

**UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA**  
**Faculté des Nouvelles Technologies de l'Information**  
**et de la Communication**  
**Département d'Electronique et Des Télécommunications**



**Mémoire**

Domaine : Science et Technologie

Filière : Electronique

Spécialité : Systèmes embarqué

Présenté par : **OUBBICHE Abderrazzak**

**ZAID Mohammed Laid**

**Thème**

**Mise au point d'un système d'acquisition et de  
traitement de signaux de parole**

Le : /10/2020

Devant le jury composé de:

Dr BOUCHOUAREB Rachida	M.CB	Président	UKM Ouargla
Dr GAMOUH Samia	M.CB	Encadreur	UKM Ouargla
Mr CHENINA Hachemi	M.A (A)	Co-encadreur	UKM Ouargla
MR KADRi Farid	M.A (A)	Examineur	UKM Ouargla

**Année Universitaire : 2019/2020**

# *Remerciements*

*Tout d'abord, nous remercions Dieu, le tout puissant, de nous avoir donné la santé et la volonté pour faire cet humble travail.*

*Nous tenons à exprimer nos vifs remerciements à notre encadreur Dr. S.GAMOUH d'avoir proposé et dirigé le thème de ce mémoire et pour tous ses conseils précieux du début à la fin de ce travail.*

*Nos remerciements s'adressent ainsi aux : M. Le président et les membres de jury d'avoir accepté à juger et à évaluer notre travail.*

*Nous remercions aussi tous les professeurs, les enseignants, qui ont contribué à notre formation, nos parents, nos frères, nos sœurs, nos chers amis, pour leurs aides et leurs sacrifices.*

# Dédicaces

C'est avec une grande gratitude et des mots sincères, que nous dédions ce modeste travail de fin d'étude à nous chers parents qui ont sacrifié leur vie pour ma réussite.

A nous Mères pour son soutien et ses encouragements,

A nous Pères pour avoir toujours cru en nous et pour ses nombreux sacrifices,

J'espère qu'un jour, nous pourrions leurs rendre un peu de ce qu'ils ont fait pour nous, que dieu leur prête bonheur,

Nous dédions aussi de ce travail

A nous sœurs et frères à toute nous familles

A Amin, Salah din et Amir

A nous amis, nous professeurs qui m'ont enseigné et à tous ceux qui nous sont chers.

## Table des matières

Remerciements.....	I
Dédicaces.....	II
Table des matières.....	III
Liste des Figures.....	VII
Liste des tableaux.....	IX
Liste des acronymes.....	X

### Introduction générale

Introduction générale.....	1
----------------------------	---

#### CHAPITRE I : ANALYSE ET TRAITEMENT DU SIGNAL PAROLE

I.1 Introduction.....	4
I.2 Définition du son.....	4
I.3 Paramètres du signal de la parole.....	5
I.3.1 La fréquence fondamentale.....	5
I.3.2 L'énergie.....	6
I.3.3 Le spectre.....	6
I.3.4 Les formants.....	7
I.3.5 Le timbre.....	7
I.3.6 Intensité.....	7
I.3.7 La durée.....	7
I.4 Mécanisme de production de la parole.....	7
I.4.1 voyelles et consonnes .....	9
I.5 Méthodes d'analyse.....	10
I.5.1 Domaine temporel.....	10
I.5.2 Domaine fréquentiel.....	11
I.5.3 Représentation tridimensionnelle : 'le sonagramme ou spectrogramme'.....	12
I.6 Conclusion.....	13

## CHAPITRE II : TRAITEMENT NUMERIQUE DU SIGNAL DE LA PAROLE

II.1 Introduction.....	15
II.2 Numérisation du signal.....	15
II.3 L'échantillonnage.....	15
II.3.1 Théorème d'échantillonnage.....	17
II.3.2 Développement graphique.....	17
II.3.3 Définition pratique.....	18
II.4 Quantification.....	19
II.5 Codage.....	20
II.6 La transformée de Fourier (T.F.R-F.F.T).....	20
II.6.1 Transformée de Fourier ou Intégrale de Fourier.....	20
II.6.2 Transformation de Fourier discrète (T.D.F).....	21
II.6.2.1 Algorithme de la F.F.T.....	22
II.7 Les fenêtres.....	23
II.8 Conditionnement des signaux.....	24
II.8.1 L'amplificateur.....	24
II.8.2 Le filtrage.....	25
II.8.2.1 Classification de filtrage.....	25
II.8.2.2 Filtrage numérique.....	26
II.8.2.3 L'avantage des filtres numérique.....	26
II.9 Convertisseur analogique-numérique.....	26
II.9.1 Résolution.....	27
II.10 Convertisseur numérique-analogique.....	27
II.10.1 Principe de fonctionnement.....	28
II.11 Conclusion.....	29

## CHAPITRE III : CONCEPTION HARDWARE

III.1 Introduction.....	31
III.2 Principe de fonctionnement.....	31

III.3	Constitution de la DAC .....	32
III.3.1	Etage d'acquisition de signaux analogique .....	34
III.3.1.1	Convertisseur analogique-numérique (ADC 0808).....	34
III.3.1.1.1	Description générale.....	34
III.3.1.1.2	Caractéristiques.....	36
III.3.1.1.3	Brochage.....	38
III.3.1.2	Latch de sélection 74LS374.....	39
III.3.1.2.1	Caractéristiques.....	39
III.3.2	Etage de restitution des signaux analogiques.....	40
III.3.2.1	Convertisseur N/A (DAC0808).....	40
III.3.2.1.1	caractéristiques du DAC0808.....	41
III.3.2.2	Démultiplexeur analogique (74HC138) .....	43
III.3.2.2.1	Caractéristiques du circuit 74HC138.....	44
III.3.2.2.2	Fonctionnalités du 74HC138.....	44
III.3.2.3	L'amplificateur opérationnel.....	45
III.3.2.4	Latch 8 bits (74LS374).....	45
III.3.3	Etage d'acquisition des signaux numériques.....	45
III.3.3.1	Circuits opto-coupleurs (MOC3021).....	46
III.3.3.2	Latch 8 bit (74LS374).....	47
III.3.3.3	Multiplexeur (74LS151) .....	47
III.3.3.3.1	Brochage.....	48
III.3.3.3.2	Caractéristiques du multiplexeur 74LS151.....	49
III.3.4	Etage de restitution des signaux numériques.....	49
III.3.5	Etage d'adressage et de commande .....	50
III.3.5.1	Microcontrôleur (PIC18F26K20).....	51
III.3.5.1.1	SPÉCIFICATION.....	51
III.3.5.2	Décodeur /Démultiplexeur « DM74LS139 ».....	52
III.4	Protocole communication de RS-232.....	53

III.4.1	Transmission série.....	53
III.4.2	Communication série RS232.....	53
III.4.3	Circuit MAX232.....	55
III.5	Simulation.....	57
III.5.1	Proteus.....	57
III.5.2	Simulation des étages de la carte.....	58
III.5.2.1	Etage d'adressage et de commande.....	58
III.5.2.2	Etage d'acquisition des signaux analogique.....	60
III.5.2.3	Etage de restitution des signaux analogique.....	62
III.5.2.4	Etage d'acquisition des signaux numérique.....	64
III.5.2.5	Etage de restitution des signaux analogique.....	66
<b>Conclusion générale</b>		
	Conclusion générale.....	68
	Références bibliographique .....	69
	Résumé.....	71

## Liste des figures

Figure I.1 - Transfert de l'information sonore.....	5
Figure I.2 - Exemple de fréquence.....	5
Figure I.3 - Appareil phonatoire.....	8
Figure I.4 - vues du larynx : a (vue de haut), b (coupe verticale).....	9
Figure I.5 - Séquence temporelle '/MANSAHALA/'. .....	11
Figure I. 6 - Spectre de la voyelle /a/.....	12
Figure I.7 - Spectrogramme d'un segment de la parole.....	13
Figure II.1 - L'échantillonnage d'un signal continu.....	16
Figure II.2 - L'échantillonnage.....	16
Figure II.1 - Théorème d'échantillonnage.....	18
Figure II.4 - Quantification.....	20
Figure II.5 – Fonction de fenêtres .....	23
Figure II.6 - L'amplificateur opérationnel. ....	25
Figure II.7 - Types de filtres.....	25
Figure II.8 - Système de traitement numérique du signal.....	26
Figure II.9 - Conversion du signal continu en signal discret.....	26
Figure II.10 - Symbole du convertisseur numérique analogique.....	27
Figure II.11 - CAN/CNA.....	28
Figure II.12 - Conversion analogique-numérique.....	28
Figure III. 1 - Principe de fonctionnement de la carte.....	32
Figure III. 2 - Schéma bloc de la carte.....	33

Figure III. 3 - Schéma bloc de l'étage d'acquisition de signaux analogiques.....	34
Figure III. 4 - Brochage du circuit ADC0808.....	35
Figure III. 5 - Structure interne du convertisseur ADC0808.....	37
Figure III. 6 - Brochage du latch 74LS374.....	39
Figure III. 7 - Diagramme bloc de l'étage restitution des signaux analogiques.....	40
Figure III. 8 - Brochage et diagramme de connexion de DAC0808.....	42
Figure III. 9 - Structure interne du DAC0808.....	42
Figure III. 10 - Brochage et diagramme logique du 74HC138.....	44
Figure III. 11 - Schéma d'amplificateur opérationnel.....	45
Figure III. 12 - Schéma bloc de l'étage d'acquisition de signaux numériques.....	46
Figure III. 13 - Optocoupleur MOC3021.....	47
Figure III. 14 - Les broches de multiplexeur 74LS151.....	48
Figure III. 15 - Symbole du multiplexeur 74LS151.....	48
Figure III. 16 - Schéma bloc de l'étage de restitution de signaux numériques.....	50
Figure III. 17 - Les broches de PIC18F26K20.....	51
Figure III. 18 - Les broches de Décodeur 74LS139.....	53
Figure III. 19 - Broche de RS-232.....	54
Figure III. 20 - Architecture de max232.....	55
Figure III. 21 - Le schéma synoptique de la carte.....	56
Figure III. 22 - Simulation de l'étage d'adressage et de commande.....	59
Figure III. 23 - Simulation de l'étage d'acquisition analogique.....	61
Figure III. 24 - Simulation de l'étage restitution analogique.....	63
Figure III. 25 - Simulation de l'étage d'acquisition numérique.....	65

Figure III. 26 - Simulation de l'étage restitution numérique.....	66
-------------------------------------------------------------------	----

### **Listes des tables**

Tableau II.1 - La transformée de Fourier.....	21
Tableau II.2 - La transformation de Fourier discrète.....	21
Tableau II.3 - les choix des fenêtres.....	24
Tableau III.1 - Caractéristiques (CAN) ADC0808.....	36
Tableau III.2 - Les broches de ADC0808.....	38
Tableau III.3 - Fonctionnement du multiplexeur 74LS151.....	49
Tableau III.4 - Caractéristiques (PIC18F26K20).....	51
Tableau III.5 - Signaux de contrôle.....	58

## Liste des acronymes

ADC	Analog to Digital Converter (en anglais).
ALE	AdressLatchEnable (en anglais).
CAN	Convertisseur analogique-numérique.
CAO	Conception assistée par ordinateur.
CD	Compact Disc (en anglais).
CLK	Clock
CMOS	Complementary Metal Oxide Semiconductor (en anglais).
CNA	Convertisseur numérique-analogique.
CTS	Clear to send.
DAC	Digital to Analog Converter (en anglais).
DAQ	Data acquisition (en anglais).
DTL	Diode–transistor logic.
EOC	End Of Conversion (en anglais).
F.F.T	Fast Fourier Transform (en anglais).
IREF	Courant de référence.
LSB	Least significant bit.
OE	Output Enable (en anglais).
PCB	Printed circuit board.
PCM	pulse-code modulation (en anglais).
RS-232C	Recommended Standard 232 version C (en anglais).
RTS	Request to send.
RXD	Receve data.

SAR	Registre d'approximation successive.
SLD	Système Linéaire Discret.
T.D.F	Transformation de Fourier discrète.
T.F.R	Transformée de Fourier Rapide.
TF	Transformée de Fourier.
TTL	Transistor-Transistor logic.
TXD	Transmit data.
USB	Universal Serial Bus (en anglais).
WAV	WAVEform (Audio File Format (en anglais)).

**Introduction**

**Générale**

### Introduction générale

La parole est l'un des principaux moyens de communication entre êtres humains, sa simplicité en fait d'ailleurs le moyen de communication le plus populaire dans la société humaine (il est plus facile de parler à quelqu'un que de lui écrire ou de lui faire un schéma).

Néanmoins, cette simplicité (pour l'être humain) renferme un traitement très complexe fait par notre cerveau, de la production de la parole jusqu'à sa perception et sa compréhension, ce qui rend la parole difficilement automatisable pour une machine. Pour ce faire il faut disposer de moyens matériels convenables, d'algorithmes de traitement puissants et d'une bonne gestion logicielle.

L'avancement technologique et surtout de l'informatique a suscité le besoin de nouveaux moyens de dialogue homme machine (la parole), des moyens qui permettent d'analyser et d'explorer entièrement la parole, en rendant la communication homme machine très facile.

L'objectif de ce travail est la conception et la simulation d'une carte d'acquisition à 8 voies analogiques et 8 voies numériques, qui assurent la numérisation et la reconstruction des signaux paroles. Cette procédure d'acquisition des données analogiques est faite par un convertisseur analogiques-numérique, alors que celle des données numériques est assurée par un convertisseur numérique-analogique, le tout est géré et commandé par une unité de traitement numérique à base de microcontrôleur PIC18F26K20, dont la communication avec le PC se fait à travers une liaison série RS232.

Pour cela on a organisé notre travail de la manière suivante :

Dans le premier chapitre, nous avons présenté en premier lieu, quelques concepts de base sur la parole et ses propriétés, puis on est passé à décrire le mécanisme de production de la parole ainsi que les paramètres du signal de cette dernière et on a terminé ce chapitre par exposition des différentes méthodes d'analyse.

Le deuxième chapitre est dédié à présenter les techniques de traitement numérique du signal parole. La première partie est consacrée à définir le processus de numérisation, et ses différents constituants à savoir l'échantillonnage, la quantification et le codage. En deuxième partie des méthodes de traitement pour extraire le maximum d'information ont été citées, suivi par une description des circuits de conditionnement (les amplificateurs, les filtres et les convertisseurs).

Le troisième chapitre est consacré à la conception matérielle et simulation de la carte. Dans un premier lieu, le principe de fonctionnement de la carte d'acquisition est donné, suivi par une description générale de l'architecture matérielle de cette dernière, en expliquant le rôle de chaque composant utilisé, et à la fin du chapitre, on a entamé la simulation et le test des différents étages constituant cette carte.

# **Chapitre I :**

## **Analyse et traitement du signal parole**

## I.1 Introduction

Par sa simplicité, la parole est considérée comme le moyen principal et populaire de communication dans toute société humaine, en effet, il est plus facile de parler à quelqu'un que de lui écrire ou de lui faire un schéma. Néanmoins, cette simplicité (pour l'être humain) renferme un phénomène extrêmes complexe, traité par notre cerveau, de la production de la parole jusqu'à sa perception et sa compréhension, ce qui rend la parole difficilement automatisable pour une machine.

Ce chapitre est une présentation générale du signal de la parole sous forme d'un état de l'art. Des notions de base du son, sont données, en premier lieu, suivi d'une description des processus de production et de perception auditive de la parole. Enfin, les différentes méthodes d'analyse du signal parole sont énumérées.

## I.2 Définition du son

Le son se propage à la suite de la perturbation du milieu, le plus souvent l'air, mais qui peut aussi être solide ou liquide. Captée par notre oreille, cette vibration met en mouvement le tympan, point de départ de la stimulation de l'oreille et de la perception de l'information sonore.

Le son possède certaine propriété singulière et se caractérise par une très grande variabilité. Ce qui caractérise la parole, c'est son irreproductibilité, nous ne reproduisons jamais deux fois le même son.

Notre environnement est composé d'une grande variété de sons plus ou moins fréquents, par exemples :

- Son musical : Le son musical varie avec la mélodie, le morceau choisi et avec l'instrument utilisé.
- Parole : Les sons de la parole sont aussi complexes et variés, chacun a sa propre voix, grave ou aiguë, avec un timbre particulier, etc.

La suite de notre travail sera focalisée sur le signal de la parole.

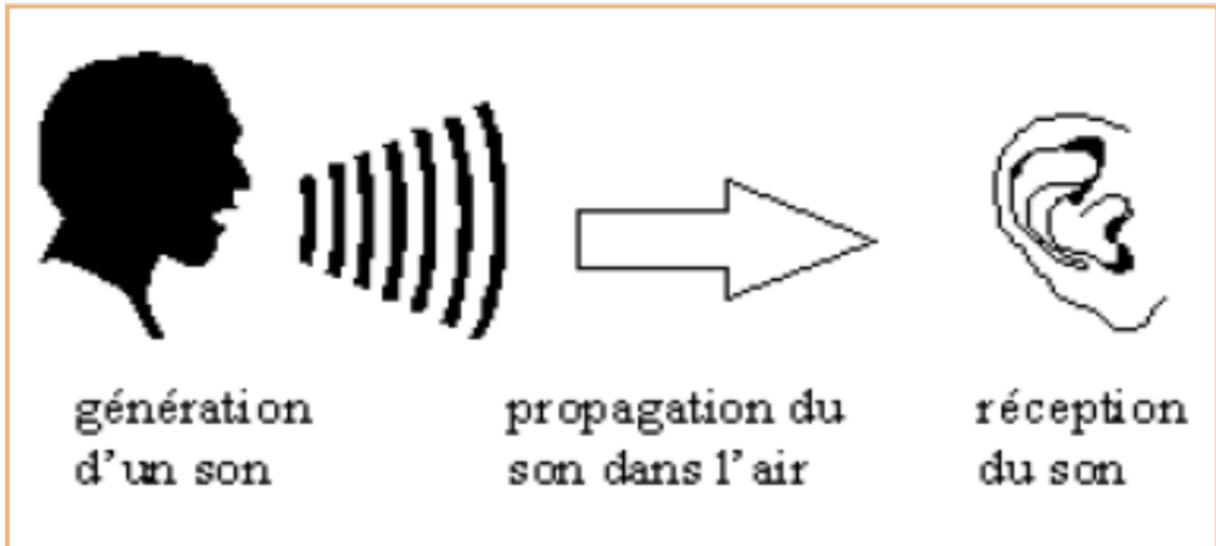


Figure I.1 - Transfert de l'information sonore.

### I.3 Paramètres du signal de la parole

Le signal vocal est généralement caractérisé par :

#### I.3.1 La fréquence fondamentale

La fréquence est déterminée par le nombre de vibrations qu'un corps réalise en une seconde.

La fréquence fondamentale ' $F_0$ ' est un composant de basse fréquence de la parole, résultant de la vibration des cordes vocales, permettant la perception de la hauteur tonale de la voix d'un individu. Il joue un rôle important dans la parole [1].

