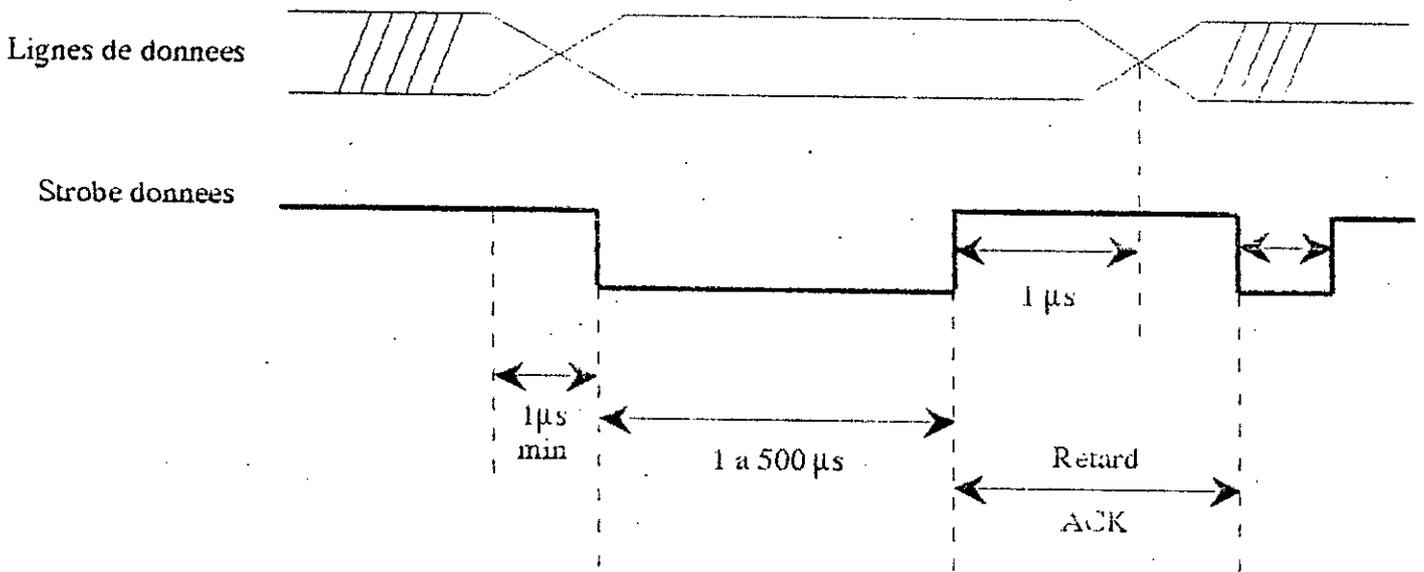
L'une des premières interfaces parallèles à être largement utilisée dans l'industrie est un protocole développé par Centronics. Constructeur d'imprimantes. L'interface possède huit lignes de données et trois lignes de signaux pour l'asservissement strobe donnée, réponse et pas libre.

\* Le signal strobe donnée (Data strobe) est un signal venant de l'ordinateur et indiquant aux périphériques que les lignes de données portent des informations avant l'émission de Strobe de données en logique négative. Les données doivent rester valable pendant au moins une microseconde après disparition du strobe données. La durée du signal Strobe données peut être comprise entre 1 et 500 microsecondes.

#### **\* Le signal Réponse (Acknowledge)**

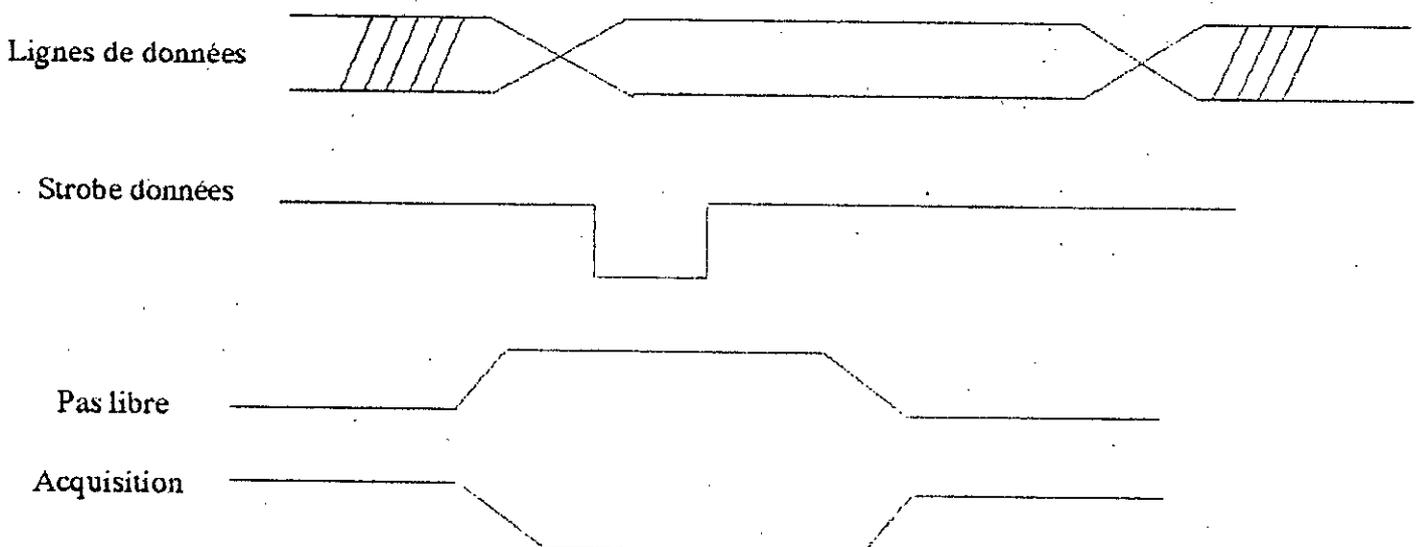
Sur les imprimantes Centronics, le retard entre la disparition du Strobe, données et l'apparition de l'Acknowledge est de l'ordre de 2,5 à 10 microsecondes. A knowledge est émis pendant une durée de 2,5 à 5 microsecondes: Ces durées présupposent que le transfert de données est "normal".

L'organigramme suivant récapitule un petit peu ce qu'on vient de dire à propos de ces deux signaux.



\* le signal pas libre (busy)

La séquence représentée ci-dessus est appelée par centronics "chronogramme d'entrée de données normal". Sur les imprimantes centronics, il se produit des transferts normaux lorsque l'imprimante est entrain de remplir un tampon de ligne et n'est pas en train d'effectuer une impression ou une autre opération spéciale. Si tel est le cas il apparait un état "pas libre". L'état pas libre apparait lorsque l'imprimante recoit l'ordre d'imprimer la ligne se trouvant dans son tampon ligne (retour chariot) ou lorsque l'inter-face envoie un caractère de tabulation, d'avance page, d'avance ligne, d'annulation de sonnerie, de sélection ou désélection. A la réception de l'un de ces caractères, l'imprimante doit effectuer une opération mécanique qui prend un temps bien supérieur à quelques microsecondes, dans ces conditions, l'asservissement passe au "chronogramme d'état pas libre".



Le mécanisme d'asservissement pendant la condition pas libre fait intervenir la ligne (busy) après la disparition de strobe données. C'est Busy qui apparaît au lieu de Acknowledge; Ce signal indique que le périphérique n'est pas libre et ne terminera pas le cycle d'asservissement avant un certain temps.

Les imprimantes Centronics restent "pas libres" pendant des durées allant de 2 à plus de 300 millisecondes. Quelques temps après la disparition de "Busy", le périphérique émet le signal Acknowledge en logique négative: Le retard n'est que de quelques microsecondes. Notez que le chronogramme d'état "pas libre" se termine avec la disparition de Acknowledge tout comme le chronogramme normal.

### *III-3-3 Les liaisons séries*

#### **a) Définition**

Pour réduire le nombre de fils utiles à une liaison informatique, il n'existe qu'une seule solution: Celle de la liaison série.

Cette liaison est le moyen de connexion le plus pratiqué pour relier deux équipements informatiques sur des distances autant soit peu importantes.

L'idée de la liaison série repose sur le principe suivant:

Puisque l'on ne peut pas transmettre les huit bits d'information simultanément, étant donné que cela occupe huit (08) fils, il suffit de les transmettre les uns derrière les autres sur un seul et même fil.

Techniquement, la mise en oeuvre d'une telle idée est relativement simple et fait appel à un registre à décalage à l'émission et un autre registre à décalage à la réception en tous points analogue au précédent et fait appel aussi à une horloge de transmission dont la fréquence doit bien évidemment être que celle utilisée coté réception.

Par rapport à une liaison parallèle, cette liaison permet de gagner sur le nombre de fils puisque deux seulement sont utiles ici, le fil du signal et le fil de masse. Si la liaison doit être bidirectionnelle, il suffit alors d'utiliser cinq fils, deux de données (un pour chaque sens), deux de dialogue et un fil de masse le gain est appréciable, surtout sur de grandes distances.

#### **b) Les différents protocoles séries**

Pour interpréter correctement un message binaire transmis en série, il ne suffit pas que le récepteur puisse lire correctement la valeur de chaque bit.

Il faut "convenir" entre le receveur et l'emetteur une procédure permettant d'identifier le début et la fin d'un caractère ou éventuellement d'un message.

Une telle convention est appelée **PROTOCOLE DE COMMUNICATION SERIE.**

Il en existe deux grandes catégories:

- La transmission synchrone
- La transmission asynchrone

b-1) Protocole synchrone

Il consiste à servir les données séries au signal d'horloge.

Du moment que la vitesse a été fixé, le dispositif émetteur doit transmettre un bit à chaque impulsion d'horloge, d'autre part le receveur doit échantillonner le bit à chaque impulsion d'horloge égale à la vitesse de transmission.

Un protocole synchrone doit encore:

- fixer la longueur d'u mot (ou caractère); un mot peut contenir (5,6,7,8) bits.
- permettre au receveur de se synchroniser; un message doit débiter par un ou plusieurs caractères spéciaux dits caractères de synchronisation (SYNC) Ainsi en transmission synchrone, l'émission une fois commencée est continue.

L'émetteur comble les pauses éventuelles d'un message par l'envoi d'un

SYNC	SYNC	SYNC	INFORMATION	SYNC	SYNC	INFORMATION	SYNC
------	------	------	-------------	------	------	-------------	------

ou de plusieurs caractères (SYNC) permettant au receveur de rester synchronisé.

Ce synchronisme obligatoire a fait baptiser ces liaisons séries

"Liaisons séries synchrones".

b-2) Protocole asynchrone

L'idée de la liaison série asynchrone reste la même sous celle de la

liaison série synchrone, de ce fait il existe à l'émission et à la réception deux horloges qui doivent fonctionner à la même fréquence; par contre ces fréquences peuvent différer de quelques pour cent(%) et surtout les horloges n'ont pas besoin d'être synchronisées.

Dans la transmission asynchrone, le transfert de données se fait mot par mot (un mot peut être codé sur 5,6,7,8 bits).

Entre deux mots, la ligne peut être au repos, si elle l'est, son état général est haut, lorsqu'un émetteur envoie un caractère, il le fait précéder par un bit de START marquant le début de la transmission et mettant la ligne précédente à l'état bas.

A ce niveau, le receveur se synchronise sur le signal reçu au milieu de sa durée théorique possible.

La durée du bit détermine la cadence maximale à laquelle les caractères peuvent être transmis et définit ainsi la fréquence à laquelle fonctionne une interface.

Ces fréquences sont normalisées 60, 75, 110, 150, 300, 600, 1200, 3600, 4800, 9600, 15200 .....

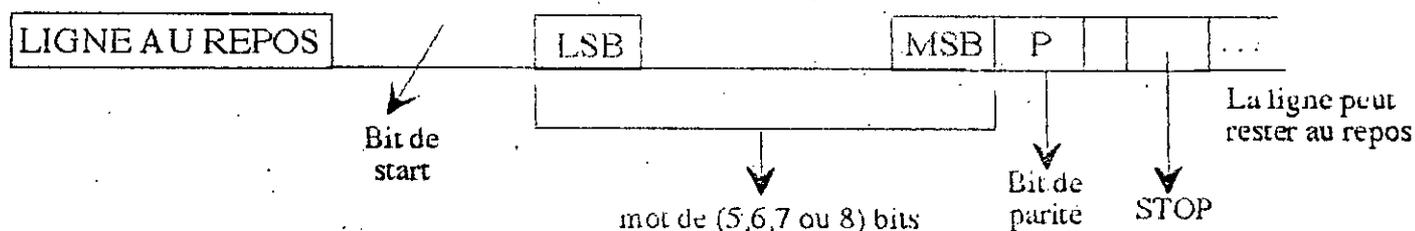
A la suite des bits de données, il peut y avoir un bit de parité qui est utilisé pour la détection des erreurs. Si une impulsion de bruit affecte la ligne à un instant défavorable, un bit peut être mal lu à la réception.