D'une manière générale, la prosodie, qui peut être considérée comme l'effet des différentes variations de la fréquence fondamentale, de l'intensité et de la durée, peut faire ressortir bien des caractéristiques du locuteur, comme son genre, ses origines géographiques et culturelles, ses émotions, etc.

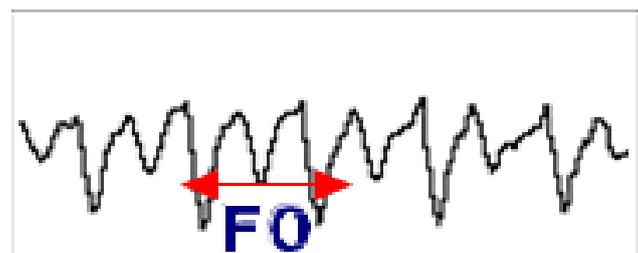


Figure I. 2 - Exemple de fréquence.

Cette fréquence peut varier [2]:

- De 70Hz à 250Hz pour une voix masculine.
- De 150Hz à 400Hz pour une voix féminine.
- De 200Hz à 600Hz pour une voix d'enfant.

Nous voyons donc que la périodicité des signaux de parole est une caractéristique non-uniforme, qui varie en fonction des individus.

### I.3.2 L'énergie [3]

L'énergie acoustique est représentée par l'intensité acoustique du son qui est liée à la pression de l'air en amont du larynx. L'amplitude du signal de la parole varie au cours du temps selon le type de son, et son énergie dans une trame est donnée par :

$$E = \sum_{n=0}^{N-1} s^2(n) \dots\dots\dots (I.1)$$

- $N$  : la taille de la trame.

### I.3.3 Le spectre

Le spectre sonore désigne les sons qu'une oreille humaine peut entendre entre les infrasons et les ultrasons. Il peut être divisé en trois parties selon les fréquences, qui vont de 20 à 20000 Hertz, et ce sont les fréquences audibles par l'Homme.

Le spectre sonore distingue également les sons fondamentaux du bruit. Les sons fondamentaux représentent les sons joués par les instruments de musiques ou par le chant. On parlera alors de fréquence fondamentale et d'harmoniques. Le bruit, quant à lui, ne possède pas de fréquence spécifique, car chaque bruit du quotidien possède une fréquence précise.

### **I.3.4 Les formants**

Les formants sont l'une des plus importantes caractéristiques des signaux de parole. Ils sont beaucoup utilisés pour l'analyse de la parole.

Ces formants sont les fréquences de résonance de l'appareil phonatoire humain. Comme ce dernier peut changer ses caractéristiques physiques pour prononcer plusieurs sons, plusieurs formants peuvent donc être produits.

### **I.3.5 Le timbre**

Le timbre est une caractéristique permettant de différencier deux sons de même hauteur et de même amplitude. Il résulte de la combinaison entre la fréquence fondamentale et les harmoniques.

### **I.3.6 Intensité**

L'intensité d'un son, appelée aussi volume, permet de distinguer un son fort d'un son faible. Elle dépend de l'amplitude des vibrations. Les sons les plus faibles que l'on puisse entendre, avant le silence total "seuil d'audibilité", sont de l'ordre de  $10^{-16}$  w; alors que les sons les plus intenses que l'on puisse entendre, sans en ressentir une gêne intolérable "seuil de la douleur", sont de l'ordre de  $10^{-3}$  w.

### **I.3.7 La durée**

C'est la quantité absolue ou relative d'un son, elle peut avoir pour certaines langues une importance considérable.

## **I.4 Mécanisme de production de la parole**

Le processus de production de parole est un mécanisme très complexe qui repose sur une interaction entre le système neurologique et physiologique. Il y a une grande quantité d'organes et de muscles qui entrent dans la production de sons des langues naturelles. Le fonctionnement de l'appareil phonatoire humain repose sur l'interaction entre les poumons, le larynx, et les cavités supra-glottiques.

Les poumons, le larynx fournissent ce qui est essentiel pour la production de n'importe quel son, qu'il soit musical ou langagier : une source d'air et une source de bruit. Les cavités supra-glottiques renferment les organes qui permettent de modifier le son qui est émis et à lui faire résonner et à lui donner une 'couleur' particulière qui permettra de

différencier les voyelles entre elles par exemple, ou les consonnes, par le travail conjoint des poumons, larynx.

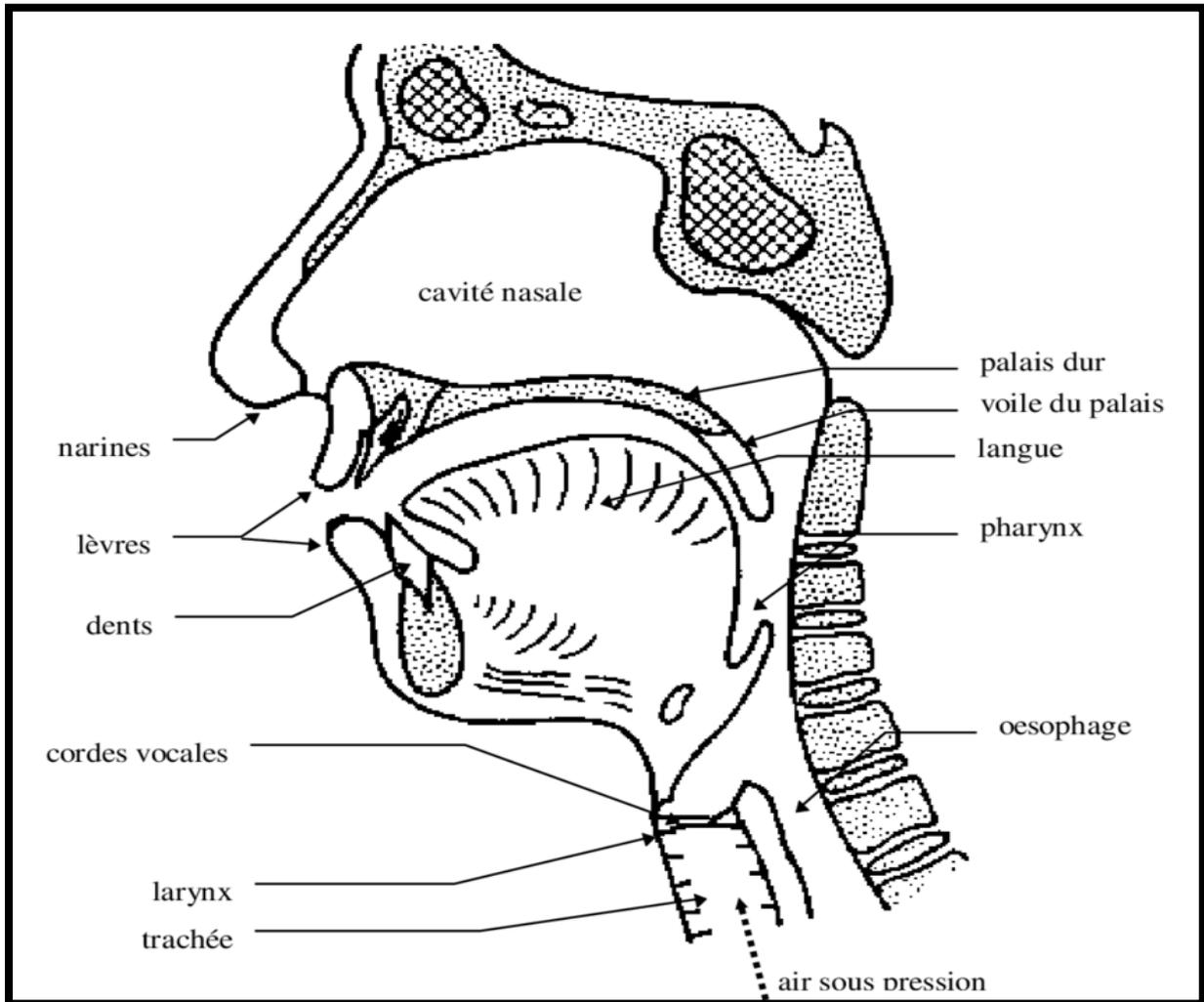


Figure I. 3 - Appareil phonatoire.

Lorsque l'air est expulsé des poumons, il passe à travers un tube formé de plusieurs cartilages appelé le larynx. Le larynx contient des muscles et des cartilages. Les cartilages les plus importants et les plus connus sont les cordes vocales qui peuvent s'ouvrir et se refermer très rapidement (jusqu'à 400 fois par seconde chez les enfants, par exemple), produisant ainsi des variations de pressions dans l'air. Ces variations de pression sont perçues comme du son par l'oreille humaine.

Donc la majorité des sons du langage sont le fait du passage d'une colonne d'air venant des poumons, qui traverse un ou plusieurs résonateurs de l'appareil phonatoire voir la figure (I.4).

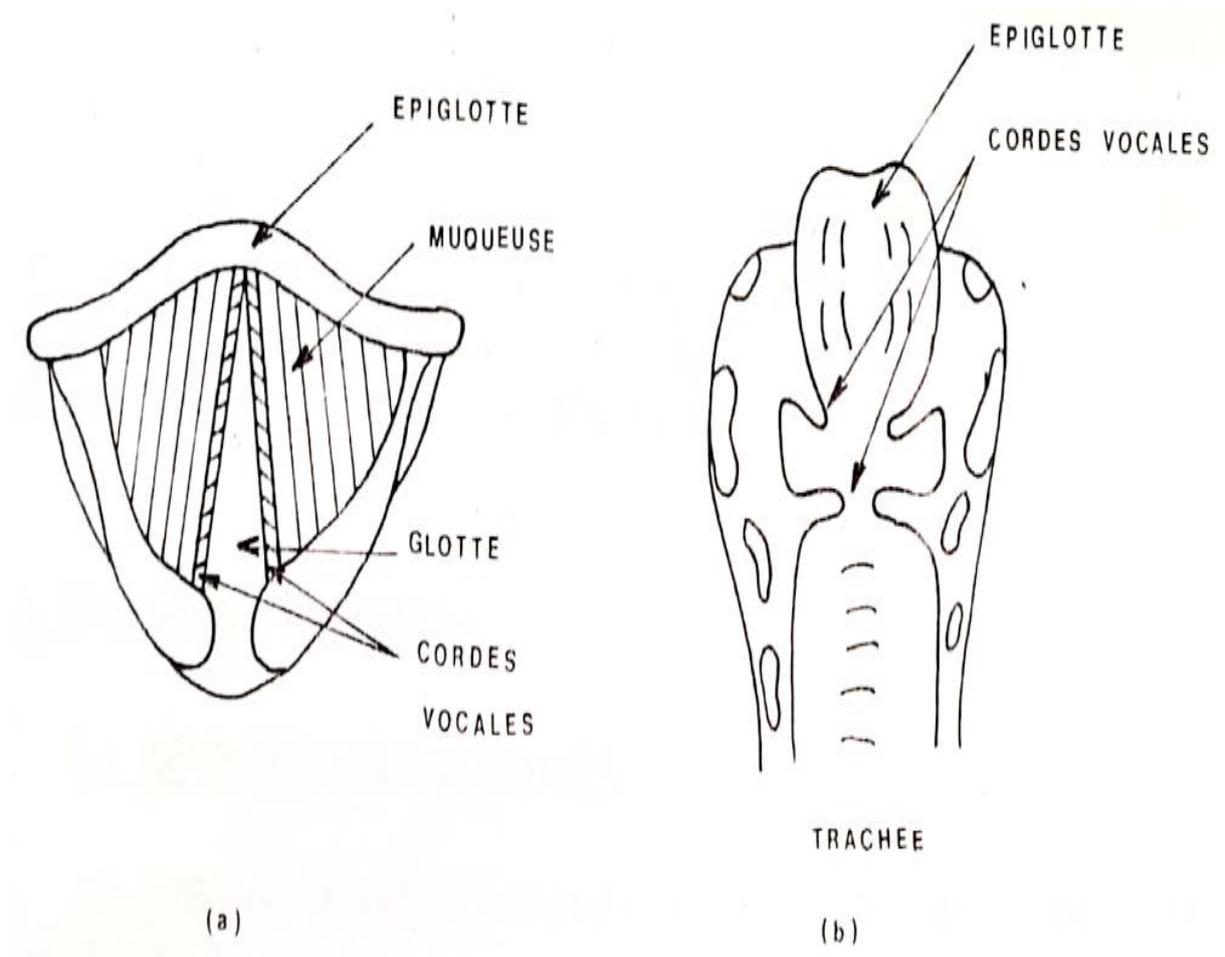


Figure I. 4 - vues du larynx : a (vue de haut), b (coupe verticale).

Les résonateurs principaux sont :

- le pharynx
- la cavité buccale
- la cavité labiale
- les fosses nasales

### I.4.1 voyelles et consonnes

Les sons de la parole sont classés en deux grandes catégories: les consonnes et les voyelles.

Les voyelles sont produites avec un conduit vocal sans constriction : l'air issu des poumons fait vibrer les cordes vocales induisant un mouvement d'ouverture fermeture de la glotte

"voisement", puis passe dans un écoulement laminaire à travers le conduit vocal, la source d'excitation (vibration des cordes vocales) délivre un signal pseudo périodique dont la fréquence est appelée fréquence fondamentale.

Les consonnes sont obtenues par un rapprochement des parois qui peut intervenir quelque part le long du conduit vocal: l'écoulement laminaire de l'air est alors perturbé, soit par une obstruction complète suivie d'une ouverture brusque donnant lieu à une source de bruit de type impulsif (cas des plosives), soit par un rétrécissement suffisant pour créer une turbulence de l'air (cas des fricatives). Ce qui se manifeste par la génération d'un bruit.

Il arrive qu'en même temps que se produit la constriction ou l'occlusion, les cordes vocales continuent de vibrer, ce qui produira alors les fricatives /h/, /s/... ou les occlusives voisées /b/, /d/... dans le cas où les cordes ne vibrent pas, on obtiendra les fricatives sourdes (non voisées) type /f/, /s/, /sh/, /ha/... ou les occlusives sourdes /t/, /k/...

## I.5 Méthodes d'analyse

L'étude de la parole a donné naissance à différents modèles de représentations ayant chacun un intérêt particulier.

### I.5.1 Domaine temporel

Le signal de la parole est constitué d'unités phoniques de structures complexes dont la représentation temporelle montre l'évolution de son allure en fonction du temps.

Un signal parlé est plus complexe, caractérisé par une grande variabilité puisque son allure varie constamment au cours du temps. Il est produit par des fluctuations de la pression de l'air engendrées par l'appareil phonatoire humain, La figure (I.6) montre ces fluctuations en fonction du temps. D'après la figure, le signal peut être vu comme une suite de sons présentant plus ou moins de caractéristiques communes. Ces suites sont appelées phonèmes ou phonèmes et peuvent être périodiques ou sous forme de bruit.

Les signaux périodiques sont produits lorsqu'il y a vibration des cordes vocales, tandis que les signaux non périodiques, quant à eux, sont produits lorsque l'air passe librement dans le conduit vocal [4].

L'analyse temporelle permet de localiser les grandes classes phonétiques tout en définissant l'organisation temporelle des gestes articulatoires. Par contre elle est insuffisante pour caractériser la fréquence fondamentale et les formants.

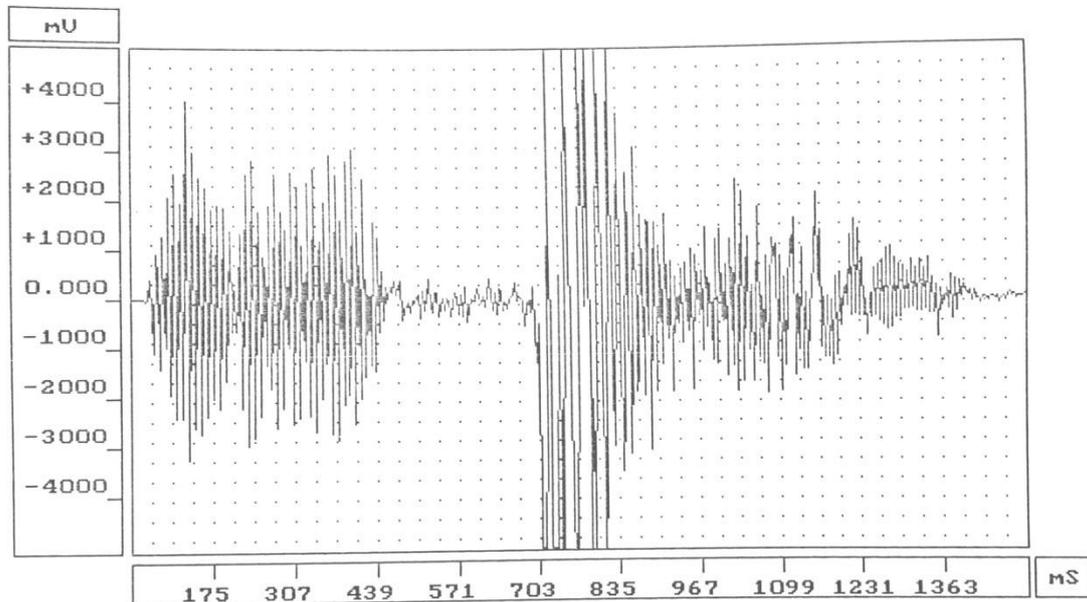


Figure I. 5 - Séquence temporelle 'MANSAHALA'.

### I.5.2 Domaine fréquentiel

Le spectre d'un signal est la représentation en fonction de la fréquence des amplitudes des différentes composantes présentes dans le signal. Il nous renseigne donc sur les différentes composantes fréquentielles qu'il contient. C'est un spectre continu qui contient une infinité de raies entre 20 Hz et 20 kHz. De plus l'amplitude de ces raies varie au cours du temps.

Le spectre d'un signal de la parole est donc une courbe qui évolue constamment, La structure fréquentielle est un phénomène acoustique dont les composants (les harmoniques) sont des multiples de la fréquence fondamentale. Les harmoniques, sont caractérisés par une fréquence ou hauteur (exprimée en hertz, Hz) et une amplitude ou intensité (exprimée en décibels, dB). L'interaction entre la fréquence de vibration des cordes vocales et les résonances du tractus vocal d'un individu, privilégie certains harmoniques, proches de la fréquence de résonance du tractus vocal : les formants. Les deux premiers formants (F1 et F2), jouant un rôle important dans la perception auditive des voyelles [1].