Le contrôle de parité se fait par convention entre l'émetteur et le receveur en optant pour un mode de contrôle qui peut être pair, impair ou néant:

EVEN ODD NONE

Les derniers bits à être envoyés sont les bits de "STOP" qui informent le receveur que le caractère est fini pour se préparer au prochain.

Le format d'un message asynchrone est le suivant:



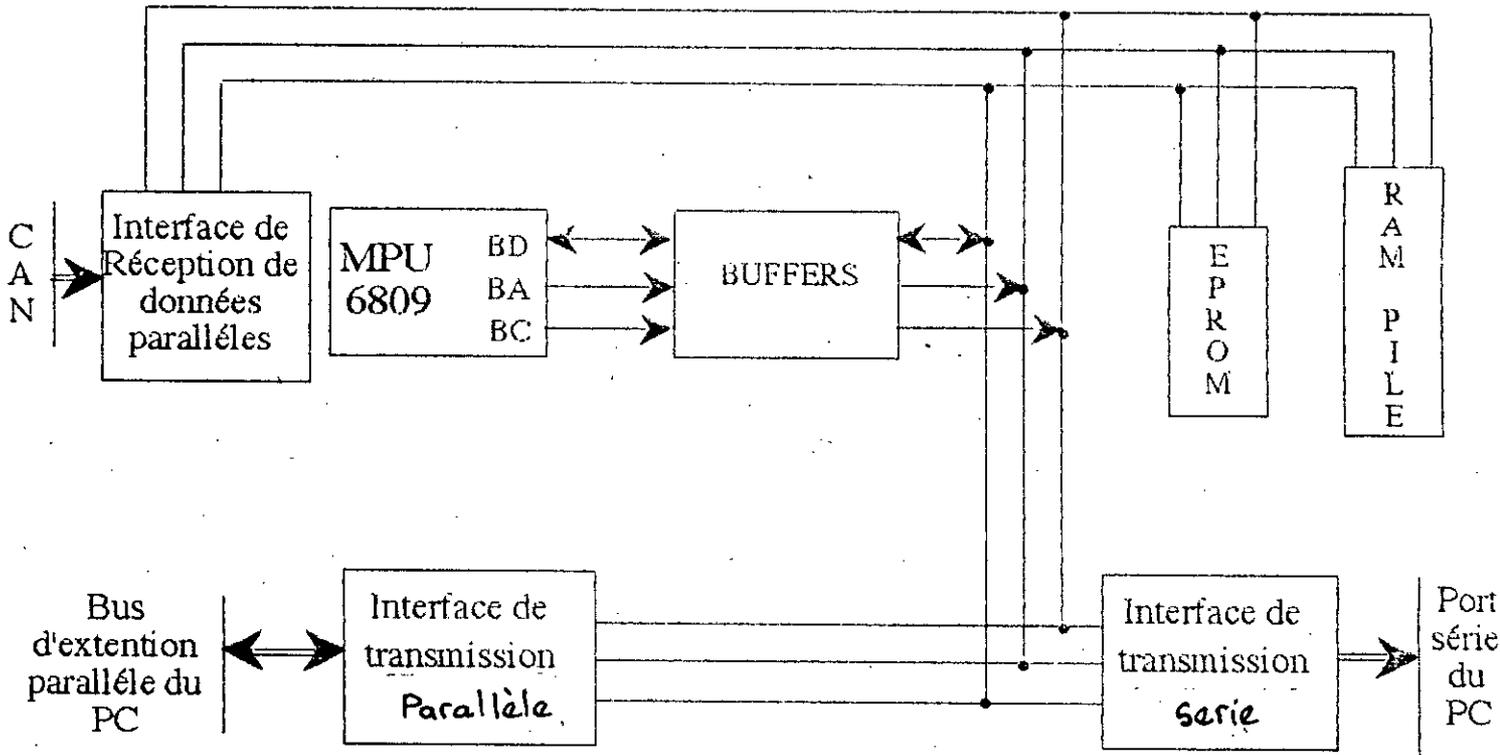
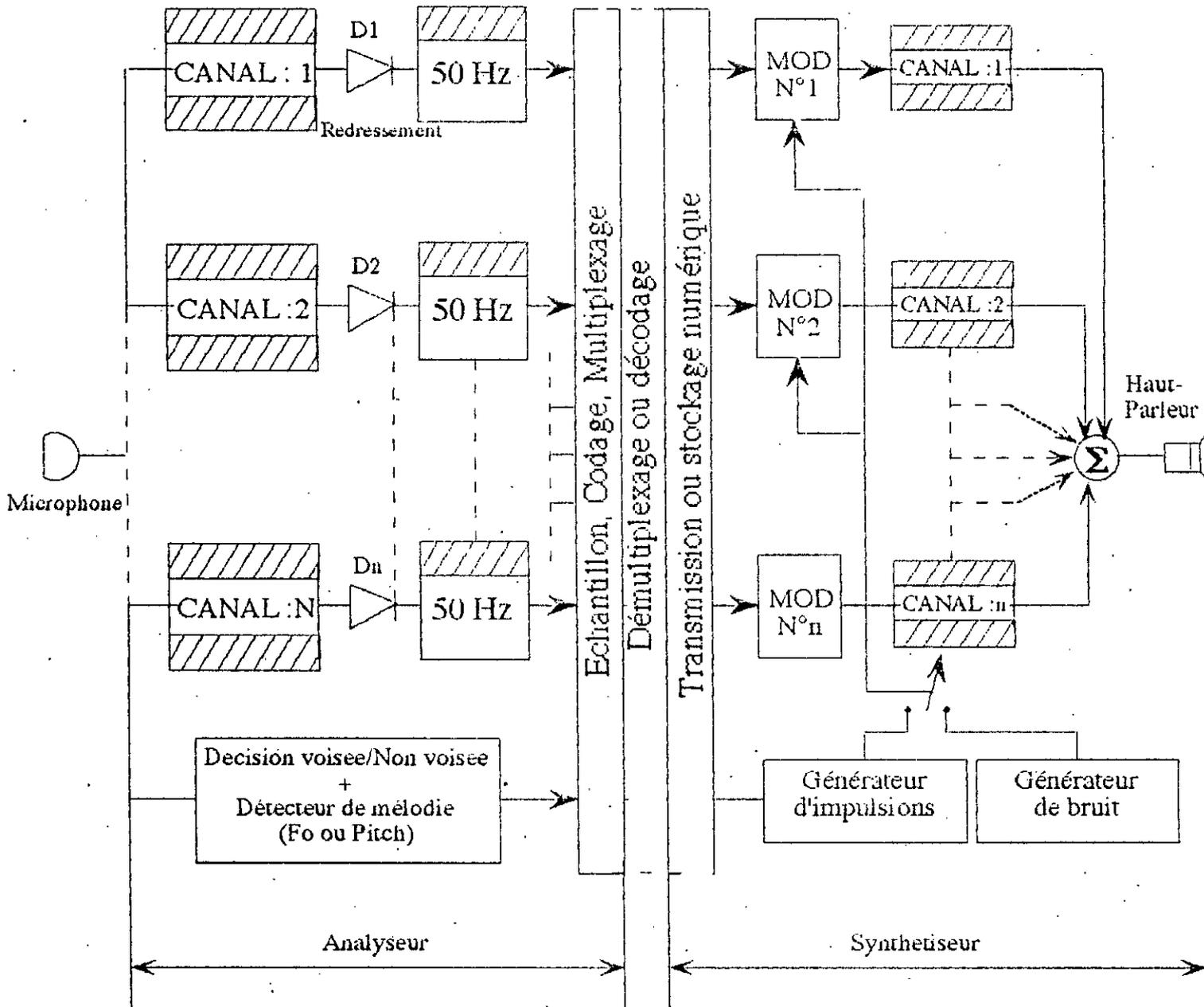


Fig: 9bis **SCHEMA SYNOPTIQUE**



**Fig. 7 Schéma de principe d'un vocodeur à canaux**

# Chapitre 4

## Etude des circuits utilisés

## IV-1 ) Microprocesseur mc 6809

### IV-1-1) DEFINITION

Le microprocesseur MC "6809 est un 8 bits réalisé en technologie "NMOS" ; il est diffusé Par la société "motorola depuis,1978/1979; il constitue pour l'utilisateur une amélioration du "mc 6800 dans le sens d'une évolution vers un produit plus puissant "motorola distribue deux modèles de ce microprocesseur,et sont fonctionnellement identiques,chacun d'eux est présente dans boîtier standard de 40 broches.

Le "mc6809 contient un générateur d'horloge interne pilote de l'extérieur par un quartz dont la fréquence est divisé par quatre .on trouve trois version de ce modèle:mc 6809 (1MHz),MC 68A09 (1.5 MHz), 2 MHz) nécessitant respectivement un quartz de 4 MHz, 6 MHz, et 8 MHz.

Le MC 6809E ne dispose pas d'un oscillateur interne,il doit être commandé par une horloge externe biphase. IL est également disponible en trois versions:MC 6809E (1 MHz), MC 68A09E (1.5 MHz) etMC 68B09E (2 MHz).

Chaque microprocesseur est alimenté par une source électrique continue de 5 volts.

Les signaux électriques externes du microprocesseur 6809 sont compatibles TTL et les caractéristiques de ces bus externes sont assez semblables à celles du MC 6800. IL est ainsi possible, d'utiliser aisément les circuits associés à la famille 6800.

Le 6809 offre en effet bien des caractéristiques que l'on ne retrouve pas sur les 8 bits classiques. L'adressage direct par page, des opérations d'accès avec post-incrementation ou pré-décrementation d'index, la possibilité de translation de programmes.

Le 6809 dispose d'un opérateur câblé de multiplication 8 bits et il réalise des opérations sur des mots de 16 bits bien qu'il dispose d'un jeu d'instructions classique ( 59 type différents, contre 72 au 6800), il comprend 268 codes opérations auxquels sont associés divers modes d'adressage.

Le 6809 présente une capacité où un espace d'adressage de 64 Ko; cet espace peut être géré en adressage continu ou en adressage par page mémoire ( 256 pages de 256 octets).

En associant au 6809 un circuit spécifique le MMU 6829 (Management Memory Unit ) qui est un circuit de gestion mémoire,

l'adressage est alors porté à 2 millions d'octets.

#### IV-1-2) ORGANISATION INTERNE DU 6809

##### A) Description des signaux (ligne) du 6809

**1- Alimentation** : Le boîtier est alimenté par une tension 5 volts.

**2- Bus de données D0-D7** : C'est un bus bidirectionnel chaque broche peut piloter une charge TTL plus 8 circuits de la famille 6800. Les Drivers de bus sont en logique trois états.

**3- Bus d'adresses A0-A15** : C'est un bus unidirectionnel, chaque broche peut piloter une charge TTL plus 8 circuits de la famille 6800. Les Drivers de bus sont en logique trois états.

**4- Bus de contrôle** : C'est un bus de 10 bits pour le 6809 et 12 bits pour le 6809E.

a) R/W = 1 : le microprocesseur est en lecture.

R/W = 0 : le microprocesseur est en écriture. cette broche est en logique trois états.

b) Lignes d'états du bus:

signal de disponibilité du bus (BA : Bus Available).

signal de l'état du bus (BS : Bus State).

c) Arrêt du microprocesseur (halt):

Cette entrée permet d'interrompre le déroulement d'un programme de façon HARD WARE. Le microprocesseur stop l'instruction en cours puis positionne BA et BS à 0.1, il n'y a pas de perte d'information. Le processeur reprend la suite du programme dès que la broche HALT est au niveau haut.

Tant que le processeur est à l'arrêt:

- Les demandes d'interruption IRQ et FIRQ sont inhibés.
- Les demandes d'accès direct mémoire sont autorisées
- Les demandes d'interruption prioritaire RESET et NMI sont prises en compte, mais leur traitement est différé.

Les horloges fonctionnent normalement.

d) Intitialisation en RESET

Un niveau bas sur cette entrée entraîne une réinitialisation complète du

processeur:

L'instruction en cours est arrêtée.