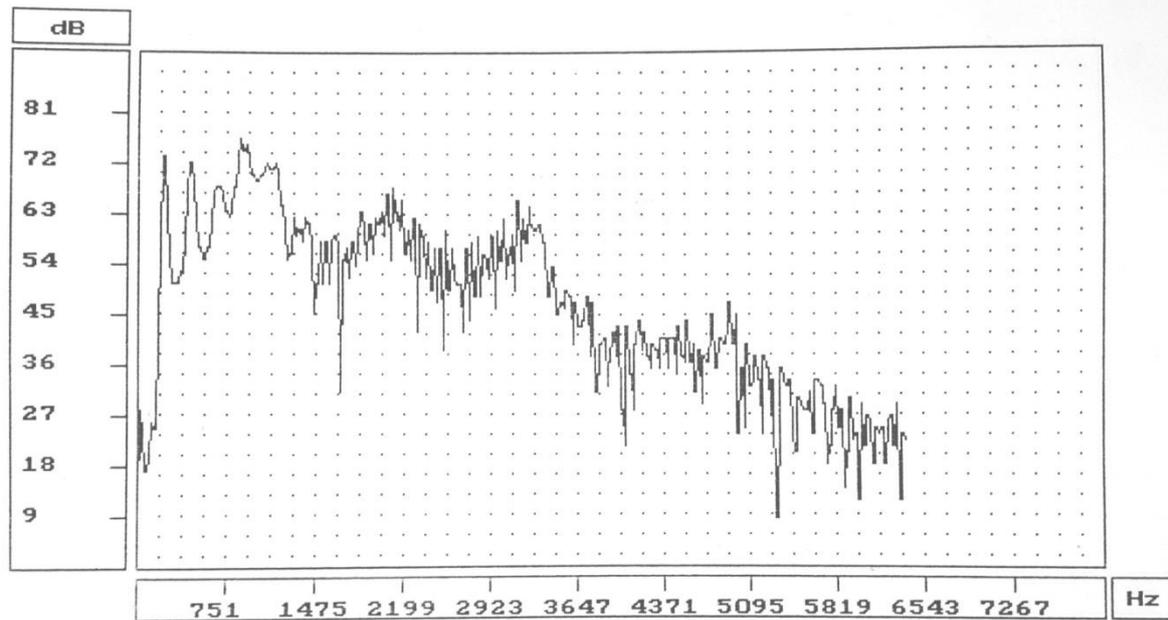


Figure I. 6 - Spectre de la voyelle /a/.

### I.5.3 Représentation tridimensionnelle : 'le sonagramme ou spectrogramme'

Il s'agit de la représentation temps-fréquence du son. On trace la répartition énergétique du son en fonction du temps et des fréquences. Le sonagramme est très utilisé pour étudier le signal de parole [5].

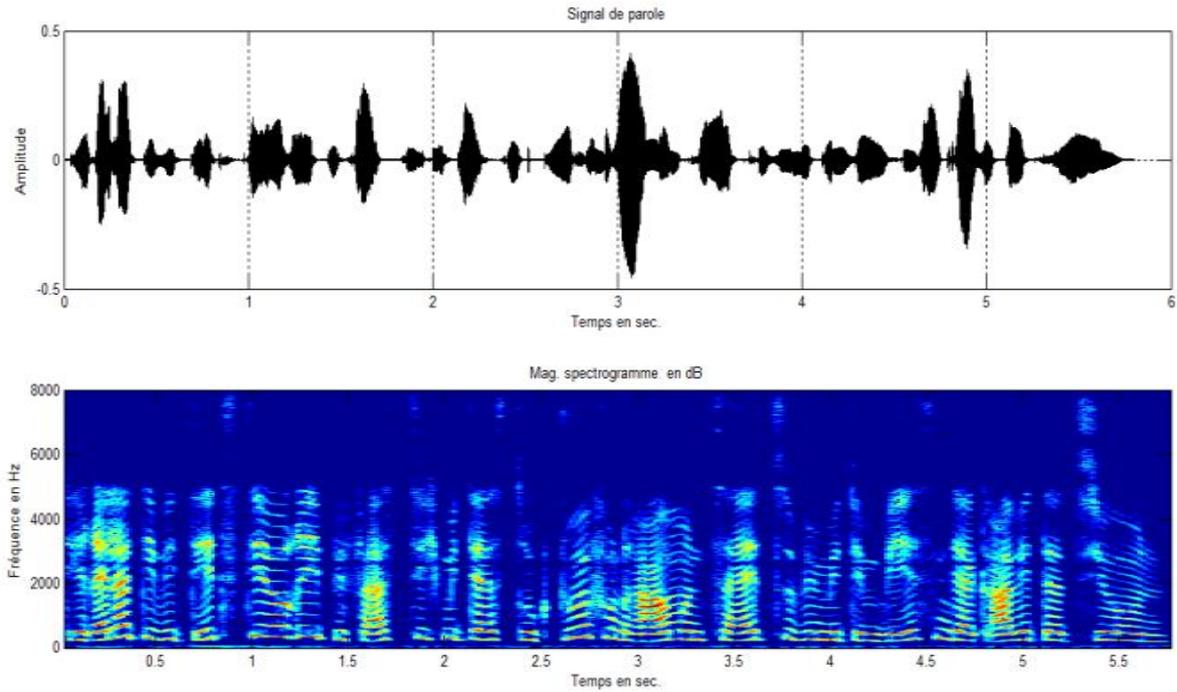


Figure I. 7 - Spectrogramme d'un segment de la parole.

## I.6 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons exposé des notions générales sur les signaux de parole. Nous avons introduit ces derniers et leurs caractéristiques, puis nous avons passé en revue le mécanisme de la production, et les différents modèles de représentation.

# **Chapitre II :**

## **Traitement numérique du signal de la parole**

## II.1 Introduction

Un signal est un message simplifié et généralement codé. Il existe sous forme d'objets ayant des formes particulières.

Les signaux audio sont employés depuis la nuit des temps par les hommes pour communiquer entre eux.

Le traitement du signal parole est la réalisation des opérations sur le signal pour extraire le maximum d'information. Ces opérations consistent à capter, transmettre et identifier le signal.

Vu la complexité du signal parole qui est un signal analogique, et pour pouvoir le traiter numériquement, une numérisation s'avère indispensable.

## II.2 Numérisation du signal [6]

Les propriétés du signal audio électrique issu du microphone subissent plusieurs transformations. C'est au départ un signal analogique continu qui contient une quantité infinie d'amplitudes, avant de devenir un signal discret et surtout un signal numérique contenant une quantité finie de valeurs. Cette transformation s'appelle la numérisation.

La raison d'une numérisation est qu'elle est plus fiable, elle permet de reproduire un signal quelconque à son état initial avec précision et stabilité dans le temps ce qui permet de transmettre le signal sans perte tout en réduisant la zone mémoire nécessaire pour stocker l'information portée par ce dernier.

La numérisation consiste en :

- ✓ L'échantillonnage pour rendre le signal discret.
- ✓ La quantification pour associer à chaque échantillon une valeur.

## II.3 L'échantillonnage [7]

L'échantillonnage d'un signal continu dans le temps, consiste à le remplacer par un autre défini à temps discret, ce qui revient à multiplier le signal analogique  $x(t)$  par un train d'impulsions périodiques d'amplitude unitaire, séparées de  $T_e = 1/F_e$  appelée cadence, pas ou

période d'échantillonnage, afin d'obtenir le signal échantillonné  $X_e(t)$  défini comme étant une suite des valeurs  $x_i = x(t_i)$  périodiques de période  $T_e$ .

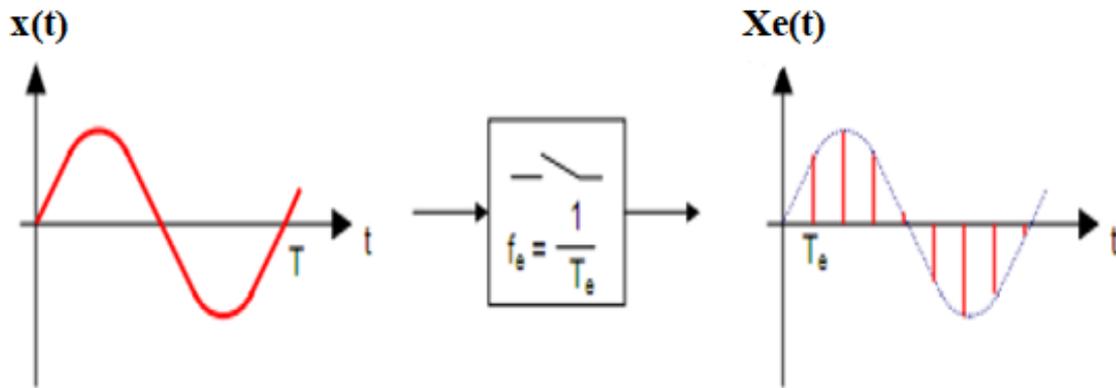


Figure II.1 - L'échantillonnage d'un signal continu.

On sait qu'à une multiplication dans le domaine temporel correspond une convolution dans le domaine fréquentiel.

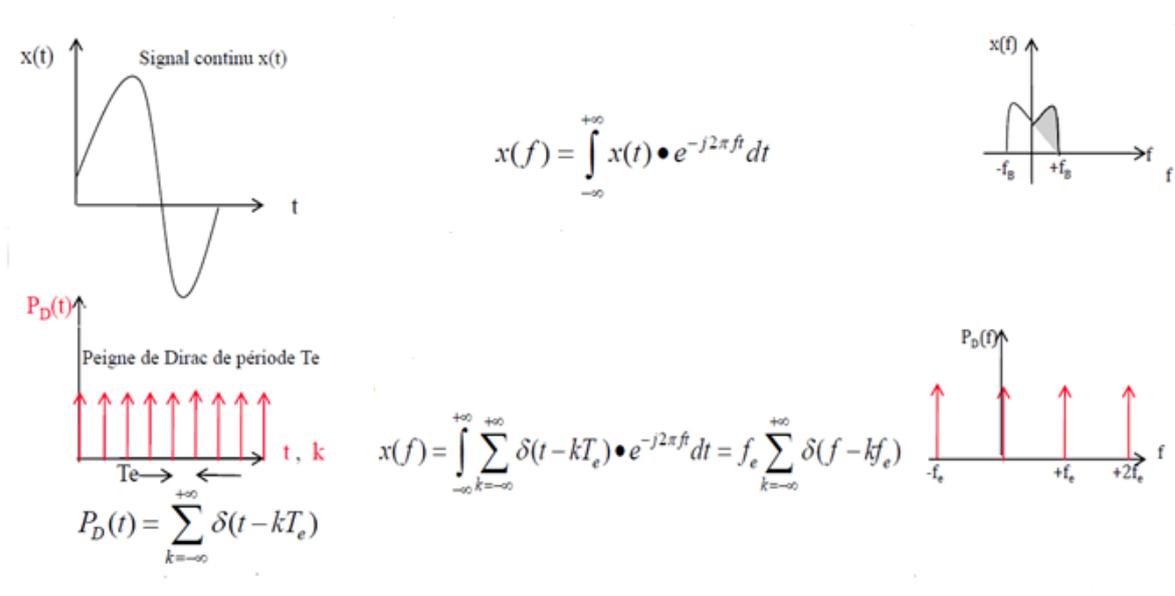


Figure II.1 - L'échantillonnage.

### II.3.1 Théorème d'échantillonnage

Dans le cas général, le théorème d'échantillonnage énonce que l'échantillonnage d'un signal exige un nombre d'échantillons par unité de temps supérieur au double de l'écart entre les fréquences minimale et maximale qu'il contient.

Si un signal  $x(t)$  est indéfiniment dérivable, c'est à dire que sa TF ou son spectre est nul pour toutes les fréquences n'appartenant pas à l'intervalle  $[-f_0, +f_0]$ , ce signal peut être défini entièrement et sans erreur par la seule connaissance de ses échantillons.

Lorsqu'un signal doit être échantillonné, le premier problème à résoudre est de savoir si la transformation ainsi réalisée est réversible ou non ?

En d'autres termes peut-on reconstituer le signal analogique de départ à partir des échantillons prélevés ou pas?

Sachant qu'en général l'échantillonnage induit une perte d'information qu'il est souhaitable de limiter le plus possible. En effet la reconstitution exacte qui est appelé "Interpolation", est possible à condition de respecter la condition de réversibilité de Shannon.

$$f_0 \leq \frac{1}{2.T_e} \dots\dots\dots (II.1)$$

### II.3.2 Développement graphique

Le développement graphique du concept d'échantillonnage nous permettra de donner un aperçu très clair sur l'importance du choix de la période d'échantillonnage  $T_e$ .

On supposant que  $X(f)$  s'annule au-delà de l'intervalle  $[-F_0, +F_0]$ , deux cas de figures se présentent alors :

La période d'échantillonnage est choisie tel que:

$$\frac{1}{T_e} \geq 2f_0 \dots\dots\dots (II.2)$$

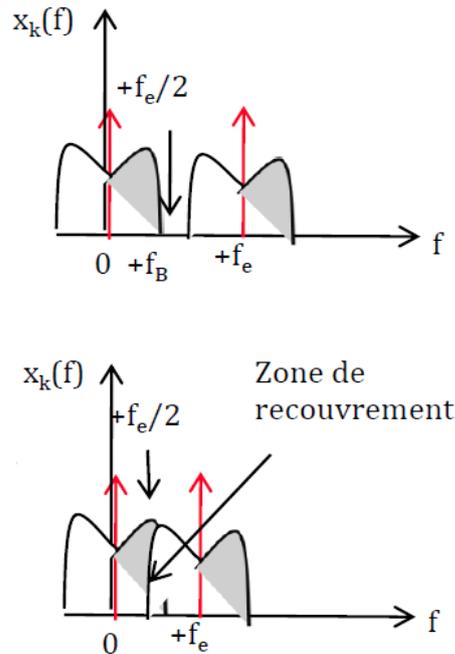


Figure II.3 - Théorème d'échantillonnage.

Dans ce cas le spectre de la fonction échantillonnée va être constitué de motifs qui se chevauchent; c'est le phénomène de repliement du spectre. Ce dernier va être perturbé à cause du repliement en procédant à l'isolation du motif central par un filtre passe bas de fréquence de coupure  $1/2T_e$  due aux motifs voisins, ce qui empêche la reconstitution du spectre.

Dans ce cas le spectre de la fonction échantillonnée va être constitué de motifs qui se chevauchent; c'est le phénomène de repliement du spectre. Ce dernier va être perturbé à cause du repliement en procédant à l'isolation du motif central par un filtre passe bas de fréquence de coupure  $1/2T_e$  due aux motifs voisins, ce qui empêche la reconstitution du spectre.

### II.3.1 Définition pratique

Globalement, l'échantillonnage consiste à convertir des signaux analogiques en données numériques. Lors de l'enregistrement, la carte son reçoit le signal acoustique analogique qu'elle convertit en échantillons numériques. Ici s'effectue donc une conversion analogique/numérique. Lors de la restitution des sons, l'opération est inversée de telle sorte que le flux de données numériques des échantillons est reconverti en signaux analogiques.

Quant à savoir si le résultat de la conversion analogique/numérique est fidèle au signal analogique d'origine, cela dépend de la fréquence d'échantillonnage et de sa qualité (taille d'échantillonnage).

L'idéal serait que le signal analogique continue d'enregistrer son cycle à chaque instant  $t$  mais c'est une opération vaine qui ferait perdre à la longue beaucoup d'espace mémoire. Au lieu de cela, un nombre précis d'échantillons est extrait par seconde ce qui signifie que le signal analogique en cours est converti et enregistré cycliquement en une valeur numérique à intervalles réguliers.

Plus cette opération se répétera et plus petit sera l'écart entre les échantillons. Le cycle du signal analogique sera d'autant plus précis sans compter la haute qualité d'enregistrement qui sera atteinte.

L'unité de mesure dans ce domaine est la fréquence d'échantillonnage du CD audio qui s'élève ici à 44,1 KHz. Autrement dit, 44100 échantillons sont préparés par seconde ce qui correspond à la célèbre qualité de son restituée par les CD audio.

La fréquence d'échantillonnage n'est pas le seul paramètre déterminant la qualité d'un enregistrement numérique. La taille des échantillons joue un rôle encore plus décisif. Il faut sous-entendre par-là la production des signaux acoustiques en un champ de valeurs numériques. En qualité CD, on enregistre en 16 Bits ce qui permet de différencier 65536 volumes acoustiques. Avec une qualité plus faible - en général de 8 Bits - le champ de valeurs se réduit de 256 fois pour donner un résultat à peine audible à l'oreille.

## II.4 Quantification

Quantifier un signal consiste à placer les amplitudes des échantillons sur une échelle de valeurs à intervalles fixes. Chaque impulsion correspond donc à un nombre binaire unique.

- ✓ Une quantification à  $n$  bits permet d'utiliser  $2^n$  valeurs différentes.
- ✓ Pour 8 bits, on a 256 valeurs et pour 16 bits, on a 65536 valeurs.

La transformation d'une valeur physique (en volts) en une valeur binaire introduit donc une distorsion. De même lorsque l'impulsion dépasse la valeur maximale prévue [7].

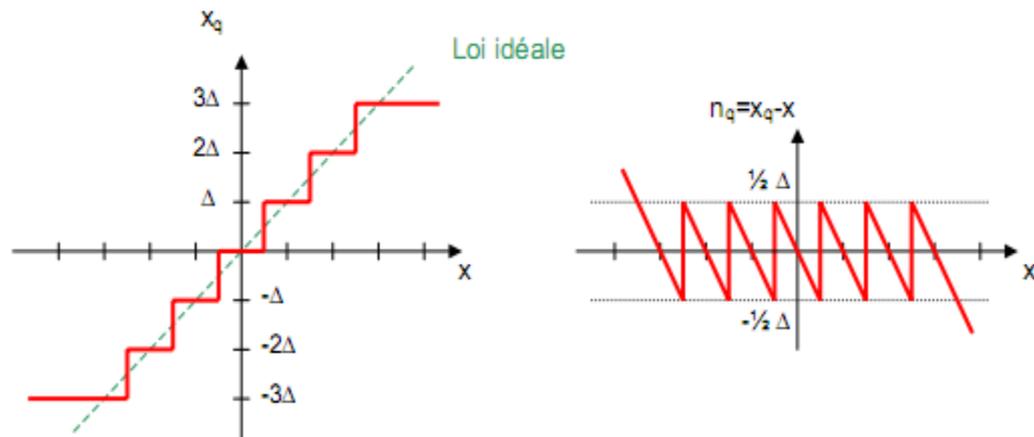


Figure II.4 - Quantification.

## II.5 Codage

Le codage consiste à associer à un ensemble de valeurs discrètes un code composé d'éléments binaires.

Dans la littérature technique, ce terme englobe indifféremment toutes les méthodes de compression, les paramétrages d'échantillonnage et de quantification. En principe, le codage désigne le type de correspondance que l'on souhaite établir entre chaque valeur du signal analogique et le nombre binaire qui représentera cette valeur. Par exemple, dans le codage PCM chaque valeur binaire (impulsion) est codée telle quelle sans compression. Ceci explique la taille importante des fichiers WAV ou AIFF. En 16 bits / 44 kHz stéréo (codage des CD audio), 1 minute de musique PCM correspond à 10 MO de données numériques!