Le registre de page est mis à zéro.

Les interruptiopsn IRQ et FIRQ sont masquées.

L'interruption non masquable NMI est désarmée.

e) Broche d'interruption NMI, FIRQ, et IRQ:

La broche NMI: Cette entrée est activée sur un front descendant. Elle ne peut être masquée par logiciel. Après une séquence d'initialisation, cette broché est validée par un chargement du pointeur de piles.

Les broches FIRQ et IRQ: Ces deux entrées sont activées à des niveaux bas, elles sont masquées ou validées par logiciel;

f) MRDY: entrée de ralentissement de l'horloge

g) DMA/BREQ : Lignes activées au niveau bas, permettant de libérer les bus pour faire de l'accès direct mémoire ou du rafraîchissement de mémoire.

h) Les signaux d'horloge:

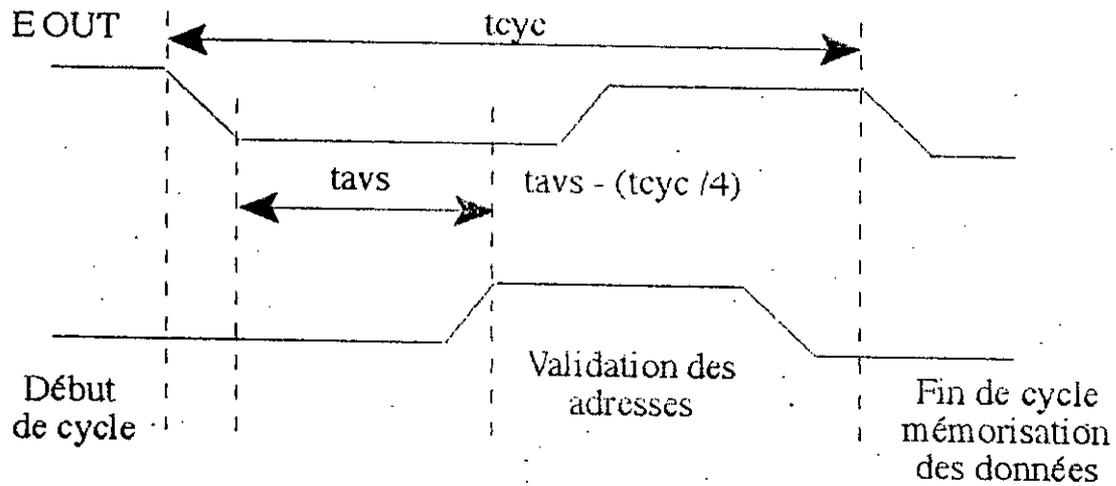
EXTAL et XTAL: Entrées de connexion d'un quartz externe, où la fréquence externe est 4 fois la fréquence bus.

-Sorties d'horloge:

\* E OUT: Signal horloge du système dont la fréquence est celle de base du processeur.

\*\* Q OUT: Signal d'horloge en quadrature avec E.

Les adresses du MPU sont correctes à partir d'un front montant de Q. Les données sont mémorisées sur un front descendant de EOUT (cf figure ).



	$t_{cyt}$	$t_{avs}$
MC 6809	1 $\mu$ s	250ns
MC 6809	0,66 $\mu$ s	165ns
MC 6809	0,5 $\mu$ s	125ns

### B) Architecture interne du 6809

Le MPU 6809 comporte 9 registres internes:

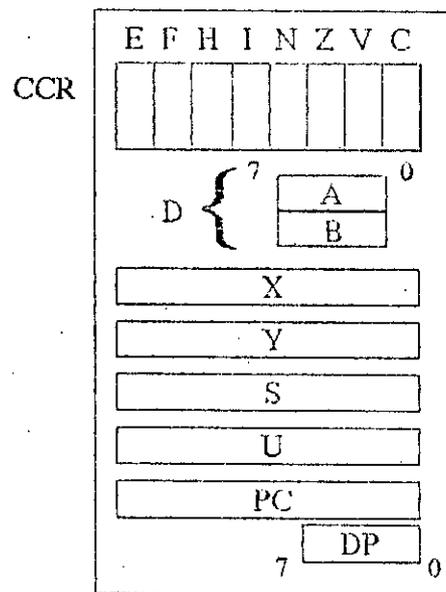
Accumulateur 8 bits A et B.

L'accumulateur D est le résultat de la concaténation des deux accumulateurs A et B.

Deux registres d'index X et Y (16 bits).

Un compteur programme PC(16 bits).

Un registre de pages GP (8bits)



Un registre codes condition CCR 8 bits ( cf figure ).

### C) Différents modes d'adressage du 6809:

- Adressage inhérent.

// immédiat.

// direct.

// étendu.

// étendu indirect.

// relatif court.

// // long.

// indexé.

// // indirect.

### D) Le fonctionnement en interruptions

Le CPU dans son environnement est destiné à traiter les informations en "temps réel". L'application est couplée au monde extérieur par l'échange fréquent de messages et de signaux à des instants non prévus.

Pour répondre aux sollicitations de l'environnement extérieur, le 6809 possède 3 lignes d'entrées d'interruption matérielles.

NMI, FIRQ, et IRQ : il possède aussi 3 types d'interruptions logicielles: SWI, SWI2, et SWI3. Il possède également 2 instructions lui permettant de se

mettre en attente ou de se synchroniser: CWAY ( attente d'interruption ) et SYNC ( attente d'une synchronisation externe ). La priorité de ces interruptions est liée à la structure Hard Ware du CPU.

Dans un but de rapidité et de simplicité de traitement lors d'une interruption, le processeur se positionne automatiquement à une adresse mémoire dont le contenu représente l'adresse du programme de traitement d'interruption approprié. ces adresses correspondent aux vecteurs d'interruption se trouvant tout en haut de la zone mémoire adressable par le MPU.

## IV-2) L'INTERFACE SERIE PROGRAMMABLE (ACIA)

### IV-2-1) DEFINITION

L'ACIA 6850 ( Asynchronous Communication Interface Adapted ) permet de réaliser la liaison série entre le 6809 et ses périphériques.

Vu du logiciel, ce boîtier se présente comme 4 registres qui ne sont rien d'autres que des adresses mémoires dans lesquelles on peut lire. Un registre sert au contrôle du circuit et permet d'en définir les modes de fonctionnement, un autre est le registre d'état il indique ce qui se passe au niveau du circuit, et enfin 2 autres registres servant, l'un à placer le caractère à émettre, l'autre à venir lire le caractère reçu.

Rappelons que les caractères émis et reçus sont des mots de 8 bits où n'apparaît ni bit stop ni bit start, c'est l'ACIA qui se charge de leur mise en place et de leur enlèvement.



### IV-2-3) ORGANISATION EXTERNE

L'ACIA se presente sous forme d'un boitier de 24 broches mono tension (5 volt).

#### **A) Liaisons avec le microprocesseur**

- Bus de données: D0-D7 ces huit lignes bi-directionnelles assurent l'echange des données entre le microprocesseur et L'ACIA.

- Bus d'adresses: CS0,CS1,CS2,(Chip Select Line); Ces trois entrées permettent de selectionner le boitier CS0,CS1,CS2=110 .

RS (Registre Select Line) : pour selectionner les registre internes).

Bus de control: E (Enable line) signal d'activation des echanges ; R/W (Read/Write) lecture-écriture ; IRQ (Interrupt Request Line) reliées à IRQ, FIRQ, ou NMI du 6809 cette sortie permet d'interrompre le microprocesseur .

#### **B) Liaisons avec la peripherie**

##### Lignes de transfert:

-TXD (Transmitted Data Line) assure la transmission des données en serie vers le PC.

- RXD (Receive Data Line) Cette entrée receptionne les données series en provenance du PC .

##### Lignes de controle:

- RTS (Request To Send) sortie demande d'émission.

- CTS (Clear To Send) entrée inhibition de l'emetteur.

- DCD (Data Carrier Detect) entrée perte de la porteuse de données.

##### Lignes d'horloges:

-TCK (Transmit Clock) entrée horloge de transmission .

-RCK (Receive Clock) entrée horloge de reception

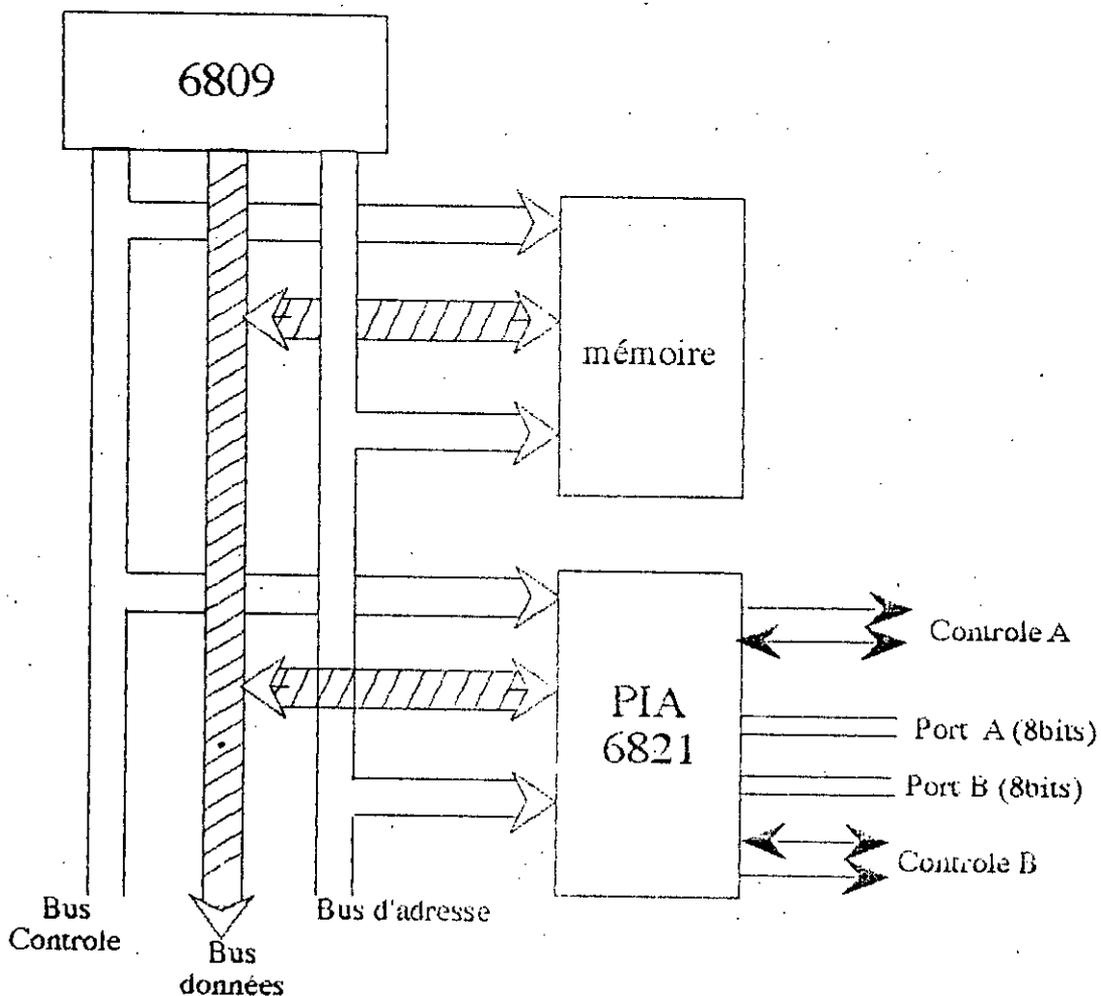
#### IV-2-4) ADRESSAGE DE L'ACIA

BUS MPU	A15 A1 Logique de décodage			A0	R/W	Registre sélectionné
	CS0	CS1	CS2			
ADR	1	1	0	0	0	Ecriture du registre de controle
ADR	1	1	0	0	1	Lecture du registre d'état SR
ADR + 1	1	1	0	1	0	Ecriture dans le registre de transmission
ADR + 1	1	1	0	1	1	Lecture de registre de reception