## II.6 La transformée de Fourier (T.F.R-F.F.T)

La transformation de Fourier des signaux analogiques est appropriée pour un traitement continu (analogique) du signal. Pour un traitement numérique.

### II.6.1 Transformée de Fourier ou Intégrale de Fourier

Elle s'applique à un signal continuo discret non périodique.

• La transformée de Fourier de x(t)	• La transformée inverse de Fourier
$x(f) = \int_{-\infty}^{+\infty} x(t)e^{-j2\pi ft} dt$	$F^{-1}\{x(f)\} = x(t) = \int_{-\infty}^{+\infty} x(f)e^{j2\pi ft} df$

Tableau II.1 - La transformée de Fourier.

### II.6.2 Transformation de Fourier discrète (T.D.F)

Vu l'importance de la Transformation Fourier, il est nécessaire de la mettre sous une forme plus pratique, le résultat est arrivé à n'est pas sous une forme appropriée pour un traitement numérique. Ceci provient d'une part de l'existence d'une variable continue analogique représentant la fréquence, et d'autre part de la nécessité de faire intervenir un nombre infini d'échantillons du signal. Cette forme est appelée T.D.F (transformée de FOURIER discrète).

Les expressions mathématiques de la T.D.F et de la T.D.F inverse sont données par les relations suivantes:

• Transformée de Fourier discrète	• la T.D.F inverse
$X(n) = \sum_{k=0}^{N-1} x(k) \cdot \exp(-j2\pi \cdot \frac{nk}{N})$	$x(k) = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} X(n) \cdot \exp(+j2\pi \cdot \frac{nk}{N})$

Tableau II.2 - La transformation de Fourier discrète.

C'est le produit d'une matrice par un vecteur qui transforme le vecteur

x(t) en un vecteur X(k) de même dimension.

Ou X(n) et x(k) sont des suites des nombres complexes.

En posant :

$$\begin{cases} W_N = \exp(2\pi \cdot \frac{j}{N}) \\ 0 \leq n \leq N - 1 \end{cases} \dots\dots\dots (II.3)$$

On obtient alors:

$$X(n) = \sum_{k=0}^{N-1} x(k) \cdot W_N^{nk} \dots\dots\dots (II.4)$$

La T.D.F sous forme matricielle s'écrira:

$$\begin{bmatrix} X(0) \\ X(1) \\ \vdots \\ X(N-1) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & \dots & \dots & 1 \\ 1 & \dots & \dots & W_N^{N-1} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & \dots & \dots & W_N^{(n-1)^2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x(0) \\ x(1) \\ \vdots \\ x(N-1) \end{bmatrix} \dots \dots \dots (II.5)$$

Ou sous forme condensé:  $X = T_N \cdot x$

Pour la transformée inverse il suffit de multiplier par 1/N et de changer  $W^n$  en  $W^{*n}$ . La matrice carrée  $T_N$  d'ordre N représente des particularités évidentes, les lignes et les colonnes de même indices ont les mêmes éléments, et ces éléments sont des puissances d'un nombre de base W tel que:

$$W_N^N = 1$$

Cette transformée est elle-même de période N et de puissance moyenne fine. Elle permet de calculer la transformée de Fourier d'une séquence de longueur fine à l'aide d'un ordinateur, la TF au sens usuel étant dédiée à des signaux continus supposés de support infini.

C'est pourquoi dans sa définition apparait un pas d'échantillonnage en fréquence  $\frac{k}{N}$ . L'intérêt pratique de la TFD vient de ce qu'il existe des algorithmes qui permettent de calculer cette transformée avec beaucoup moins de multiplications qu'il n'en faudrait pour calculer la transformée de Fourier usuelle. Le calcul de la TFD nécessite alors  $N \log_2(N)$  multiplications alors que le calcul classique en demanderait  $N^2$ . L'utilisation de ces algorithmes permet donc des calculs rapides de la TFD, dont celui de COOLEY-TUKEY, RADER, GOOD-THOMAS, WINOGRAD, d'où son nom de FFT (Fast Fourier Transform). Chacun de ces algorithmes permet de réduire considérablement le nombre d'opération qui était de  $N^2$  multiplications complexes et  $N(N-1)$  additions complexes, lors du calcul direct de la T.D.F.

La F.F.T existe sous deux formes principales, dites partagée dans le temps et dans les fréquences.

### II.6.2.1 Algorithme de la F.F.T

L'algorithme de la FFT dans la majorité des cas est basé sur l'inversion binaire ainsi que sur l'opération papillon et le calcul en place vu précédemment.

## II.7 Les fenêtres

Les fenêtres sont des méthodes très importantes pour éliminer les lobes latéraux (*sidelobes*) des estimateurs, mais elles ont aussi d'autres applications. Une fenêtre peut être appliquée à un signal de la manière suivante:

$$x_n(k) = x(k) \cdot W(k + \frac{N}{2}) \dots\dots\dots (II.6)$$

La valeur N fait référence à la longueur de la tranche à considérer.

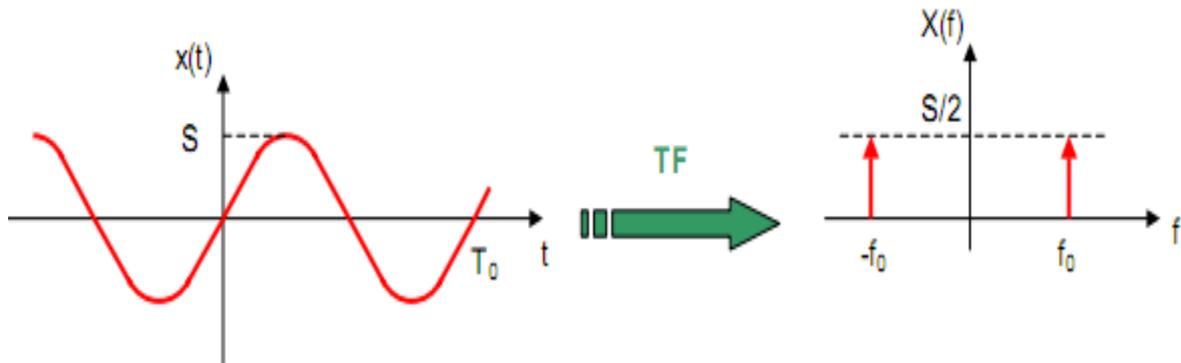


Figure II.5 – Fonction de fenêtres.

Normalement, le calcul est fait une fois avec la formule originelle de la fenêtre pour construire une table et ensuite, celle-ci est consultée chaque fois qu'il est nécessaire. Donc, le coût en programmation est très faible et il permet d'appliquer des fenêtres très sophistiquées sur une puce quelconque.

Voici schématiquement les fenêtres les plus utilisées.

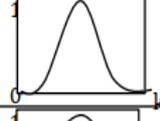
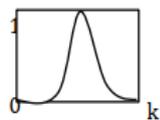
Fenêtre	Allure Temporelle	Remarques
Rect.		Offre la plus faible largeur spectrale au sommet donc bien indiqué pour une identification fine d'une fréquence. Les lobes secondaires étant importants, les mesures d'amplitude des raies latérales au sommet sont erronées.
Hamming		Meilleur compromis en résolution fréquentielle et en amplitude.
Hanning		A peine moins bon que le Hamming.
Blackman		Lobes secondaires fortement atténués, très bonne précision sur la mesures en amplitude des raies présentes dans le lobe principal. Compte tenu de sa largeur, elle offre la moins bonne résolution fréquentielle.

Tableau II.3 - les choix des fenêtres.

## II.8 Conditionnement des signaux

Les signaux provenant du monde extérieur sont bruyants, difficiles à lire et peuvent être dangereux pour les appareils mesure. Les circuits de conditionnement du signal transforment le signal en une forme appropriée pour l'entrée dans un ADC. Il comprend l'amplification, l'atténuation, le filtrage et l'isolation...

### II.8.1 L'amplificateur

Un amplificateur électronique (ou amplificateur, ou ampli) est un système électronique augmentant la tension et/ou l'intensité d'un signal électrique. L'énergie nécessaire à l'amplification est tirée de l'alimentation électrique du système. Un amplificateur parfait ne déforme pas le signal d'entrée : sa sortie est une réplique exacte de l'entrée mais d'amplitude majorée.

**Amplificateur opérationnel** : c'est un amplificateur électronique qui amplifie une différence de potentiel électrique présente à ses entrées.

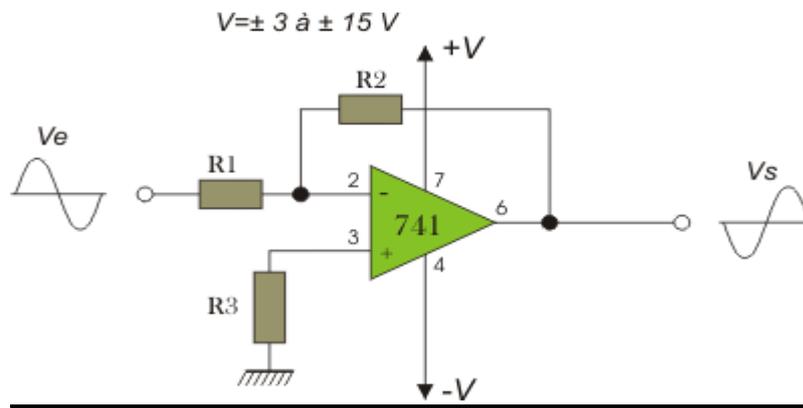


Figure II.6 - L'amplificateur opérationnel.

## II.8.2 Le filtrage

Le filtrage peut avoir différentes applications. Il peut en particulier être pratiqué afin de réduire le bruit (signal parasite « large bande » ou haute fréquence) entachant le signal utile. Ainsi un filtrage passe-bas éliminera le bruit haute fréquence et produira un effet de lissage utile.

Placé avant l'échantillonnage de la conversion analogique/numérique le filtre d'entrée appelé filtre anti-repliement, contraint le signal à avoir un spectre limité tel que  $f_{\max} < F_e/2$ . Placé en sortie de la conversion analogique/numérique, le filtrage lisse le signal de sortie pour restituer le signal utile.

### II.8.2.1 Classification de filtrage

Il existe cinq principaux types de filtres, selon la forme de leur réponse

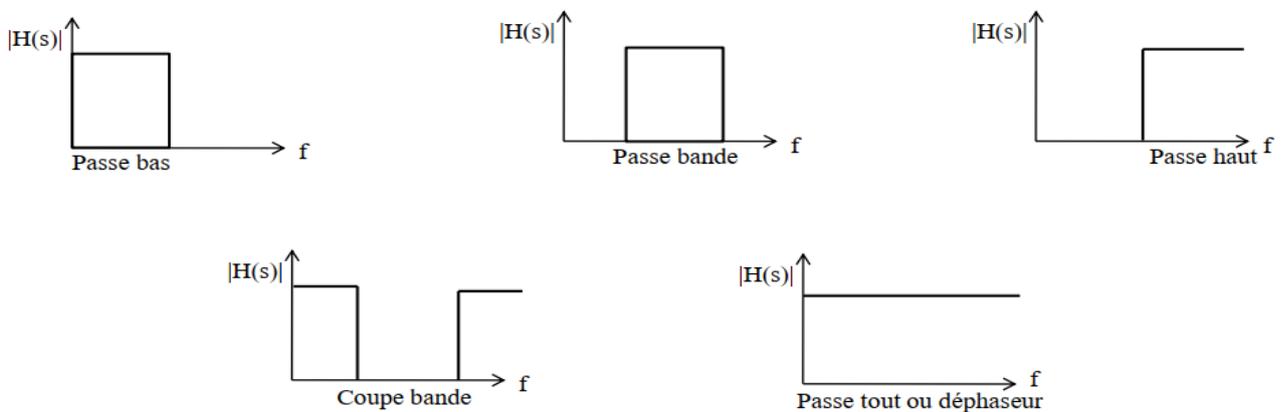


Figure II.7 - types de filtres.

### II.8.2.2 Filtrage numérique

C'est un système Linéaire Discret (SLD) modifiant la représentation temporelle et fréquentielle de signaux

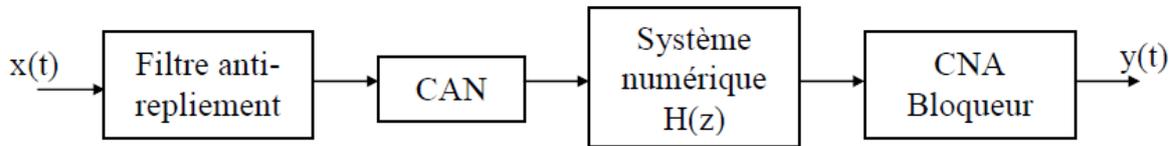


Figure II.8 – Système de traitement numérique du signal.

### II.8.2.3 L'avantage des filtres numériques

Ils sont plus fidèles aux spécifications et éliminent des problèmes de tension, de température et de bruit dans les autres composants du même circuit.

## II.9 Convertisseur analogique-numérique

Le convertisseur analogique-numérique est un élément requis dans les systèmes DAQ, car les machines et les ordinateurs ne peuvent traiter que les données binaires. Le convertisseur analogique numérique est un circuit intégré électronique qui numérise simplement l'entrée dans une série de nombres appelés bits (zéros et uns). Dans le système binaire, un bit peut avoir une valeur (0 ou 1) afin que les ordinateurs puissent comprendre ces éléments d'information et les traiter [8] [9] [10].

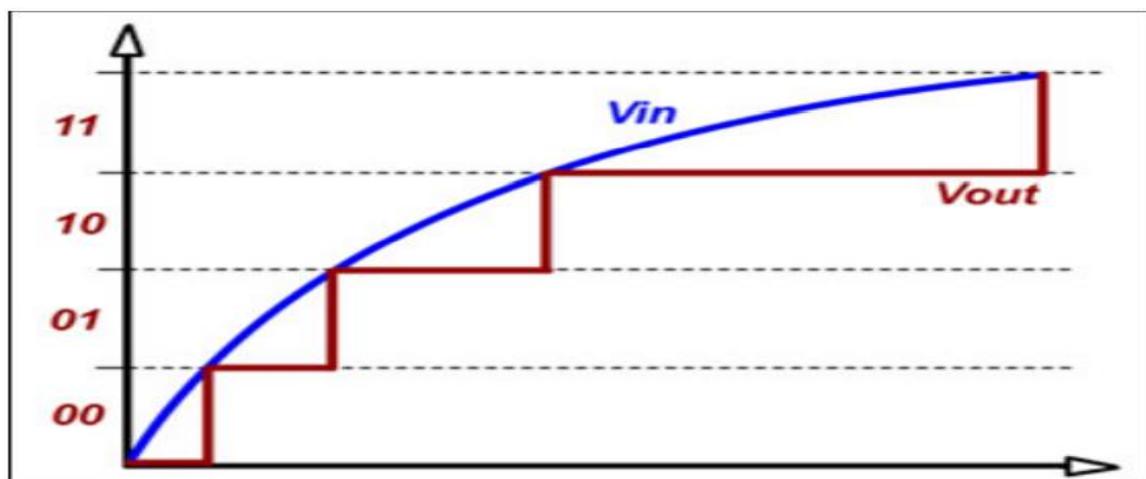


Figure II.9 - Conversion du signal continu en signal discret.

### II.9.1 Résolution

La résolution du convertisseur,  $r$ , est la plage de tension analogique pour passer du nombre  $n$  à  $(n + 1)$ . Pour une tension d'entrée analogique qui varie de 0 V à l'amplitude  $V_{MAX}$ .

$$r = \frac{V_{MAX}}{2^N - 1} \dots\dots\dots (II.7)$$

Si cette tension d'entrée varie de 0 à 10 V et qu'un convertisseur analogique numérique de 8 bits est utilisé, la résolution est alors :

$$r = \frac{V_{MAX}}{2^N - 1} = \frac{10 \text{ V}}{2^8 - 1} = \frac{10 \text{ V}}{255} = 39.2 \text{ mV} \dots\dots\dots (II.8)$$

En d'autres termes, pour que la valeur numérique à la sortie du convertisseur varie, l'entrée la tension doit avoir varié de 39,2 mV.

### II.10 Convertisseur numérique-analogique

Un convertisseur numérique-analogique (CNA, de N/A pour numérique vers analogique ou, en anglais, DAC, de D/A pour Digital to Analog Converter) est un composant électronique dont la fonction est de transformer une valeur numérique (codée sur plusieurs bits) en une valeur analogique proportionnelle à la valeur numérique codée. Généralement la sortie du convertisseur est une tension électrique, mais certains convertisseurs ont une sortie en courant [10] [11].

N/A = Fréquence / Bits.

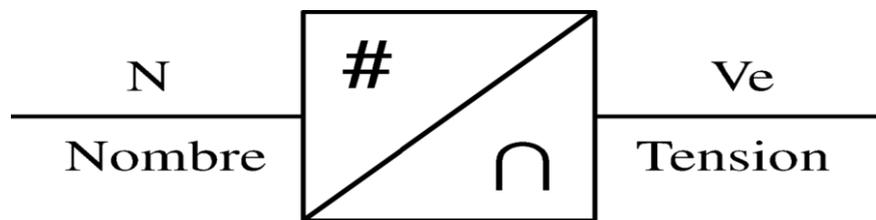


Figure II.10 - Symbole du convertisseur numérique-analogique.

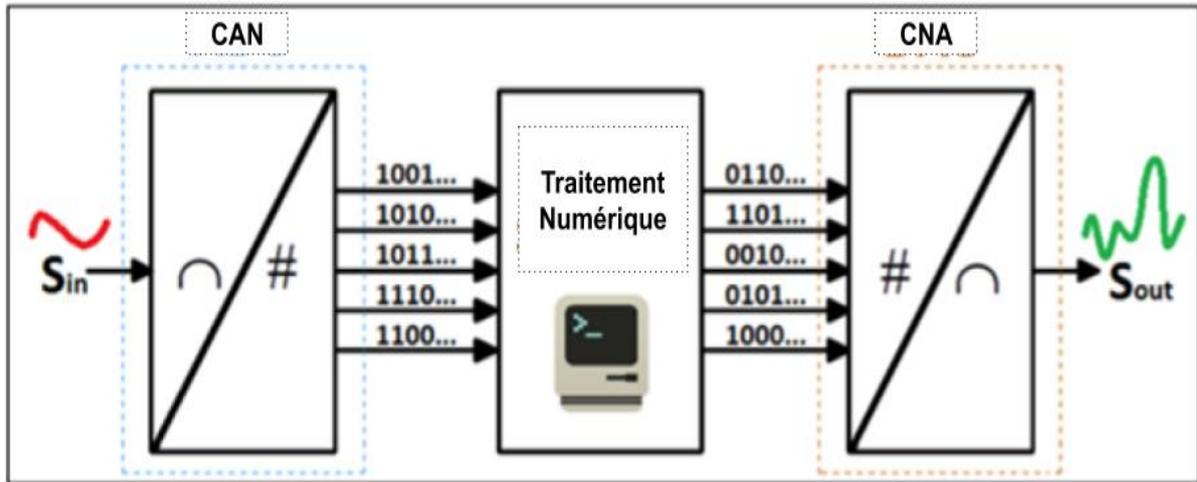


Figure II.11 - CAN/CNA.

$S_{in}$  : Entrée de signal analogique

$S_{out}$  : Sortie de signal analogique

$\cap$  : Symbole analogique

# : Symbole numérique

$\cap/\#$ : CAN       $\#/\cap$ : CNA

### II.10.1 Principe de fonctionnement

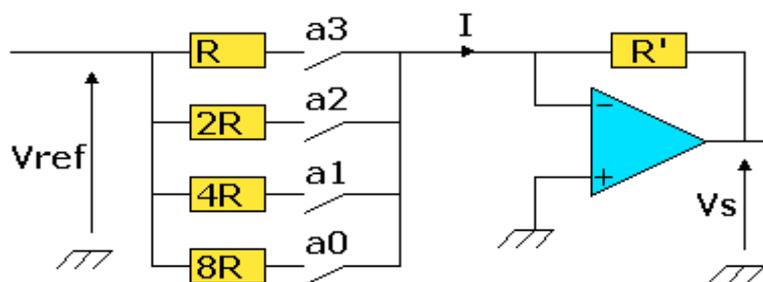


Figure II.12 – Conversion analogique-numérique.

$$I = -\frac{v_s}{R'} \text{verf} \left( \frac{a^3}{R} + \frac{a^2}{2R} + \frac{a^1}{4R} + \frac{a^0}{8R} \right) \dots \dots \dots (II.9)$$

$$v_s = -\frac{\text{verf} \cdot R'}{8R} (2^3 \cdot a^3 + 2^2 \cdot a^2 + 2^1 \cdot a^1 + 2^0 \cdot a^0) \dots \dots \dots (II.10)$$

$a_0, a_1, a_2, a_3$  sont des coefficients pouvant prendre les valeurs 1 ou 0

## II.11 Conclusion

Le traitement du signal parole est une discipline indispensable dans le domaine de l'acoustique. Dans ce chapitre on a essayé de présenter les techniques de traitement du signal parole, en faisant appel à des méthodes sophistiquées pour extraire un maximum d'information utiles sur un signal perturbé par du bruit. Compte tenu de la complexité du signal analogique, un traitement numérique s'impose et il est rendu possible grâce à la puissance des circuits de calculs et des ordinateurs modernes.

# **Chapitre 3 :**

**Conception hardware**

**et**

**Simulation**

### III.1 Introduction

Ce chapitre aborde de façon succincte l'architecture de la carte d'acquisition du point de vue matériel. Cette carte est élaborée dans le but d'acquérir huit signaux analogiques et huit signaux numériques, captés par un microphone. Pour prédire les performances de cette carte à concevoir avec précision, le recours à la simulation est indispensable. Cette dernière consiste à schématiser le système via un environnement graphique simple. Elle a pour but de tester le projet ce qui permet de connaître à préalable les résultats et déceler certaines erreurs pour effectuer des modifications si elles sont nécessaires.

### III.2 Principe de fonctionnement

Cette carte d'acquisition à 8 voies analogiques et 8 voies numériques, assure la numérisation et la reconstruction des signaux paroles. La conversion analogique est faite par un convertisseur analogique numérique CAN, alors que les données numériques, de N bits en provenance de cet convertisseur sont transmises à un autre convertisseur numérique-analogique pour mettre en forme le signal analogiquement. Cette procédure d'acquisition est gère et commande par une unité de traitement numérique à base de microcontrôleur PIC18F26K20. La communication de cette carte avec le PC se fait à travers une liaison série RS-232C(DB9).

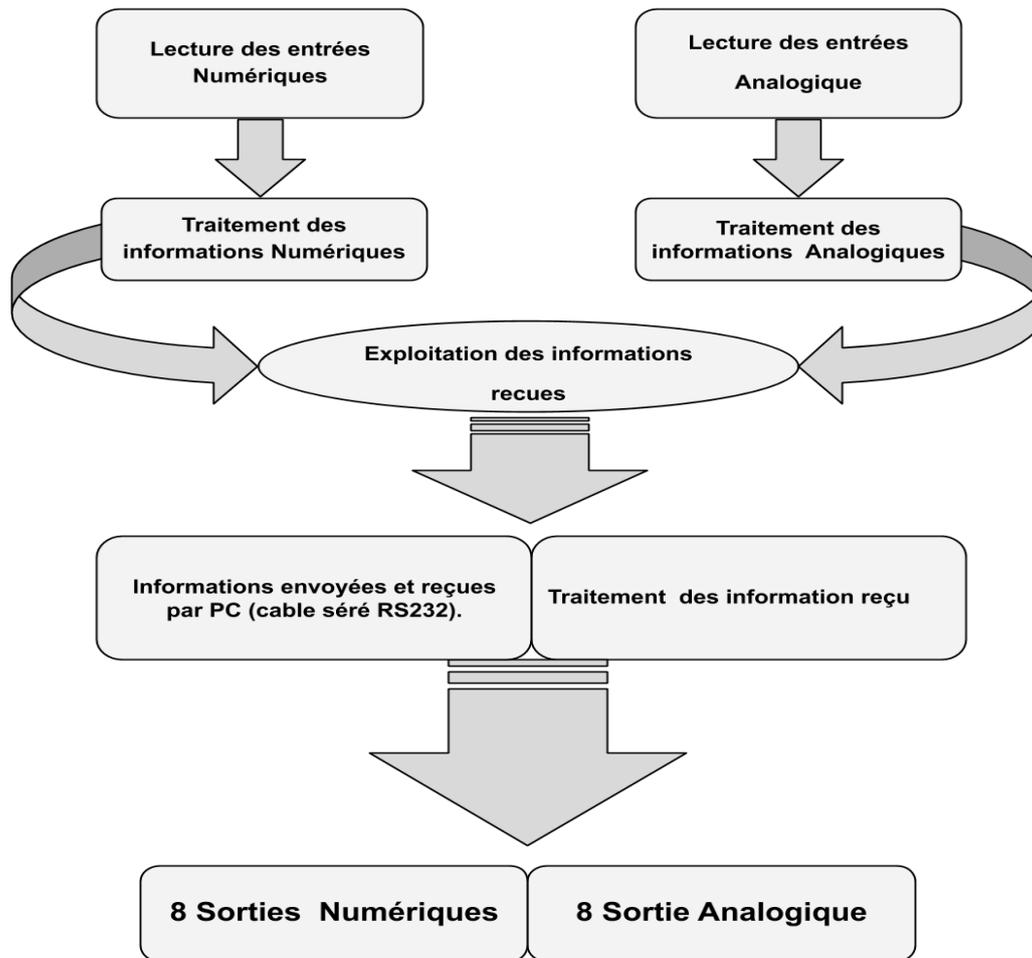


Figure III.1- Principe de fonctionnement de la carte.

### III.3 Constitution de la DAC

D'après le schéma bloc (figure III.2), la carte comporte cinq étages électroniques :

- ✓ Etage d'acquisition de signaux analogiques.
- ✓ Etage de restitution de signaux analogiques.
- ✓ Etage d'acquisition de signaux numériques.
- ✓ Etage de restitution de signaux numériques.
- ✓ Etage d'adressage et de commande.

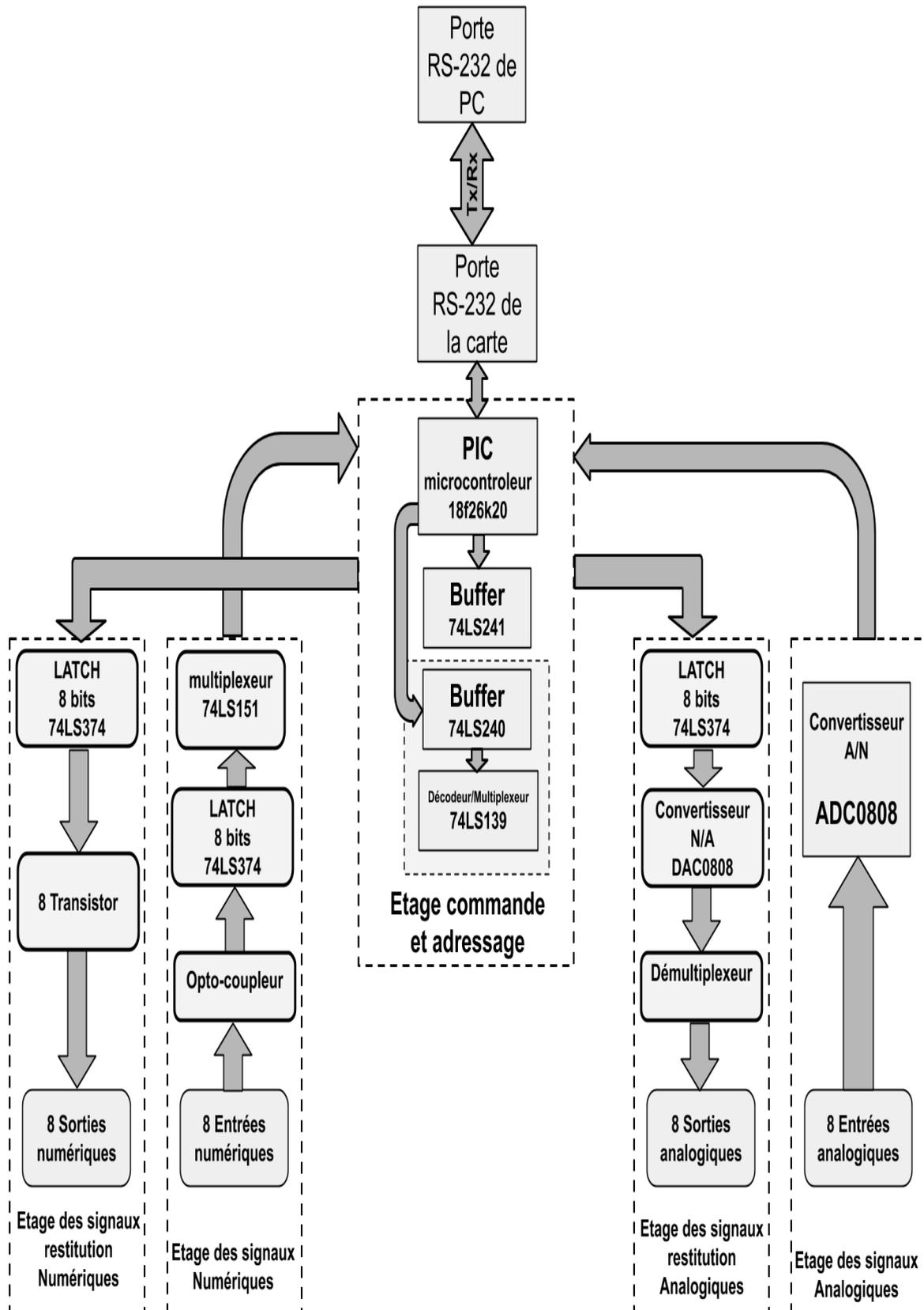


Figure III. 2 - Schéma bloc de la carte.

### III.3.1 Etage d'acquisition de signaux analogiques

Comme illustre sur la Figure III.1, l'étage d'acquisition analogique est construit autour de deux circuits principaux:

- ✓ Le convertisseur CAN : ADC0808.
- ✓ Le latch 8 bits : 74LS374.

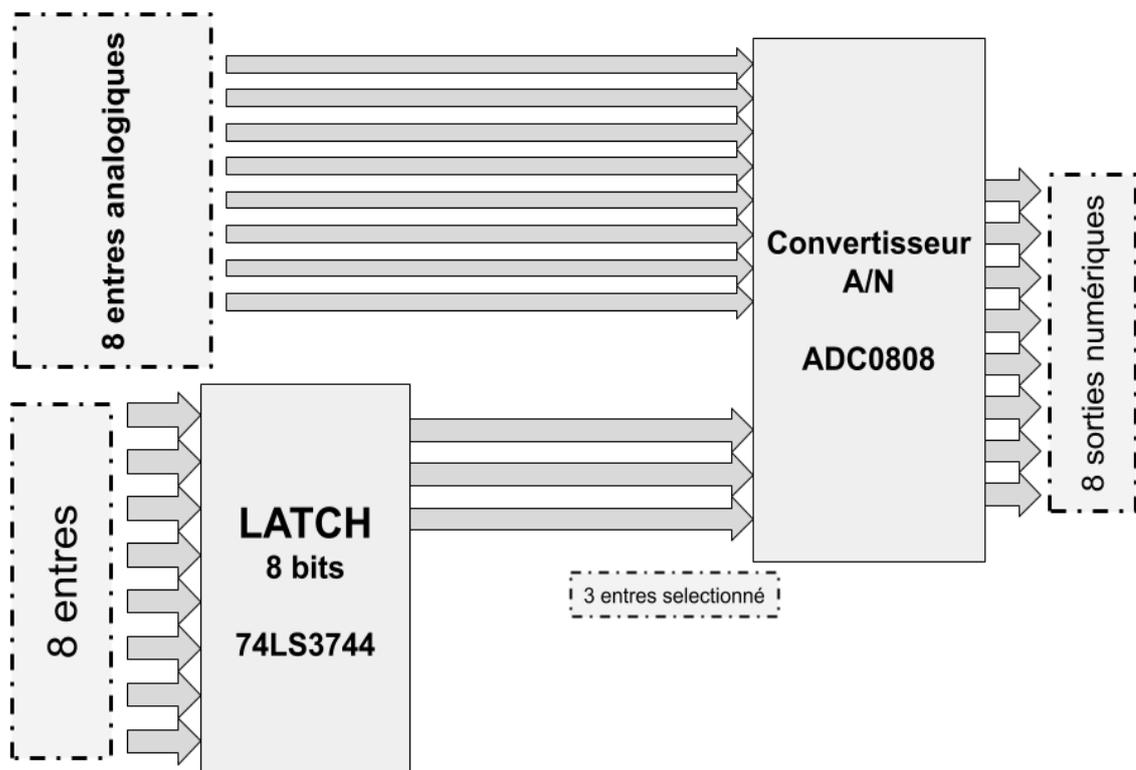


Figure III. 3 - Schéma bloc de l'étage d'acquisition de signaux analogiques.

#### III.3.1.1 Convertisseur analogique-numérique (ADC 0808)

##### III.3.1.1.1 Description générale

Le convertisseur analogique – numérique (CAN) ADC0808, est un composant électronique monolithique CMOS contenant un convertisseur analogique-numérique 8 bits, auquel est associé un multiplexeur 8 canaux et un circuit de commande et de contrôle.

Le multiplexeur analogique permet de porter à huit le nombre de signaux acquis, et la sélection d'une quelconque entrée analogique parmi 8 se fait à l'aide d'un décodeur d'adresse 3 bits avec charge d'adresse.

Ce convertisseur utilise la technique de conversion à approximation successive, comportant un registre d'approximation successive (SAR), un détecteur de seuil d'impédance élevée, un réseau de condensateur pour recevoir les n bits de la sortie binaire, un comparateur et un séquenceur logique piloté par horloge.

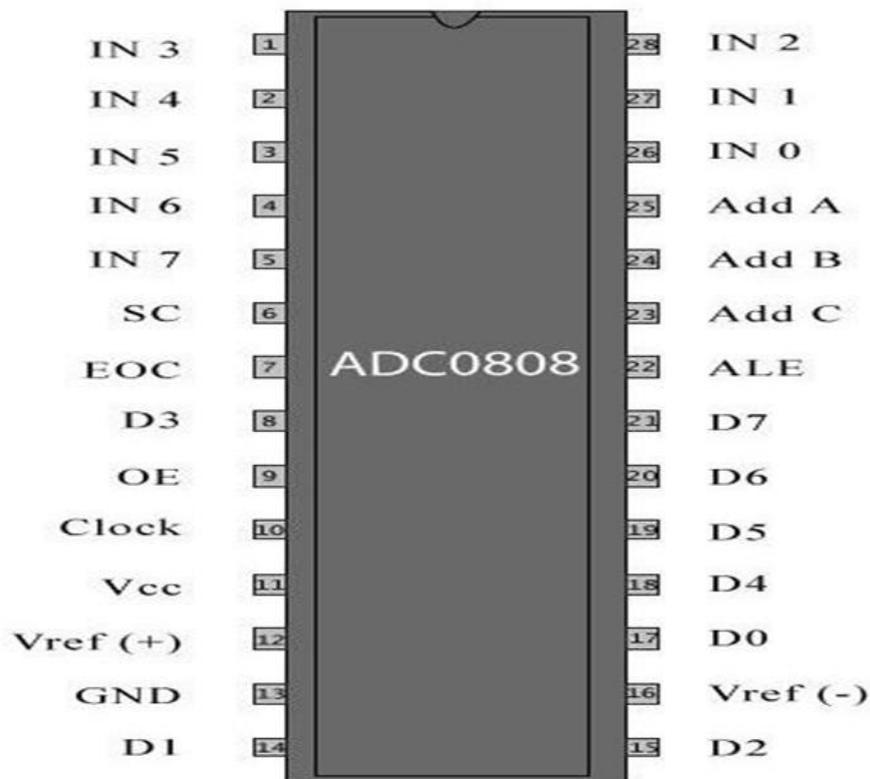


Figure III. 4 - Brochage du circuit ADC0808.

### III.3.1.1.2 Caractéristiques

Les caractéristiques essentielles du convertisseur sont regroupées dans le tableau suivant

Propriété	Explication
❖ Tension d'alimentation $V_{cc_{max}}$	❖ 5V
❖ Résolution	❖ 8bits
❖ Faible consommation	❖ 15mw
❖ Durée d'un cycle de conversion	❖ 100 $\mu$ s
❖ Plage de température de fonctionnement	❖ de - 40°C à +85°C ou de -55°C à +125°C
❖ Erreur totale sans ajustement	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ +/-1/2LSB pour le circuit ADC 0808.</li> <li>❖ Tension sur chaque broche, exceptées celles de contrôle: de - 0,3V à VCC + 0,3V.</li> <li>❖ Tension des entrées de contrôle (START; 0E; CLOCK; ALE; ADDA; ADDB; ADDC) : de -3V à +15V .</li> <li>❖ Puissance dissipée: 875 mw.</li> <li>❖ Fréquence d'horloge: 10 KHz &lt; FCLK &lt; 1280 KHz.</li> </ul>

Tableau III.1 - Caractéristiques (CAN) ADC0808.