### IV-3) L'INTERFACE PARALLELE (PIA)

#### IV-3-1) DEFINITION

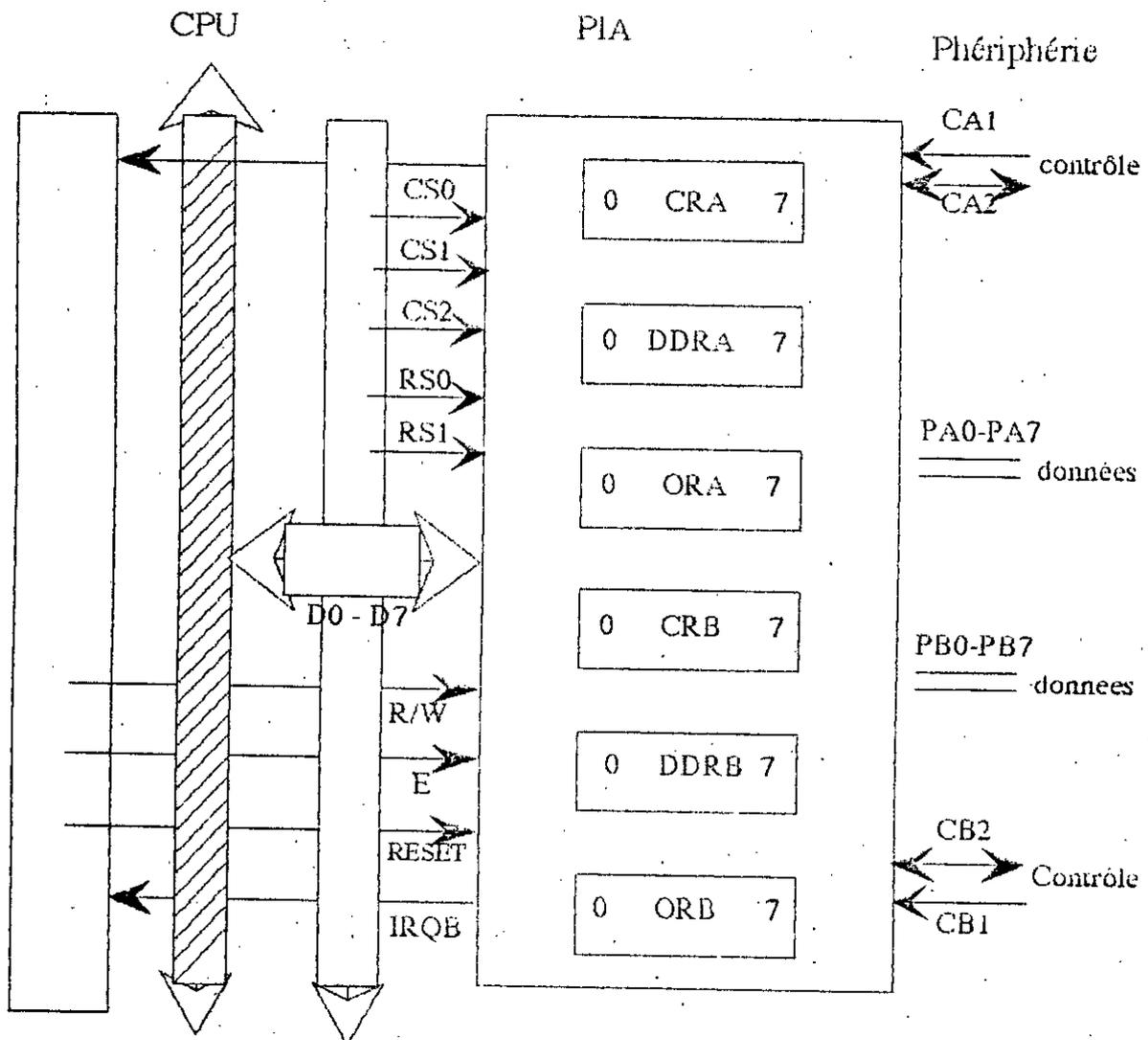
Le PIA 6821 (Peripheral Interface Adapter) permet de realiser la liaison parallele entre le microprocesseur 6809 et ses peripheriques, il communique avec le microprocesseur par l'intermediaire des bus de données (8 bits), d'adresses (16 bits) et de controle. Les dialogues avec la peripherie sont assurées par deux bus 8 bits bidirectionnels, quatre broches de controle assurent la synchronisation des transferts. La programmation interne du PIA est fonction du peripherique connecté. ( cf figure ).



Le PIA dans une structure 6809

### IV-3-2) ORGANISATION INTERNE ET EXTERNE DU PIA:

Le PIA est un circuit divisé en deux parties A et B chacune des parties possède un port 8 bits bidirectionnels et deux lignes de contrôle du dialogue avec la peripherie ainsi que trois registres internes 8 bits à lecture et écriture (cf figure ).



"Organisation interne et externe du PIA"

#### IV-3-2-1) Organisation Interne:

\*CRA-CRB (Control Register A et B): ces deux registres internes 8 bits contiennent les paramètres de fonctionnement ( 6 bits ) accessibles en lecture et écriture et les indicateurs d'état (2bits), accessibles en lecture.

\*DDRA-DDRB (Data Direction Register A et B):

Le rôle de ces registres (8 bits) à lecture et écriture est de définir le sens de travail de chacune des lignes composant les ports A et B.

\*ORA-ORB (Output Register A et B):

Ces registres permettent de mémoriser une donnée en sortie lors d'une écriture. Les données présentes sur les ports A et B sont prises en compte par une lecture de ORA ou ORB mais ne sont pas mémorisées dans ces registres.

#### IV-3-2-2) Organisation externe:

Le PIA se présente sous forme d'un boîtier Dil, 40 broches mono-tension (0-5v).

##### **A) Liaisons avec le microprocesseur:**

\*Bus de données D0...D7: 8 lignes bidirectionnelles

\*Bus d'adresses :

CS0,CS1,CS2 (Chip Select Line) Ces trois entrées permettent de sélectionner le boîtier PIA (CS1,CS0,CS2=110)

RS0,RS1 (Registre select Line) Les quatre combinaisons de ces deux lignes permettent de sélectionner les registres internes.

\*Bus de contrôle:

E : Signal d'activation.

RESET : Initialisation du PIA ; Les registres internes sont mis à zéro.

R/W: lecture écriture

IRQA,IRQB : Reliés à IRQ,FIRQ,ou NMI du CPU, ces lignes permettent d'interrompre l'exécution du programme.

##### **B) Liaisons avec la périphérie:**

\*Lignes de transfert:

PA0...PA7 : Ces 8 broches permettent de transmettre ou recevoir un mot de 8 bits, suivant la programmation du DDRA.

PB0...PB7 : Même que la partie A sauf que ces lignes sont en logique trois états.

Lignes de dialogues :

CA1-CB1 : Ces deux entrées associées respectivement aux parties A et B sont programmées en entrées seulement, elles positionnent un drapeau d'interruption.

CA2, associée à la partie A du PIA, peut être programmée en entrée ou en sortie. Elle positionne en entrée un drapeau d'interruption.

CB2, associée à la partie B du PIA, peut être programmée en entrée ou en

sortie .Elle positionne en entrée,un drapeau d'interruption,contrairement à CA2,en sortie,elle peut servir de source de courant (1 mA sous 1,5v).

Bus d'adresses		MPU	A15 A2			A1	A0	CRA	CRB	Adresses
			Logique de decodage							
		PIA	CS0	CS1	CS2	RS1	RS0			
R E S E T E R I E	A		CRA	1	1	0	0	1	--	--
		DDRA	1	1	0	0	0	0	--	ADR
		ORA	1	1	0	0	0	1	--	ADR
	B	CRB	1	1	0	1	1	--	--	ADR+3
		DDRB	1	1	0	1	0	--	0	ADR+2
		ORB	1	1	0	1	0	--	1	ADR+2

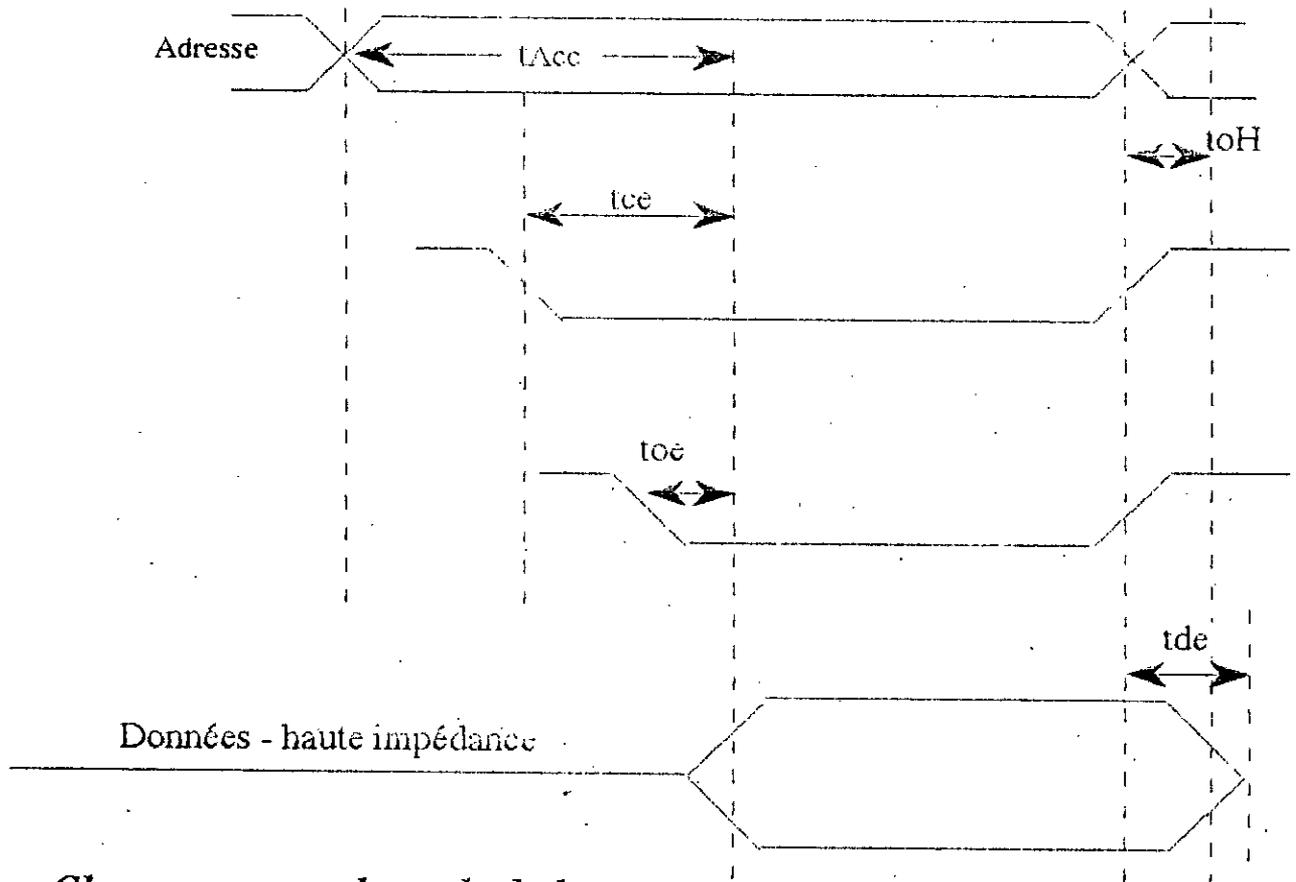
#### IV-3-3) ADRESSAGE DU PIA

Les lignes A2-A15 sont reliées à une logique de décodage qui détermine l'adresse de base du PIA en selectionnant le boitier.les lignes A0-A1 sont respectivement connectées aux lignes selection de registre interne . L'occupation memoire du PIA se situe aux adresses ADR,ADR+1,ADR+2,et ADR+3.

#### IV-4) L'EPROM

Dans cette mémoire une charge électrique stockée dans une cellule isolée représente un bit d'information. Injectée lors d'un cycle de programmation avec des tensions élevées,cette charge demeure en permanence,même en l'absence d'alimentation.Le contenu du boitier s'efface par exposition à une lampe émettant des rayons ultra-violets qui traversent une fenêtre à quartz située sur le dessus du boitier,laissant visible la partie active et dispersant les electrons stockés lors de la phase de programmation. Le boitier est alors réutilisable; Ces mémoires ont une structure matricielle avec des lignes et des colonnes sélectionnées par les poids forts et faibles respectivement. Les EPROM utilisent la technologie CMOS,peu rapide mais permettant des densités d'integration importante.