La figure ci-dessous représente le schéma interne du convertisseur ADC0808 :

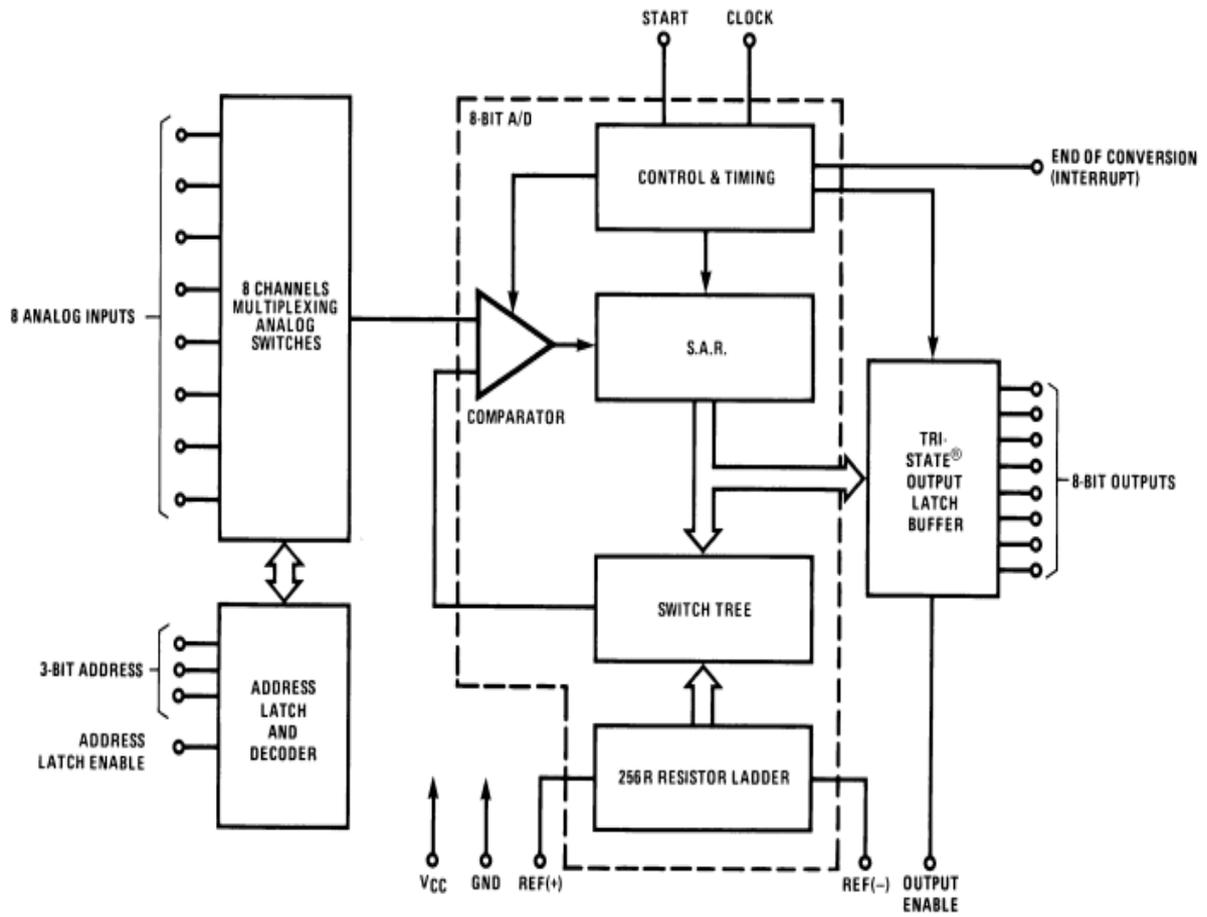


Figure III. 5 - Structure interne du convertisseur ADC0808.

## III.3.1.1.1 Brochage

Numéro broche	Nom	Rôle des broches
1 à 5, 27, 28	INTx(x: numéro canal)	Entrée analogique
6	SC	(Star Conversion) impulsion positive donnant l'ordre du début de Conversion Analogique Numérique
7	EOC	(End Of Conversion): front montant signifiant la fin d'un cycle de Conversion Analogique Numérique
8,14,15,18,19,20,21	Dx	Bits des sorties numérique
9	Output Enable	(Output Enable): signal de validation du résultat de la CAN
10	Clock Input	Entrée horloge : pour fournir l'horloge externe
11	Vcc	Alimente généralement le circuit intégré avec 5V
12	Réf V (+)	Tension de référence Positif
13	GND	La masse
16	Réf V (-)	Tension de référence Négatif
22	ALE	(Adress Latch Enable): entrée de validation des adresses active sur un niveau haut
23,24,25	Address A,B,C	Ces trois broches sont utilisées pour sélectionner le canal

Tableau III.2 – Brochage du circuit ADC0808.

### III.3.1.2 Latch de sélection 74LS374

Le latch est un dispositif électronique simple, utilise en tant que circuit mémoire élémentaire, pour stocker un bit de donnée. Son entrée se retrouve en sortie à chaque front montant d'horloge.

Le 74LS374 est un latch 8 bits de type D, qui permet de piloter le multiplexeur, et il est caractérisé par une faible consommation, haute vitesse, avec des entrées de type D séparées pour chaque bascules et des sorties à 3 états pour les applications orientées bus.

#### III.3.1.2.1 Caractéristiques

- ✓ Huit latches dans un seul boîtier.
- ✓ Sorties à 3 états pour l'interfaçage de bus.
- ✓ Hystérésis à l'activation du verrouillage.
- ✓ Entrées de type D déclenchées par front.
- ✓ Horloge à déclenchement par front positif tamponné.
- ✓ Hystérésis sur l'entrée d'horloge pour améliorer la marge de bruit.
- ✓ Les diodes de serrage d'entrée limitent les effets de terminaison à grande vitesse.

La figure ci-dessous montre les broches du latch :

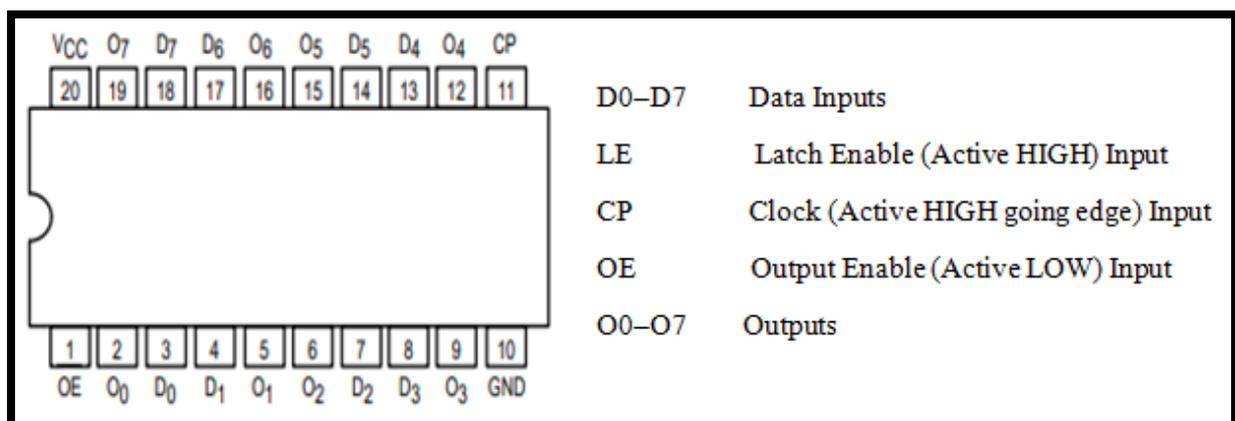


Figure III. 6 - Brochage du latch 74LS374.

### III.3.2 Etage de restitution des signaux analogiques

Selon la figure, l'étage de restitution des signaux analogiques comporte :

- ✓ Un convertisseur CNA : DAC0808.
- ✓ Un démultiplexeur analogique : 74HC138.
- ✓ Un amplificateur opérationnel : LM741.
- ✓ deux tachs 8bits : 74LS374.

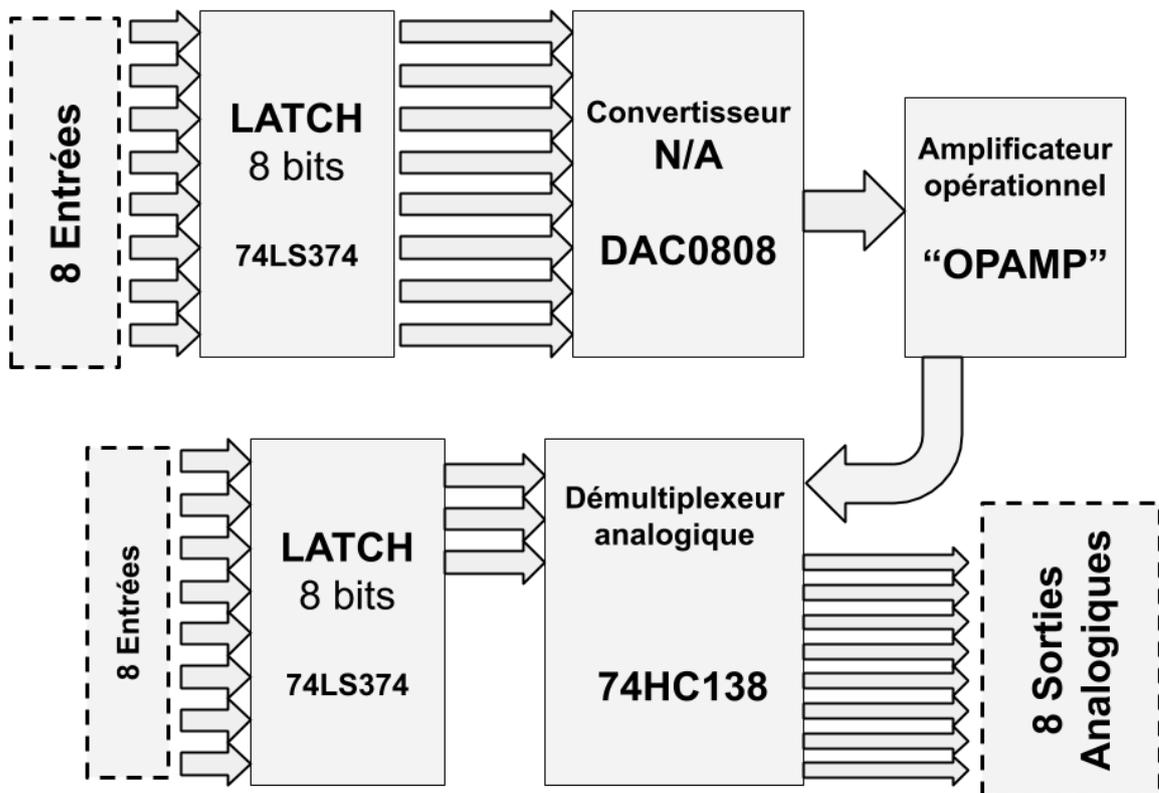


Figure III. 7 - Diagramme bloc de l'étage restitution des signaux analogiques.

#### III.3.2.1 Convertisseur N/A (DAC0808) [12]

DAC0808 est un convertisseur numérique analogique (CNA) monolithique de 8 bits offrant un temps de stabilisation du courant de sortie à pleine échelle de 150 ns en ne dissipant que 33 mW avec des alimentations de  $\pm 5V$ .

Aucun ajustement du courant de référence (IREF) n'est requis pour la plupart des applications puisque le courant de sortie à pleine échelle est typiquement  $\pm 1\text{LSB}$  de  $255 = \text{IREF} / 256$ . La précision est de l'ordre de  $\pm 0,19\%$  assurent une bonne linéarité sur 8 bits pour  $\text{IREF} \geq 2 \text{ mA}$ .

Le courant d'alimentation du DAC0808 est indépendant du mot binaire, il présente des caractéristiques essentiellement constantes sur toute la plage de tension. De plus, le DAC0808 s'interface directement avec les protocoles TTL, DTL ou Niveaux logiques CMOS.

### III.3.2.1.1 caractéristiques du DAC0808

- ✓ Résolution binaire : 8 bits.
- ✓ Erreur de linéarité maximale de  $\pm 0,19\%$
- ✓ Compatible avec les entrées numériques: TTL et CMOS.
- ✓ Vitesse de balayage d'entrée multiplicatrice à grande vitesse (Slew Rate):  $8 \text{ mA} / \mu\text{s}$
- ✓ Faible consommation d'énergie:  $33 \text{ mW} @ \pm 5\text{V}$
- ✓ Temps de conversion : 100 ns.
- ✓ Erreur en pleine échelle :  $\pm 1 \text{ LSB}$ .
- ✓ Tension en sortie jusqu'à 20 V.
- ✓ Sorties complémentaires en courant.
- ✓ Alimentation de  $\pm 4,5\text{V}$  à  $\pm 18\text{V}$ .
- ✓ Conversions unipolaires ou bipolaires.
- ✓ Coût modéré.

Le schéma ci-dessous montre le brochage et le diagramme de connexion du DAC0808 (figure III.8) :

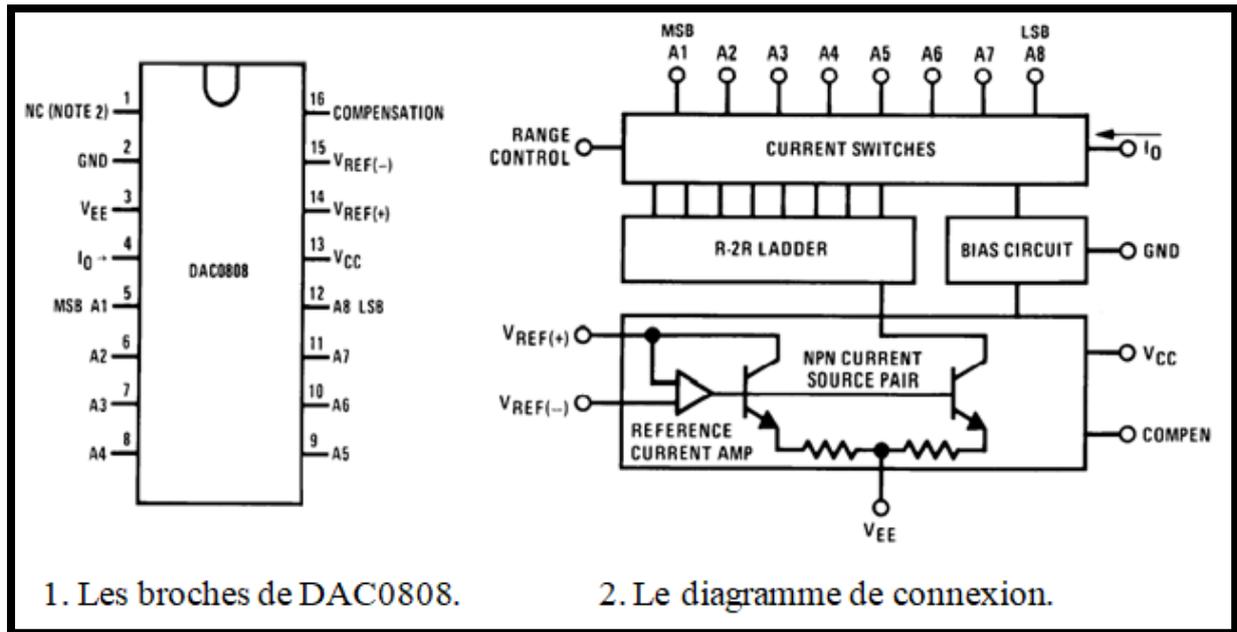


Figure III. 8 - brochage et diagramme de connexion de DAC0808.

La structure interne indiquée à la Figure ci-dessous, montre le bloc de décodage qui reçoit les 8 bits à convertir (broches 5 à 12) et contrôle les commutateurs. Ici les courants sont entrant dans le convertisseur et leurs poids binaires sont obtenus par des miroirs de courant. Les broches 4 et 2 fournissent les courants complémentaires, image de la conversion. La grandeur de référence, en tension ou en courant, est appliquée au niveau des broches 14 et 15. La notice complète fournit le mode de câblage et de nombreuses applications.

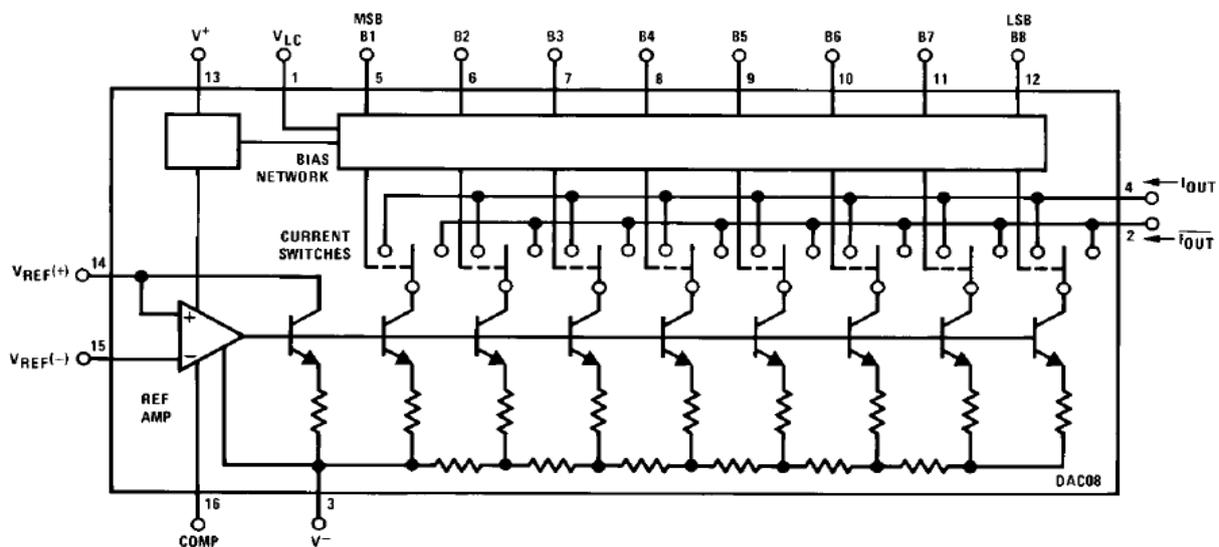


Figure III. 9 - Structure interne du DAC0808.

### III.3.2.2 Démultiplexeur analogique (74HC138)

Le 74HC138 est un démultiplexeur 3 bits vers 8 lignes. Il possède 8 sorties Y0 à Y7 ; l'adresse de la sortie à sélectionner est indiquée à l'aide des trois d'adresse A0, A1 et A2.

Sur le 74HC138, les lignes de sortie sont en logique inversée, elles sont toutes mises à HIGH, sauf celle sélectionnée à LOW.

Le signal à imposer sur la sortie désirée est indiqué à l'aide des trois entrées E1, E2 et E3 (E pour Enable), qui doivent être respectivement à LOW, LOW et HIGH pour un signal de sortie HIGH ; les autres sorties seront à HIGH.

Le 74HC138 est un décodeur d'adresse / démultiplexeur 3 bits vers 8 lignes. Vous entrez une adresse binaire sur les broches d'adresses A0, A1, A2 et vous avez la broche Y0 à Y7 correspondant qui s'active. Sur le 74HC138, les lignes de sortie sont nY0 à nY8, cela scientifique qu'elles sont en logique inversée. Elles sont toutes à HIGH et la ligne active à LOW... bien pratique puisque les signaux n Enable des autres circuits sont aussi en logique inversée (le circuit est actif lorsque les la broche nEnable est à LOW).