Cycle de lecture:Le cycle de lecture, correspond à l'usage permanent de la mémoire une fois programmée .On définit des temps d'accès depuis



### *Chronogramme du cycle de lecture*

l'adresse et depuis les validations  $\overline{OE}$  et  $\overline{CE}$  (cf figure )

### IV-5) LA RAM

Dans la RAM statique, chaque bit n'est autre qu'une bascule qui peut prendre les états 0 et 1. Ces mémoires conservent leur contenu aussi longtemps que les tensions d'alimentations sont appliquées. Elles sont conçues en technologie MOS ou bipolaire. Par contre, la cellule MOS de mémoire dynamique n'est pas conçue comme une bascule. La capacité d'entrée du transistor sert de cellule de stockage de l'information, elle range la donnée binaire en conservant sa charge pendant quelques ms. Au bout de ce temps, les données doivent être rafraîchies, leur intérêt réside dans une plus grande densité d'intégration due à la simplicité de la cellule de mémorisation.

#### IV - 6) LES BUFFERS :

-Le 74 Ls 541 : C'est un amplificateur unidirectionnel à trois états, la donnée en entrée est transmise en sortie si  $G1=G2=0$ ; Sinon, la sortie est à l'état haute impédance. Quelque soit l'entrée.

Ce registre est utilisé pour amplifier les lignes d'adresse, la ligne de contrôle R/W et le signal horloge E.

Ce buffer peut attaquer 24 circuits TTL puisqu'il peut fournir en sortie 24 mA. Un circuit TTL ne consomme qu'un seul.

Il est également utilisé pour la réception du mot de commande.

Le 74 LS 245 : C'est un amplificateur bidirectionnel qui sert à Amplifier les lignes de données.

#### IV - 7) LE CONVERTISSEUR DE NIVEAU

C'est un convertisseur de type Max 238 qui permet de convertir les signaux TTL en signaux RS 232C ou l'inverse.

Le principal avantage de ce circuit est qu'il n'est alimenté que par une seule tension de 5 Volts.

#### IV - 8) CONNECTEURS SÉRIES

Sur le PC la liaison série synchrone est assurée par une carte d'interface pouvant fonctionner en mode RS232C qui est l'une des méthodes de transmission série réalisée par l'avis CCITT (Comité Consultatif International Telegraphique et Telephonique).

Egalement comme sous la référence RS232C utilisant un niveau de tension pour transmettre les informations: un état zéro est transmis par une impulsion positive (+12 v) tandis qu'un état un est transmis par une impulsion négative.

La conversion des signaux TTL disponibles en sortie des circuit de communication série en signaux RS232C est assurée par le circuit de conversion de niveau "MAX 238".

Toutes les lignes de la RS232C sont présentées avec leurs appellations officielles en régime ci-dessous conjointement au brochage du connecteur utilisé et qui possède 25/9 broches, imposé lui aussi par la norme.

BROCHE	NOM	FONCTION
1	FG	Frame Ground (masse châssis)
2	TD	Transit Data (émission de données)
3	RD	Receive Data (réception de données)
4	RTS	Request to send (demande d'émission)
5	CTS	Clear to Send
6	DSR	Data Set Ready (émetteur prêt)
7	SG	Signal Ground (masse des signaux)
8	DCD	Data Carrier Detec ( Détection de porteuse)
9	--	
10	--	
11	--	
12	(S) DCP	Secondary DCD (DCD secondaire)
13	(S) CTS	Secondary CTS (CTS secondaire)
14	(S) TD	Secondary TD (TD secondaire)
15	TC	Transmit Clock ( horloge d'émission)
16	(S)RD	Secondary RD (RD secondaire)
17	RC	Receive Clock (horloge de réception)
18	--	
19	(S) RTS	Secondary RTS (RTS secondaire)
20	DTR	Data Terminal Ready (terminal prêt)
21	SQ	Signal Quality (qualité de signal)
22	RI	Ring Indicator (indicateur de sonnerie)
23	--	
24	ETC	Externat Transmit Clock (horloge d'émission externe)
25	--	

# Chapitre 5

## Etude materielle et logicielle de la carte

## V-1) INTRODUCTION

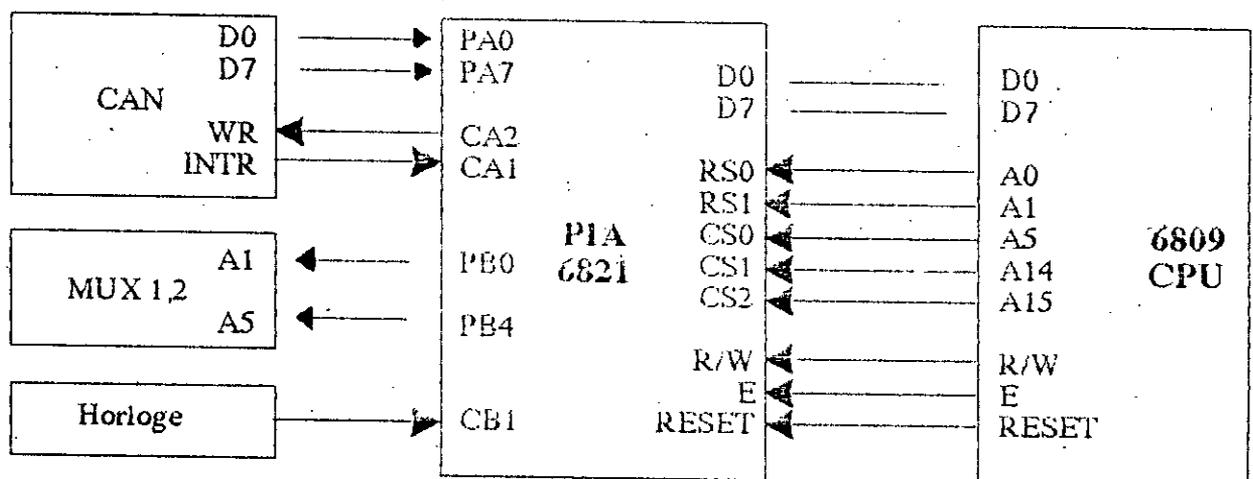
Le chapitre precedent decrit les differents circuits qui composent la carte. Ce chapitre les rassemble dans des blocs detaillants leur fonction ainsi que le schema electrique general de la carte, mettant en relief les liasons entre ces differents circuits. la carte comprend les composants principaux suivant :

- Un Microprocesseur 6809 qui gere la carte et les transferts.
- Un PIA 6821 qui fait la reception parallele.
- Un ACIA 6850 qui fait la transmission serie.
- Une RAM pile.
- Une EPROM qui contient le programme de gestion de la carte.
- Un convertisseur de niveaux de tension selon la norme RS-232.

## V-2) BLOC DE RECEPTION PARALELLE

### V-2-1) INTRODUCTION

Le signal parole etant lent, on a utilise un PIA 6821 pour la reception parallele. il faut savoir que pour des transferts rapides ce type de circuits peut creer des retards de plusieurs cycles horloges a cause de leur lenteur.



### V-2-2) PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

- le Port A est initialisé en entrée.
- le Port B est initialisé en sortie.

Sur un front descendant de l'horloge (NE-555) les échantillonneurs-

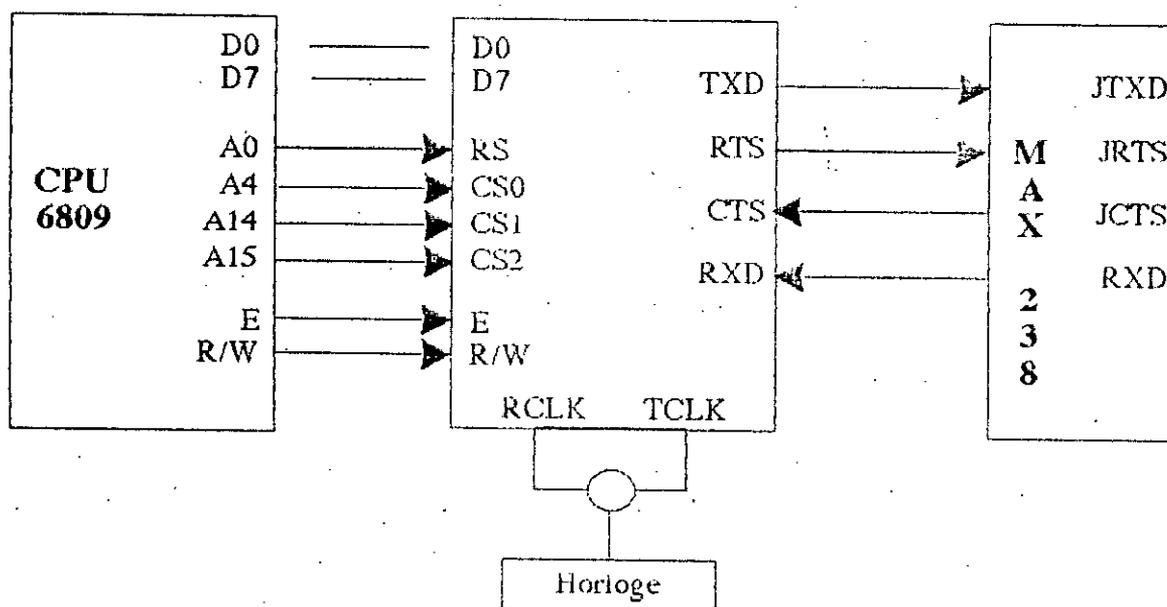
bloqueurs passent en phase de blocage. Ce même front descendant sera reçu sur la broche CB1 du PIA et déclenchera par programme la sélection des canaux, conversion et stockage de la donnée. L'ordre du début de conversion sera donné, en mode programmé, par CA2 qui est reliée à la broche WR du Convertisseur Analogique-Numerique (C.A.N).

Le passage au niveau bas de INTR du C.A.N reliée à CA2 du PIA indiquera la disponibilité de la donnée dans le port A. Le microprocesseur fait la lecture de cette donnée et continue le programme.

### V-3) BLOC DE TRANSMISSION SERIE

#### V-3-1) INTRODUCTION

Puisque le signal parole étant lent, vu que la liaison serie est universellement la plus utilisée en micro et mini-informatique e pour des raisons de simplicité, on a opté dans cette etude pour ce type de liason afin de transmettre les données series.



#### V-3-2) PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

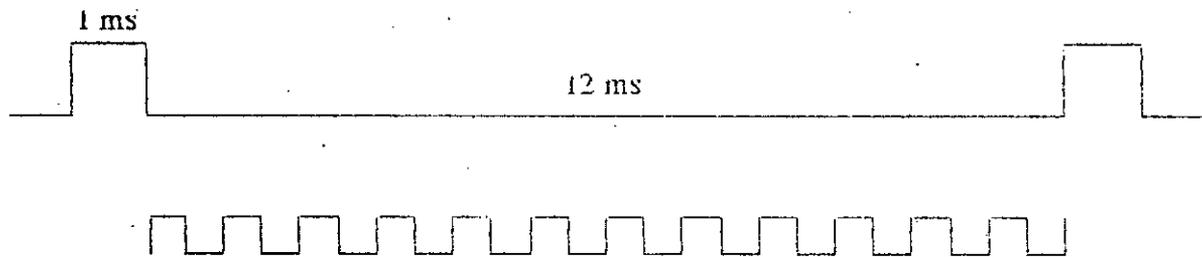
L'ACIA fonctionne en mode transmission. le microprocesseur dépose la donnée dans L'ACIA suivant le cycle d'écriture. cette donnée sera stockée dans le buffer de sortie, elle ne sera transmise que lorsque'une impulsion sera reçu sur l'entrée horloge de transmission ( TCLK ).

Tous les signaux sortant de L'ACIA vers le PC passent par un convertisseur de niveaux de tension qui les adaptent à la norme RS-232.

### horloge de transmission:

Reliée à la broché TCLK de l'ACiA, elle commande la cadence de transferts des échantillons de parole vers le PC donc de leur stockage. Elle est basée sur un circuit intégré NE555 générant un signal carré de fréquence

$$F=1/T = 14/13 \text{ khz}$$



valeurs des composants passifs :

$$R_a = 1 \text{ k}\Omega \quad C_a = 0,4 \text{ }\mu\text{f}$$

$$R_b = 1 \text{ k}\Omega \quad C_b = 0,4 \text{ }\mu\text{f}$$

la fréquence de l'horloge est normalisée a une fréquence (vitesse) utilisée par les PC donc on prend:

$$F = 1,2 \text{ KHz}$$

### V-4 ) BLOC D'AMPLIFICATION:

Comme chaque broche du microprocesseur ne peut piloter qu'une charge TTL et huit circuits de la même famille, ainsi que pour éviter de griller le microprocesseur en cas de defection d'un circuit quelconque on a utilisé des circuits amplificateurs de courant. Pour amplifier le bus de données, on a utilisé un buffer bidirectionnel le 74LS245. il delivre à sa sortie 24 mA et ne consomme qu'un seul; il peut donc adresser 24 circuits TTL. Pour les autres bus, contrôle et adresses, on a utilisé le 74LS541. il est unidirectionnel et presente les mêmes carcterisüques que le precedent. IL a fallu donc utilisé un 74LS245 et trois 74LS541 pour adresser tous les circuits.