Un démultiplexeur telles que toutes les sorties soient mises à HIGH, sauf celle sélectionnées. Un tel démultiplexeur est dit « inverseur ».

Il possède 8 sorties Y0 à Y7 ; l'adresse de la sortie à sélectionner est indiquée à l'aide des trois pin d'adresse A0 à A2 ; le signal à imposer sur cette sortie est indiqué à l'aide des trois entrées E1, E2 et E3 (E pour Enable), qui doivent être respectivement à LOW, LOW et HIGH pour un signal de sortie HIGH ; les autres sorties seront à HIGH.

Voir la figure III.10 ci-dessous montre les broches et diagramme logique de 74HC138.

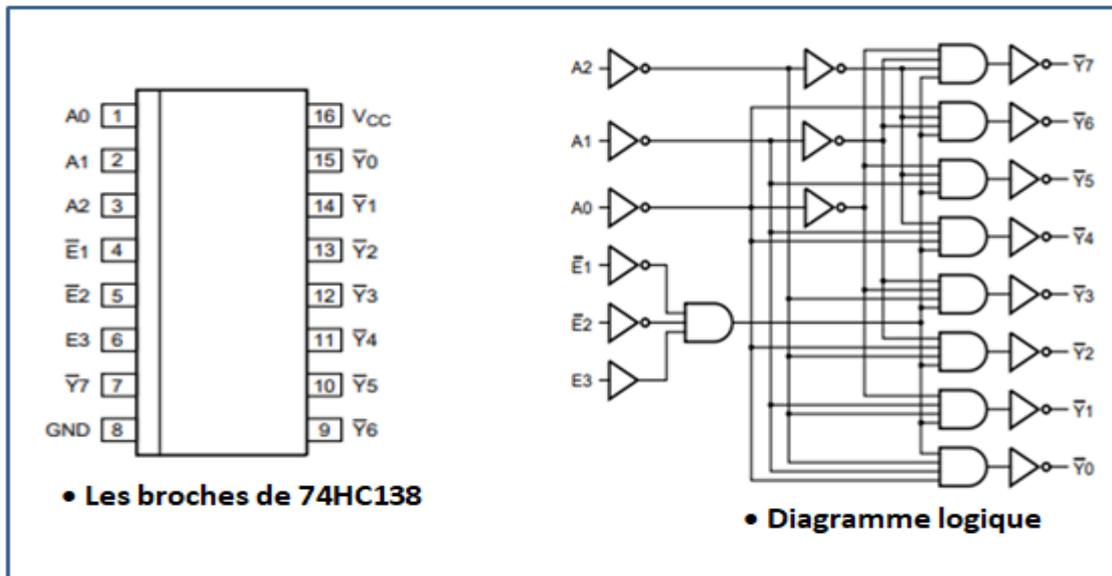


Figure III. 10 - Brochage et diagramme logique du 74HC138.

### III.3.2.2.1 Caractéristiques du circuit 74HC138

- ✓ Conforme à la norme JEDEC no. 7A.
- ✓ Niveaux d'entrée: niveau CMOS.
- ✓ Plusieurs options de package.
- ✓ Spécifié de  $-40^{\circ}\text{C}$  à  $+85^{\circ}\text{C}$  et de  $-40^{\circ}\text{C}$  à  $+125^{\circ}\text{C}$ .

### III.3.2.2.2 Fonctionnalités du 74HC138

- ✓ Sélectionne l'une des 8 broches de donnée (active : Niveau BAS)
- ✓ Utiliser pour la sélection de Port I/O ou bloc mémoire
- ✓ Trois entrées Enable pour simplifier la sélection en cascade.  
nEnable1 et nEnable2 sont en logique inversée.  
Enable3 est en logique normale.
- ✓ Temps de propagation: 13ns (et convient donc pour le transport de signaux I2C)
- ✓ Fonctionne entre 2 et 6 Volts.

### III.3.2.3 L'amplificateur opérationnel

Les amplificateurs opérationnels sont des circuits intégrés très utilisés en électronique analogique linéaire et qui permettent la réalisation de plusieurs opérations mathématiques : l'addition, la soustraction, la différentiation (dérivation), l'intégration... de tensions et de courants.

Actuellement, l'amplificateur opérationnel est utilisé très fréquemment dans la multiplication ou amplification de tension et dans la division ou abaissement de tension, visualisé sur la figure (III.11).

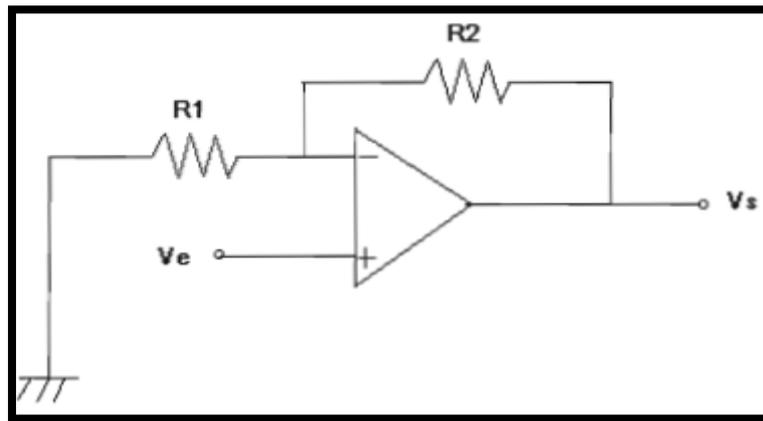


Figure III. 11 - Schéma d'amplificateur opérationnel.

### III.3.2.4 Latch 8 bits (74LS374)

Voir section « III.3.1.2 ».

## III.3.3 Etage d'acquisition des signaux numériques

L'étage d'acquisition des signaux numériques est constitué de :

- ✓ 7 circuits opto-coupleurs : MOC3021.
- ✓ Deux latch 8 bit : 74LS374.
- ✓ Multiplexeur : 74LS151.

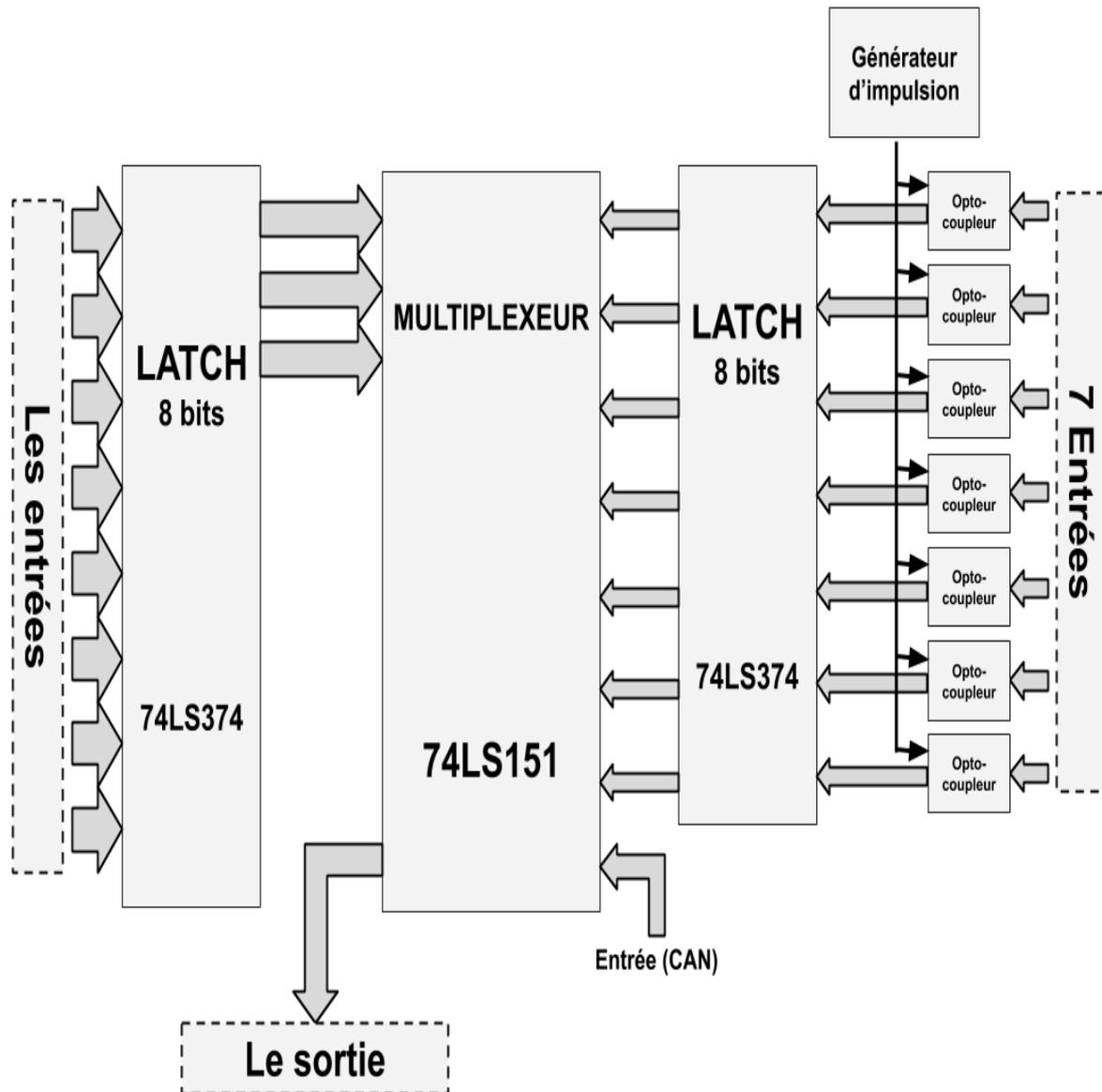


Figure III. 12 - Schéma bloc de l'étage d'acquisition de signaux numériques.

### III.3.3.1 Circuits opto-coupleurs (MOC3021)

L'opto-coupleur MOC3021 est un dispositif d'isolement qui permet la transmission d'information de manière galvanique. Il est constitué d'un émetteur de lumière (une LED) et d'un récepteur (photo triac) sensible à la lumière reçue, le tout intégré dans un même boîtier, avec une isolation électrique entre les deux parties.

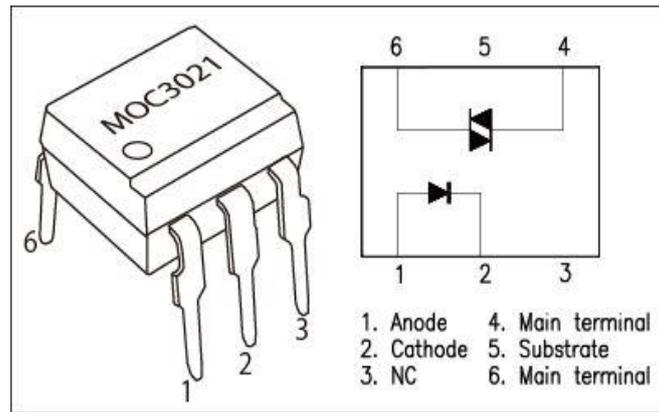


Figure III. 13 – Opto-coupleur MOC3021.

### III.3.3.2 Latch 8 bit (74LS374)

Voir section « III.3.1.2 ».

### III.3.3.3 Multiplexeur (74LS151)

Le 74LS151 est un multiplexeur numérique 8vers 1 .Il comporte :

- ✓ 8 entrées de données D0 à D7.
- ✓ 3 entrées de sélection À, B et C.
- ✓ 1 entrée de validation E.
- ✓ 2 sorties complémentaires Q et Q.

Le 74LS151 peut être utilisé comme générateur de fonctions universel pour générer n'importe quelle fonction logique de quatre variables.

III.3.3.1 Brochage

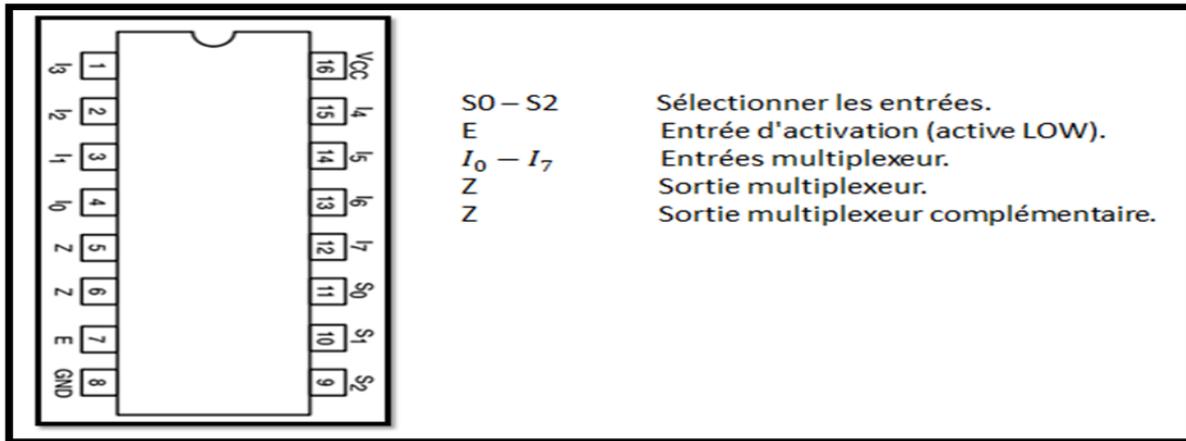


Figure III. 14 - Les broches de multiplexeur 74LS151.

La figure suivante donne le schéma logique du MUX 74LS151, sa table de vérité ainsi que son symbole logique.

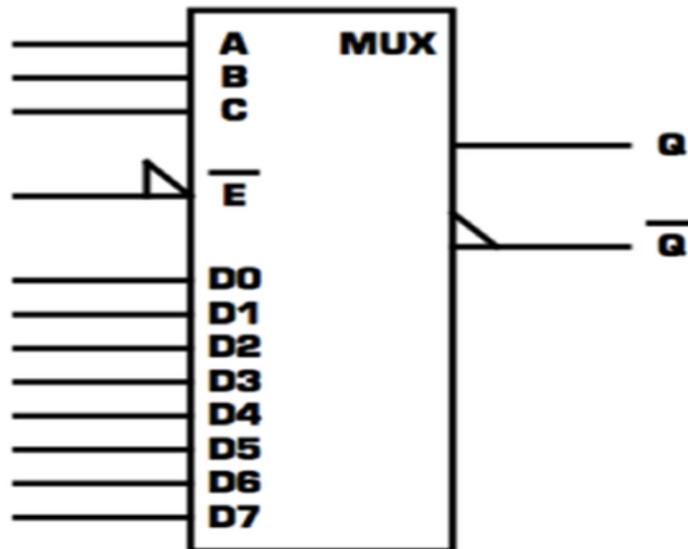


Figure III. 15 - Symbole du multiplexeur 74LS151.

Entrées				Sorties	
de sélection			de validation		
C	B	A	$\bar{E}$	Q	$\bar{Q}$
X	X	X	1	0	1
0	0	0	0	$D_0$	$\bar{D}_0$
0	0	1	0	$D_1$	$\bar{D}_1$
0	1	0	0	$D_2$	$\bar{D}_2$
0	1	1	0	$D_3$	$\bar{D}_3$
1	0	0	0	$D_4$	$\bar{D}_4$
1	0	1	0	$D_5$	$\bar{D}_5$
1	1	0	0	$D_6$	$\bar{D}_6$
1	1	1	0	$D_7$	$\bar{D}_7$

Tableau III.3 - Fonctionnement du multiplexeur 74LS151.

### III.3.3.2 Caractéristiques du multiplexeur 74LS151

- ✓ Processus Schottky pour haute vitesse.
- ✓ Capacité multifonction.
- ✓ Décodage logique de sélection sur puce.
- ✓ Sorties complémentaires entièrement tamponnées

### III.3.4 Etage de restitution des signaux numériques

Cet étage de restitution est très simple de conception. Il comporte un étage à 8 transistors de commutation de type 2N2222, pour la génération des signaux numérique et un latch 8 bits 74LS374.

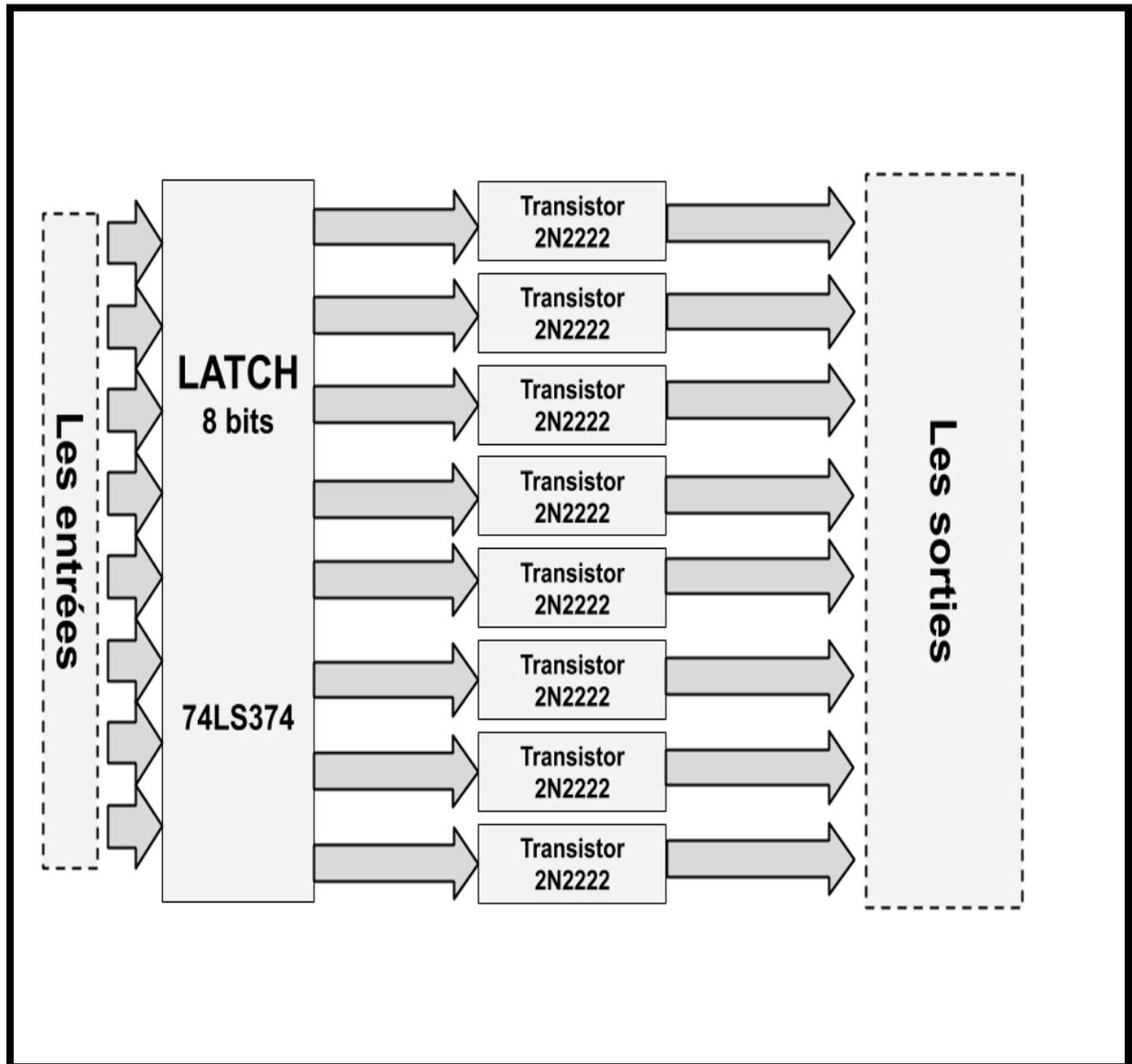


Figure III. 16 - Schéma bloc de l'étage de restitution de signaux numériques.