### V-5) DIALOGUE ENTRE LE PC EST L'INTERFACE

#### V-5-1) INTRODUCTION

La programmation des ports Entrée/Sortie pour la transmission asynchrone connue par DOS sous les noms COM1 et COM2 peut se faire de différentes manières.

### a) PROGRAMMATION PAR LES FONCTIONS :

OPEN, WRITE, READ et CLOSE,

Cette technique est la plus simple. Elle consiste à ouvrir un fichier associé à un périphérique et à effectuer des opérations READ ou WRITE sur ce fichier.

Cette méthode souffre cependant d'un : rien n'indique au PC qu'un caractère est disponible sur la ligne.

### b) PROGRAMMATION PAR L'INTERRUPTION LOGICIELLE : INT 14h

Les signaux d'interruptions ne sont pas directement transmis au microprocesseur ( du PC) mais passent par le contrôleur d'interruptions selon les informations implantées dans ce dernier. il peut ignorer l'interruption, la mettre en attente ou encore la diriger vers le microprocesseur.

Int	Fonctions	Significations	Registres internes du CPU
14	0	Initialisation de port de communication	<u>entrer :</u> AL : paramètres d'initialisation DX : numéro du port 0 ou 1
	1	Envoi de caractère	<u>entrer :</u> AL : caractère à envoyer DX : numéro du port 0 ou 1
	2	Réception de caractère	DX : numéro du port AH : caractère reçu A4 : Etat du modem
	3	Etat de ligne du Modem	DX : numéro du port AH : Etat de ligne A4 : Etat du modem

### c) PROGRAMMATION DIRECTE DES PORTS

Les d'Entrée/Sortie sont reliés au microprocesseur par l'intermédiaire du "Bus d'extension" du PC. Chaque port est désigné par une adresse. les ports sont programmables à l'aide des instructions IMPORT ET OUTPORT.

### V-5-2) PROGRAMMATION PAR L'INTERRUPTION LOGICIELLE : INT 14

Pour faire appel aux quatre fonctions concernant ce type de programmation on doit accéder à l'interruption INT 14h. il faut placer un nombre de 0 à 3 dans le registre AH du microprocesseur pour indiquer laquelle des quatre fonctions ondesire appelé; on indique ensuite un numero de port dans le registyre DX, 0 pour COM1 et 1 pour COM2. En ce qui concerne ce travail, on fait l'initialisation, puis la reception.

#### a) fonction initialisation des paramètres de communication

La fonction 0 sert à initialiser les paramètres de communication (set communication parametrs). On y accède en mettant le registre AH à 0 et le registre DX au numéro du port. En plaçant un octet représentant les paramètres dans le registre AL, puis en exécutant une instruction INT 14.

- Les bits 0 et 1 de cet octet définissent la longueur du mot.
- Le bit 2 indique le nombre de bit d'arrêt.
- Les bits 3 et 4 indiquent la parité.
- Les bits 5 à 7 indiquent la vitesse de transfert.

A7	A6	A5	Vitesse (Bauds)
0	0	0	110
0	0	1	150
0	1	0	300
0	1	1	600
1	0	0	1200
1	0	1	2400
1	1	0	4800
1	1	1	9600

A4	A3	Pointe
0	0	Aucune
1	0	Aucune
0	1	Impaire
1	1	Paire

b) La fonction réception de caractères

La fonction réception de caractères est appelée en mettant le registre AH à 2 et le registre DX à la valeur du numéro du port, puis en exécutant l'instruction INT14h.

"Le Bios" attend qu'un caractère en provenance du port série soit reçu ou bien qu'un dépassement de temps soit atteint. Lorsqu'un caractère est reçu, il est placé dans le registre AL. Toute condition d'erreur sera reportée dans le registre AH. Si AH vaut 0, aucune erreur ne s'est produite, les bits 0 à 7 indiquent alors la condition d'erreur. Toutefois si le bit 7 est mis à 1 indiquant une erreur de dépassement de temps les bits restant n'ont aucune signification particulière.

## TABLE D'ADRESSAGE

Circuit \ Adresse	A15	A14	A13	A12	A11	A10	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0
EPROM	0	0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
RAM	1	0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
ACIA	0	1	X	X	X	X	X	X	X	X	0	1	X	X	X	X
PIA	0	1	X	X	X	X	X	X	X	X	1	0	X	X	X	X

EPROM ==> \$0XXX - entre \$0000 et \$ 1 FFF

RAM ==> \$8XXX - entre \$8000 et \$ 8 7FF

ACIA ==> \$601X

RS = 0 ==> 6010 ==> - ecriture sur registre de contrôle CR

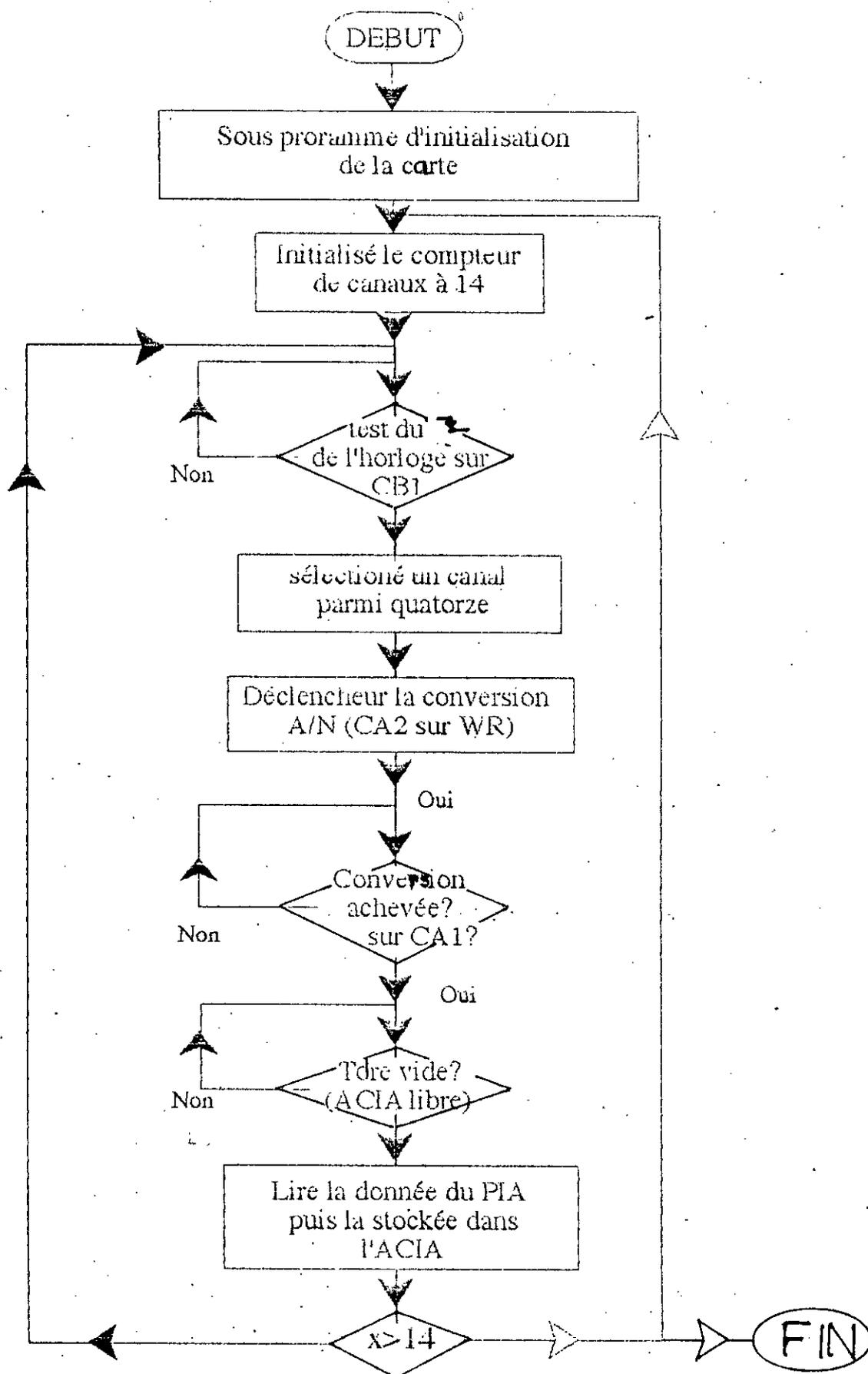
- lecture sur registre d'état, SR

RS = 1 ==> 6011 ==> - ecriture sur registre de transmission TXD

- lecture du registre du réception RXD

PIA ==> 602X

RS1	RS0	Adresse	Registre
0	0	\$6020	ORA/DDRA selon CRA
0	1	\$6021	CRA
1	0	\$6022	DRB/DDRB selon CRB
1	1	\$6023	CRB

**Organigramme**

## PROGRAMME ASSEMBLEUR

a/ Sous programme d'initialisation

\$0000	LDS # \$ 802	-emplacement de la RAM pile
	ACIACR EQU \$ 6010	
	ACIASR EQU \$ 6010	
	ACIATD EQU \$ 6011	
	ACIARD EQU \$ 6011	
	LDA # \$ 03	-master reset.
	STA ACIACR	
	LDA # % 100 100XX	-initialisation de CR.
	STA ACIACR	
	PIAORA EQU \$ 6020	
	PIADRA EQU \$ 6020	
	PIACRA EQU \$ 6021	
	PIAORB EQU \$ 6022	
	PIADRB EQU \$ 6022	
	PIACRB EQU \$ 6023	
	CLRA	
	STA PIACRA	
	STA PIACRB	
	STA PIADRA	
	COMA	
	STA PIADRB	
	LDA # % 0011 0100	-CA2 : mode programmé.
	STA PIACRA	
	LDA # % 0000 0101	-CB1 validée par frondescendant de l'horloge.
	STA CRB	
	BRA \$ 00FF	-Branchement à l'adresse du programme.

## b/ Programme d'acquisition

\$ 00FF	LDX # \$ 0008	-initialisation du registre d'index sur l'adresse du premier canal.
ETQ1	CLRA LDA \$ PIACRB AND A # % 1000 0000 BEQ ETQ1	-test du front descendant de l'horloge
ETQ3	LDA # \$ 00X STA \$ PIAORB LDA \$ PIACRA OR A # % 0000 1000 STA \$ PIACRA6A AND A # % 1111 0111 STA PIACRA	-selection des canaux.  -ordre de conversion donné par CA2 sur WR en mode programmé.
ETQ2	LDA \$ PIACRA AND A # % 1000 0000 BEQ ETQ2	-test du niveau bas sur CA1 venant de INTR.
ATENT	LDA # % 0000 0010 BIT A ACIASR BEQ ATENT	-test de la disponibilité de TDRE.
	LDA # % PIAORA STA \$ ACIATD INCX CMPX # \$ 0016 BPL ETQ3 BRA \$ 00FF SWI.	-retour au premier canal pour une nouvelle fenetre temporelle.

# Conclusion Générale

### Conclusion générale

Au début, notre travail consistait à l'amélioration de deux cartes déjà existantes: le détecteur de mélodie [9] et le banc de filtres [10] ainsi que leur adjonction pour faire un seul module dans la perspective de réaliser le vocodeur à canaux. Cette tâche nous était impossible à réaliser suite aux problèmes trouvés sur les cartes elles même. Alors, on a décidé d'améliorer le banc de filtres dont la fonction consistait à mémoriser un certain nombre d'échantillons de parole dans des mémoires, utilisant le Kit Motorola disponible au laboratoire. Comme support de gestion de la carte.

Pour rendre l'information informative et facile à traiter, l'utilisation d'un micro-ordinateur est très requis.

Dans ce but, on a fait l'étude est la réalisation d'une carte d'interfaçage entre le banc de filtres est un IBM-PC ou compatible, en utilisant la liaison série du PC selon la norme RS 232.

Ce travail a nécessité diverses modifications et adaptation soit dans le programme de gestion soit dans les liaisons de sortie du banc de filtres.

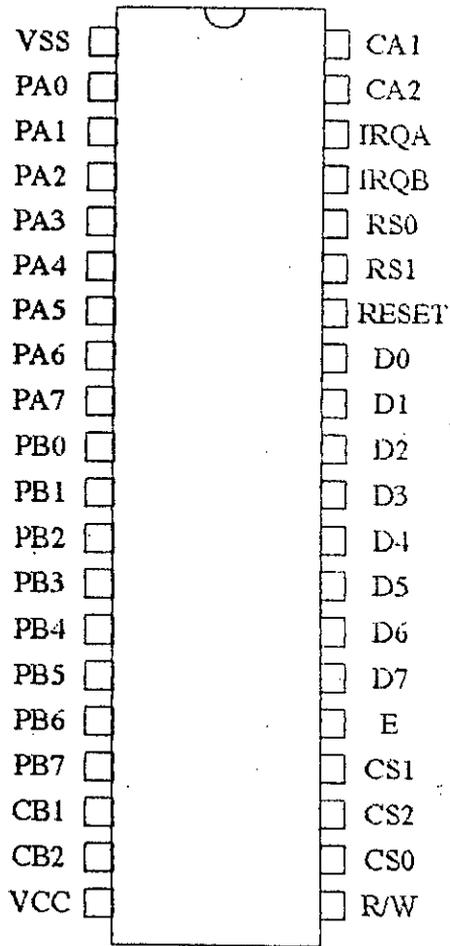
En fin nous pouvons dire que ce mémoire nous a permis d'aborder divers domaines méconnus jusque là par nous : la parole (Analyse, Reconnaissance, Synthèse), les liaisons informatiques, etc...

Comme perspective pour celui qui veut continuer ce travail, un programme de réception en langage assembleur d'intel dont l'organigramme est fait, sera suffisant pour le stockage des échantillons dans le PC. Le traitement de ces échantillons permettra la création d'une banque de données dont l'utilisation dépendra du but désiré:

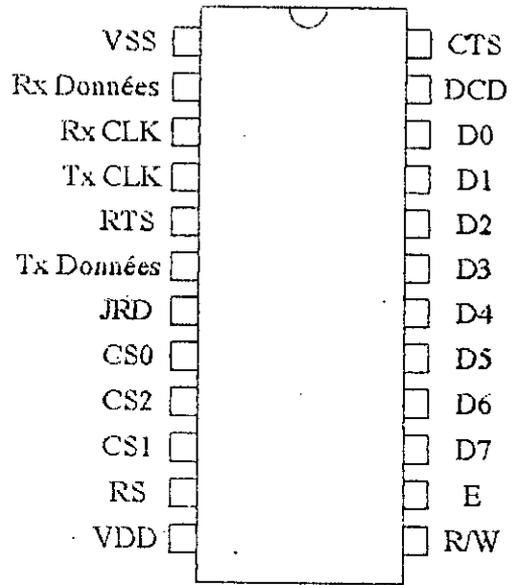
reconnaissance ou synthèse.

# ANNEXES

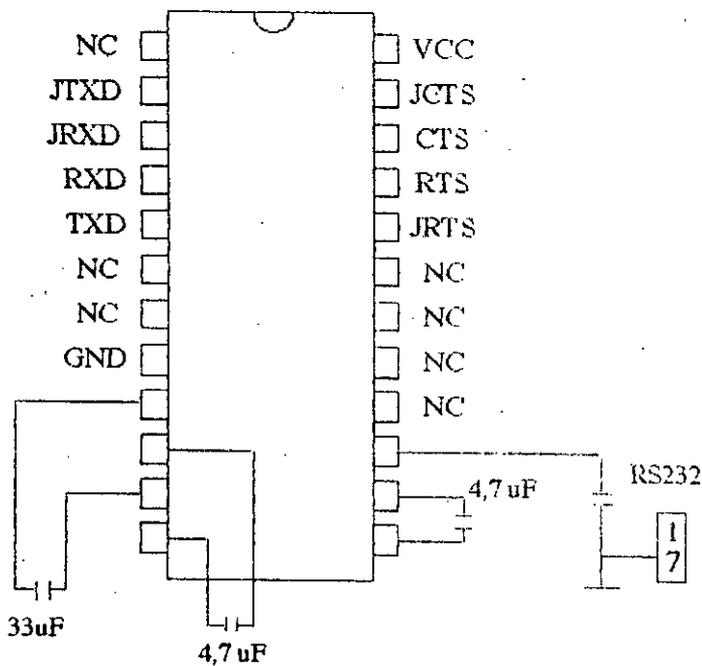
ANNEXE 1  
BROCHAGE DES CIRCUITS  
INTÉGRÉS



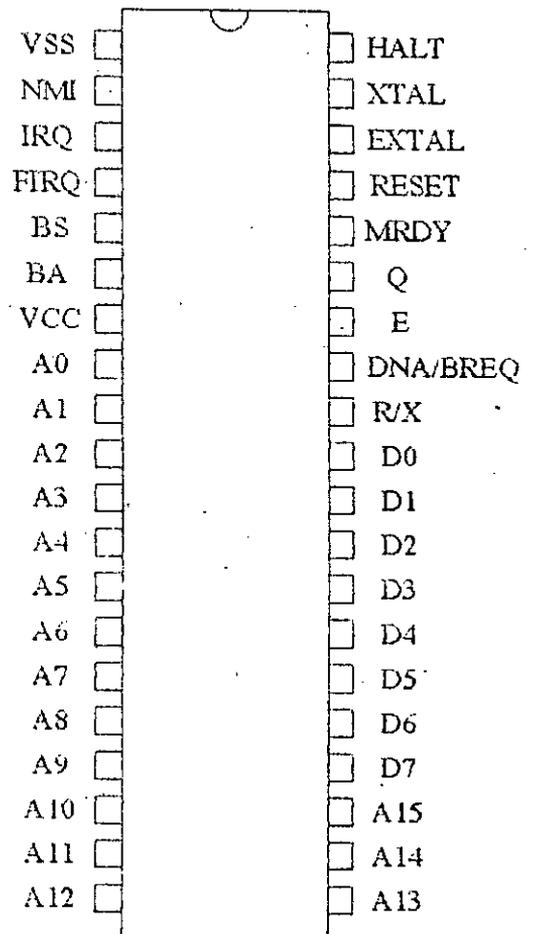
**PIA 6821**



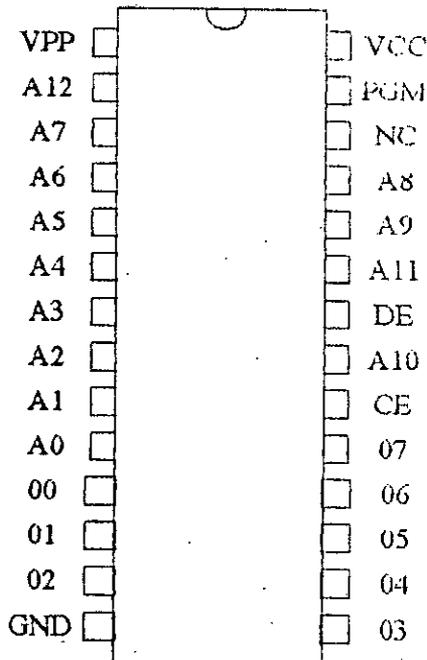
**ACIA 6850**



**Convertisseur de niveau  
MAX 238**

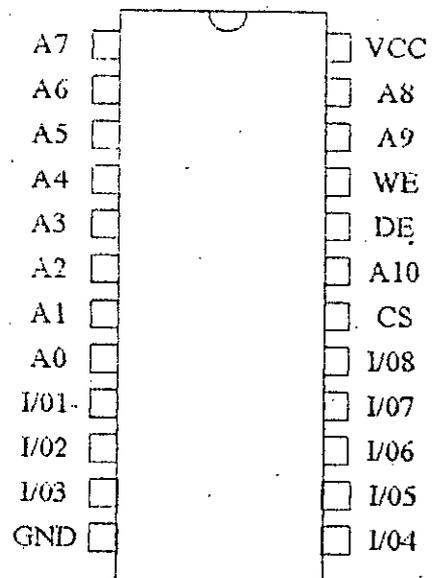


**Microprocesseur 6809**



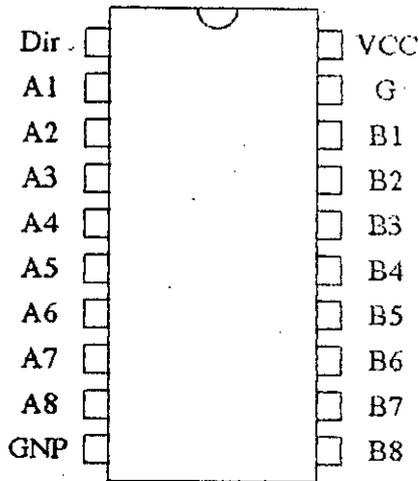
A0 - A12 : Adresse  
 CE : Sélection boitier  
 DE : Validation de sortie  
 PGM : Commande de programmation  
 NC : Non connectée  
 00 - 07 : Données  
 Vcc : (+5v)  
 GND : masse  
 Vpp : tension de programmation  
 temps d'accès 200ms à 450 ms  
 Courant de repos 40mA max

**2764 EPROM**  
 8ko (8192 mots x 8bits)



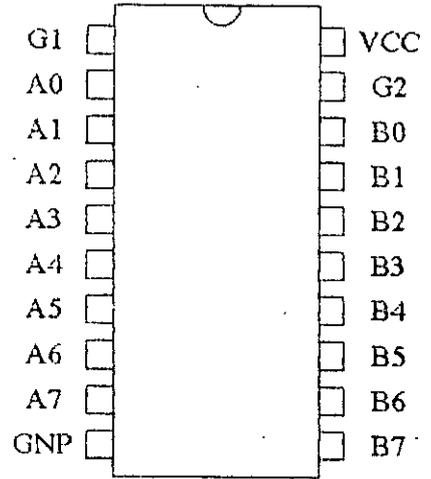
A0-A10 : Adresses  
 CS : Selection boitier  
 DE : Validation de sortie  
 WE : Direction de données  
 I/01 - I/08 : Données  
 VCC : +5v  
 GND : masse  
 Mémoire 2koctets

**6116 : RAM Statique**



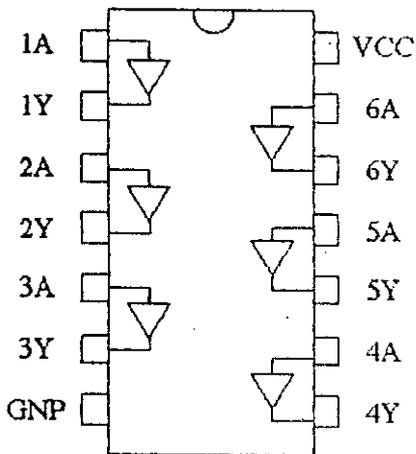
Dir : Direction  
G : Validation

**Buffer bidirectionnel  
74 LS 245**



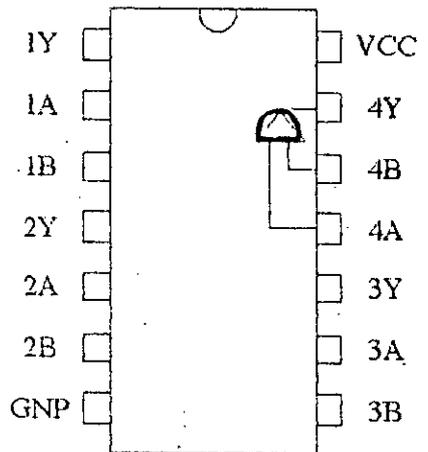
G1, G2 : Validation  
A0-A7 : Entrées  
B0-B7 : Sorties

**Buffer unidirectionnel  
74 LS 541**



A : Entrée  
Y : Sortie  
 $Y = \bar{A}$

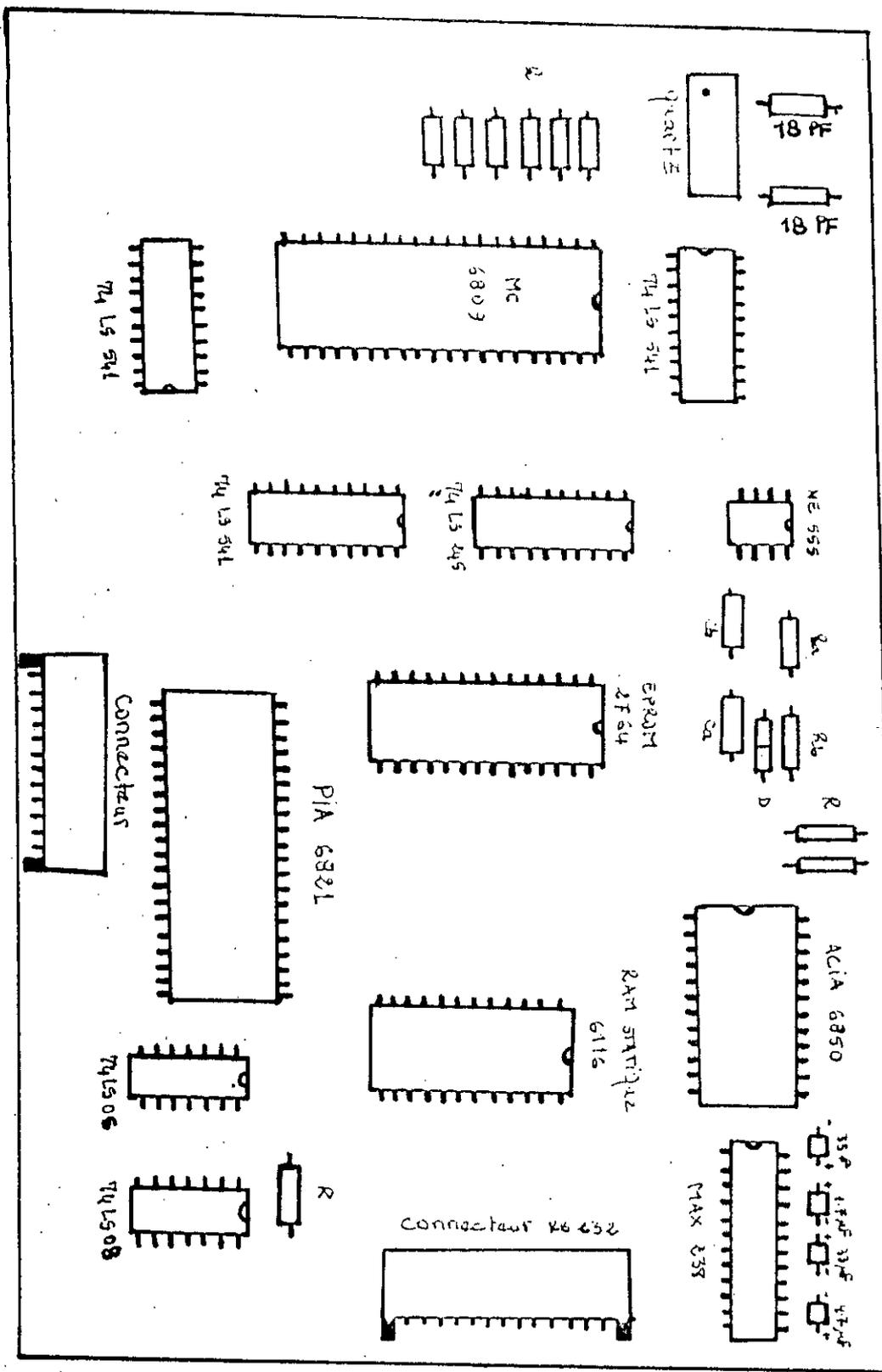
**Inverseur  
74 LS05**



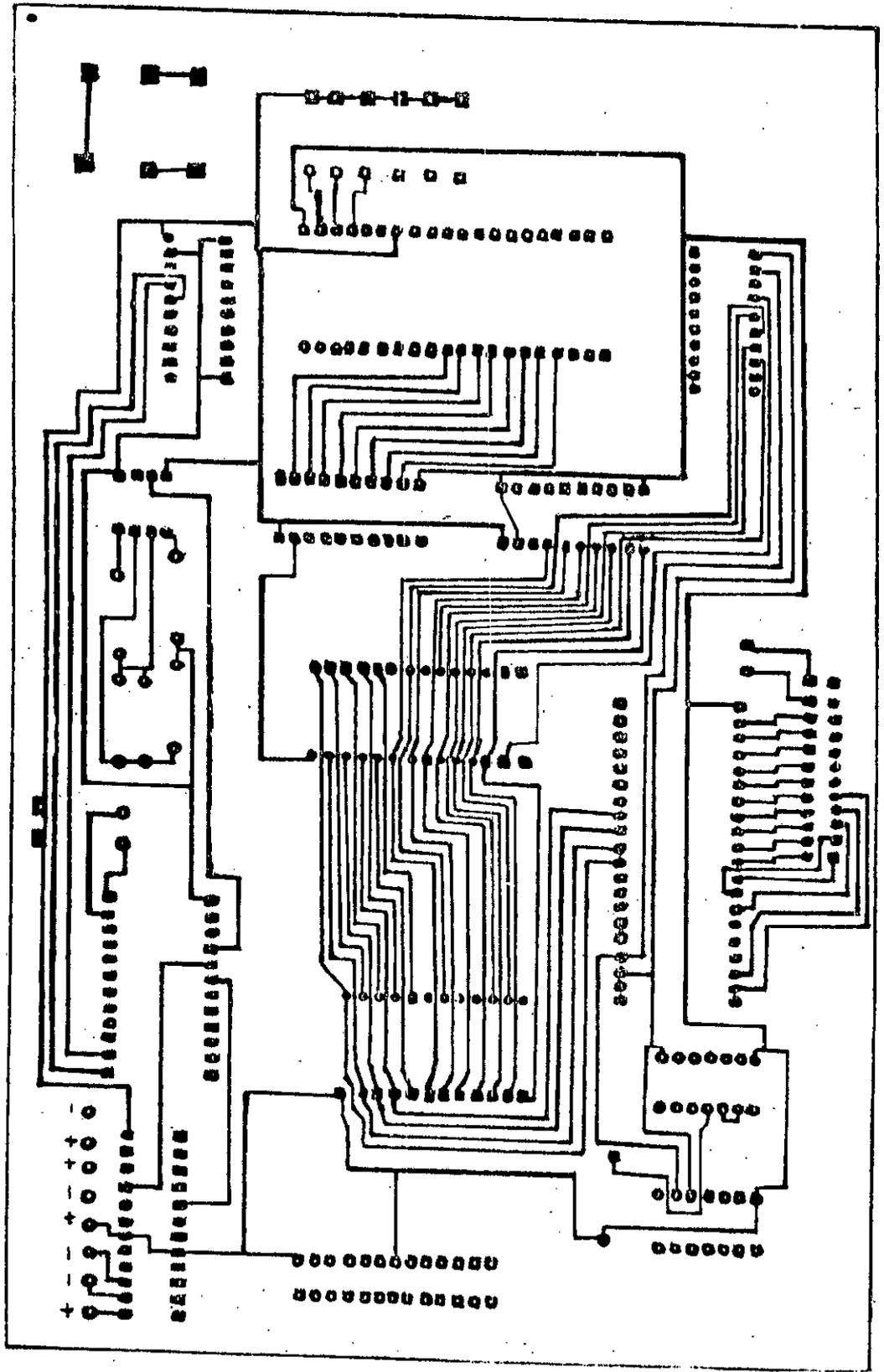
A, B : Entrées  
Y : Sortie  
 $Y = A + B$

**Sommeur  
74 LS 08**

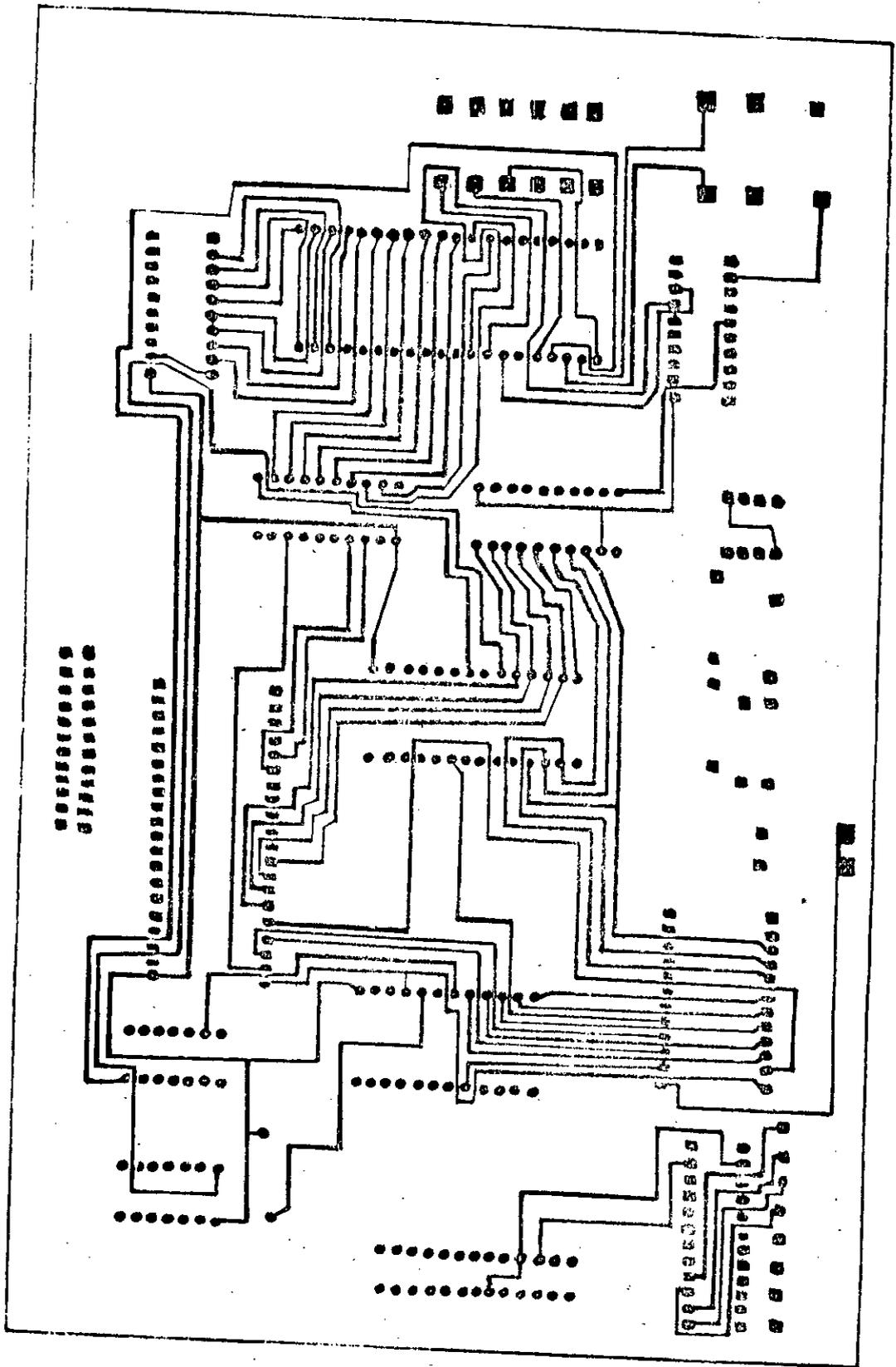
ANNEXE 2  
CIRCUITS IMPRIMÉS



Schema d'implantation



FACE "A"



Face "B"

# Bibliographie

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] Digital processing of speech signals  
L.R.Rabiner, R.W. Shaffer Prentice INC
- [2] Traitement de la parole.  
par H Kunt, R.Boite, Presses polytechniques Romandes. 1987
- [3] La parole  
J.Guibert. Collection "que sais-je"
- [4] Cours de Phonetique  
Par E.Emerit SNED 1977
- [5] Traitement numérique des signaux  
Par M.Kunt édition Dunod 1977
- [6] Le microprocesseur 6809  
Par Claude DARDANNE Ed. EYROLLES 1982
- [7] Introduction aux microprocesseurs  
Ed. Mc Graw hil 1985
- [8] Microprocessors and Memories  
DATA-Book  
Thomson EFCIS MOS Integrated circuits
- [9] "Contribution à la réalisation d'un vocodeur à canaux"  
Décteur de Melodie  
Mekaoui Thèse d'ingeniorat
- [10] Contribution à la réalisation d'un Banc de filtres  
YATAGHENNE : thèse d'ingeniorat ENP 1991
- [11] "Realisation d'interaces A/N et N/A compatibles IBM PC pour la  
génération des gradients X, Y, Z du champ magnétique pour l'IRM"  
Mekaoui Mimoune. thèse Magister ENP
- [12] Revue : INFO PC n°50 Avril 1989