### III.3.5 Etage d'adressage et de commande [13]

Le bloc d'adressage et de commande permet le partage du bus de données entre les différents étages de la carte et fournit les signaux de commande à l'étage de conversion A/N.

Il est rendu maître du bus de données grâce au circuit microcontrôleur « PIC18F26K20 » et au décodeur « 74LS139 » qui permet d'adresser les différents modules de l'interface : c'est à dire valider les latches concernés par la donnée.

### III.3.5.1 Microcontrôleur (PIC18F26K20)

Microcontrôleur «PIC18F26K20» est un circuit intégré qui rassemble les éléments essentiels d'un ordinateur : processeur, mémoires, unités périphériques et interfaces d'entrées-sorties.

#### III.3.5.1.1 SPÉCIFICATION

❖ Type de microcontrôleur	❖ PIC de circuit intégré
❖ Mémoire de programme	❖ 64 Ko
❖ Capacité de mémoire	❖ SRAM 32768B
❖ Capacité de mémoire	❖ EEPROM 1024B
❖ Tension d'alimentation	❖ 1,8 ... 5,5 V CC
❖ Montage	❖ SMD
❖ Affaire	❖ SO28
❖ Nombre d'entrées / sorties	❖ 25
❖ Nombre de minuteries 8 bits	❖ 1
❖ Nombre de minuteries 16 bits	❖ 3
❖ Type d'architecture	❖ Harvard 8bit
❖ Générateur intégré	❖ 16 MHz, 32 kHz
❖ Famille	❖ PIC18

Tableau III.4 - Caractéristiques (PIC18F26K20).

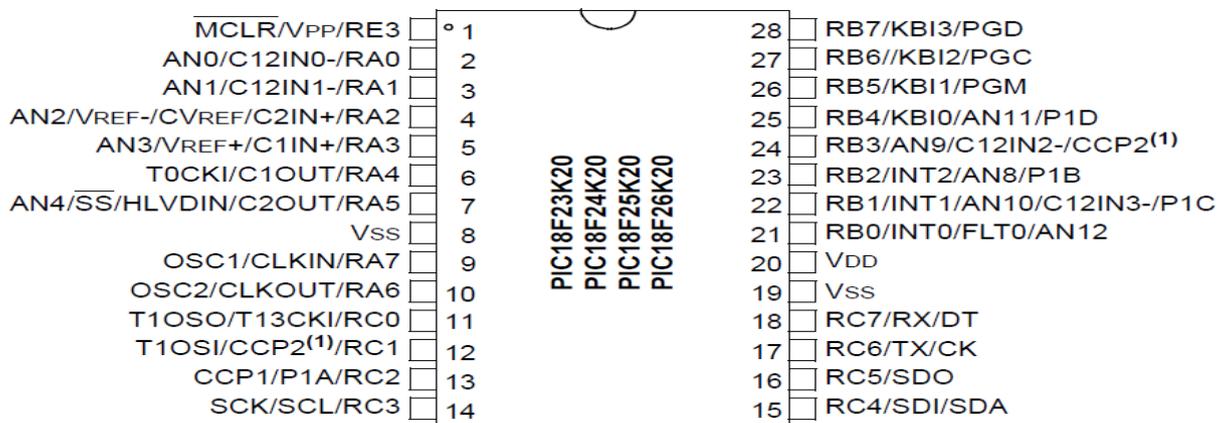


Figure III. 17 - Les broches de PIC18F26K20.

- L'utilisation de microcontrôleurs comme unité de commande principale est motivée par plusieurs raisons, dont les plus importantes sont :
  - ✓ Contrôleur programmable (possibilité de mise à jour).
  - ✓ Circuit intégré (puissance et surface réduites).
  - ✓ Il fonctionne sur le port série USB et RS 232.
  - ✓ Réponse automatique (selon le besoin du programmeur).

Notre choix s'est porté sur le microcontrôleur PIC18F26K20 pour les raisons suivantes:

- ✓ Fréquence jusqu'à 16 MHz.
- ✓ Haute efficacité.
- ✓ Meilleurs résultats en acoustique.

### III.3.5.2 Décodeur /Démultiplexeur « 74LS139 »

Ces circuits sont conçus pour être utilisés dans le décodage de mémoire ou le routage de données pour des applications hautes performance, nécessitant des délais de propagation très courts.

Le circuit 74LS139 est un double décodeur démultiplexeur 2 vers 4. Il intègre dans le même circuit deux décodeurs démultiplexeur. Le premier est constitué des entrées 1A, 1B, et des sorties 1Y0, 1Y1, 1Y2, 1Y3. L'entrée supplémentaire 1G est une entrée de strobe. Elle permet si elle est à 1 d'interdire le fonctionnement du circuit : toutes les sorties sont à 1 indépendamment des entrées. Dans le cas contraire, les sorties dépendent des entrées comme indiqué dans le figure ci dessous.

Le second décodeur démultiplexeur fonctionne de la même manière. Il est constitué des entrées 2A, 2B, et des sorties 2Y0, 2Y1, 2Y2, 2Y3 et de l'entrée supplémentaire 2G.

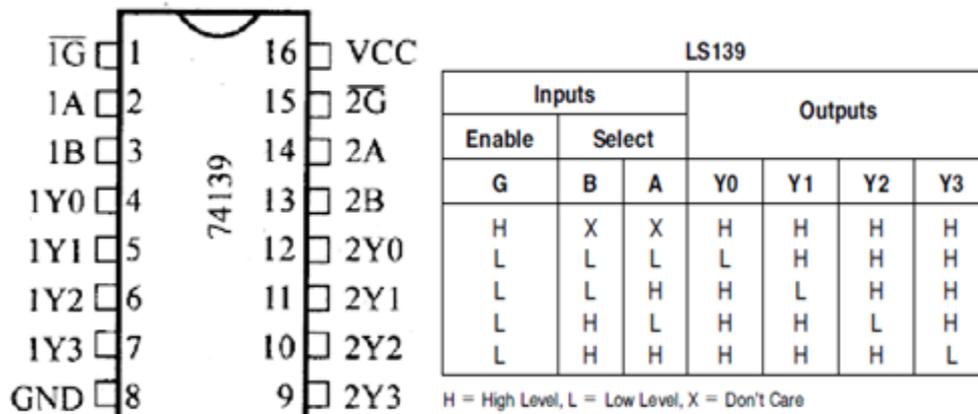


Figure III. 18 - Les broches de Décodeur 74LS139.

### III.4 Protocole communication de RS-232

#### III.4.1 Transmission série

La transmission série est la modalité de transmission de données dans laquelle les éléments d'information se succèdent, les uns après les autres, sur une seule voie entre deux points. Elle s'oppose à la transmission parallèle, qui transmet simultanément les éléments d'information sur plusieurs voies.

#### III.4.2 Communication série RS232

La communication série RS232 (parfois appelée EIA RS-232, EIA 232 ou TIA 232) est une norme standardisant une voie de communication de type série (Une liaison série asynchrone). Les bits sont envoyés les uns à la suite des autres sur la ligne en commençant par le bit de poids faible. La transmission s'appuie donc sur le principe des registres à décalage et se fait octet par octet .elle se caractérise par :

- ✓ La transmission étant du type asynchrone (pas d'horloge commune entre l'émetteur et le récepteur).
- ✓ Des bits supplémentaires sont indispensables au fonctionnement : Nécessité de rajouter un bit de début de mot "START" ('0' logique) avant l'octet à transmettre, et un bit de fin de mot "STOP" ('1' logique) après l'octet à transmettre.

- ✓ La norme RS232 prévoit également la possibilité de rajouter un autre bit juste avant le bit de STOP : Bit de parité.

Ou un 2ème bit de STOP.

- ✓ L'utilisation éventuelle d'un bit de parité, permet la détection d'erreurs dans la transmission.
- ✓ La vitesse de transmission de l'émetteur doit être identique à la vitesse d'acquisition du récepteur. Ces vitesses sont exprimées en BAUDS (1 baud correspond à 1 bit / seconde, dans notre cas). Il existe différentes vitesses normalisées: 9600, 4800, 2400, 1200... bauds.
- ✓ La communication peut se faire dans les deux sens (duplex), soit émission d'abord, puis réception ensuite (half-duplex), soit émission et réception simultanées (full-duplex).
- ✓ les signaux additionnels aux lignes de données permettent de contrôler la communication :

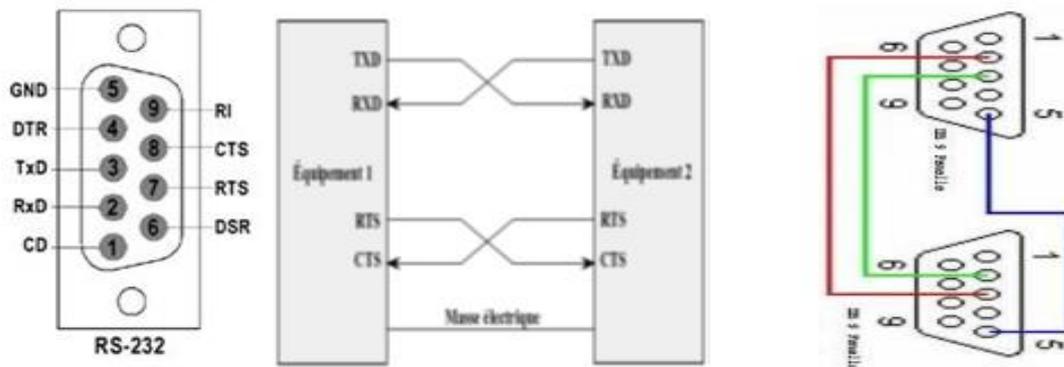


Figure III. 19 - Broche de RS-232.

### Les signaux de transmission de données :

- ✓ TXD (transmit data) : Données dans un sens.
- ✓ RXD (receve data) : Données dans l'autre sens.

Les signaux de contrôle de flux de transmission

- ✓ RTS (request to send) : Demande à émettre.
- ✓ CTS (clear to send) : Prêt à recevoir.
- ✓ Des références de potentiels (masse).

### III.4.3 Circuit MAX232

Le MAX232 est un circuit intégré qui convertit les signaux d'un port série TIA-232 (RS-232) en signaux adaptés à une utilisation dans des circuits logiques numériques compatibles TTL. Le MAX232 est un double émetteur / double récepteur qui est généralement utilisé pour convertir les signaux RX, TX, CTS, RTS.

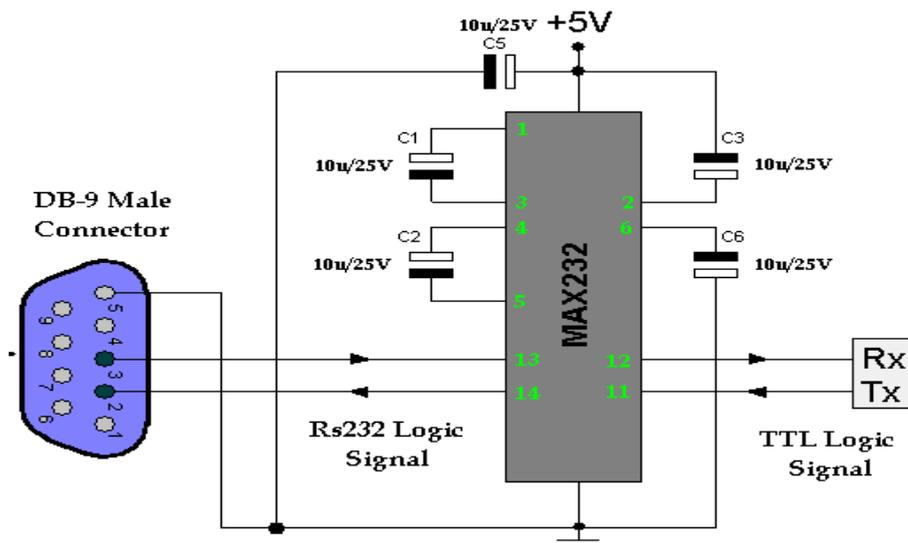


Figure III. 20 - Architecture de max232.

Le MAX232 dispose de deux récepteurs qui convertissent les niveaux de tension RS-232 en TTL et de deux pilotes qui convertissent les niveaux de tension logique TTL en niveaux de tension RS-232. En conséquence, seuls deux signaux RS-232 sur tous peuvent être convertis dans chaque direction. En règle générale, la première paire pilote / récepteur du MAX232 est utilisée pour les signaux TX et RX, et la seconde pour les signaux CTS et RTS.

Le schéma synoptique global de la carte d'acquisition est donné par la figure ci dessous:

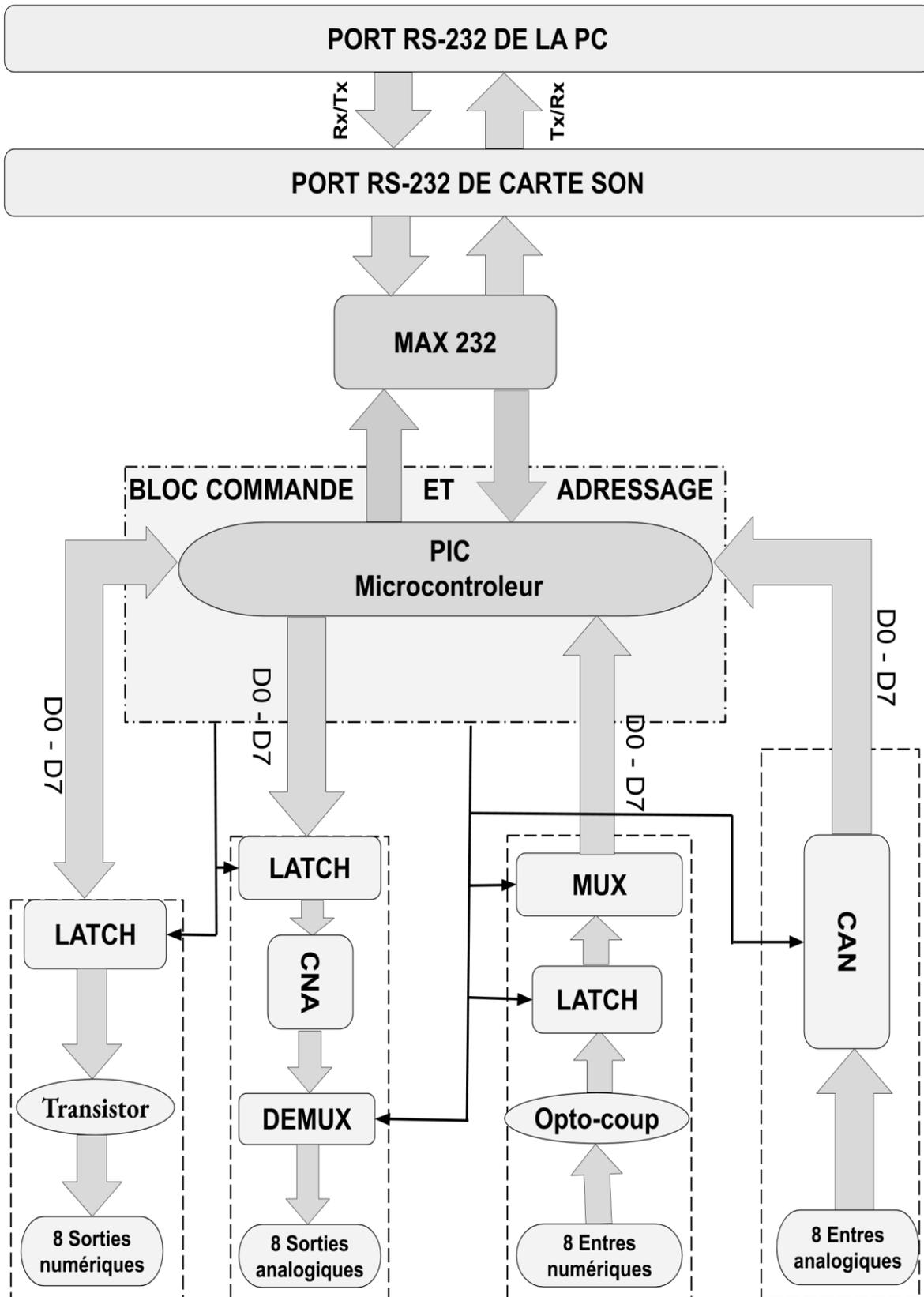


Figure III. 21 - Le schéma synoptique global de la carte.

## III.5 Simulations

On a utilisé dans la simulation le logiciel « Proteus ».

### III.5.1 Proteus

Proteus est une suite logicielle de CAO (Conception assistée par ordinateur) électronique éditée par la société La « bcenter Electronics ».

ISIS est la composante de Proteus qui permet la création de schémas et la simulation électrique. La Proteus permet la conception d'un système électronique complet et de le simuler, y compris avec le code des microcontrôleurs. Pour ce faire, elle inclut un éditeur de schéma (ISIS), un outil de placement-routage (ARES), un simulateur analogique-numérique, un environnement de développement intégré pour microcontrôleurs, un module de programmation par algorigrammes ainsi qu'un éditeur d'interface pour smart phone afin de piloter à distance des cartes Arduino ou Raspberry pi.

Proteus est composé de différents packages qui sont: Proteus PCB pour le circuit imprimé, Proteus VSM pour la simulation, Proteus Visual Designer/IoT Builder pour Arduino/Raspberry pour développer des projets comparables à ceux conçus avec des outils tels que Scratch et App inventer.

## III.5.2 Simulation des étages de la carte

### III.5.2.1 Etage d'adressage et de commande

❖ code	❖ indication
C1	START et ALE du convertisseur A/N (ADC0808). (START et ALE Voir le numéro III.3.1.1.3)
C2	CLK du convertisseur A/N (ADC0808) du l'étage de signaux analogique.
C3	CLK du latch pilotant le CAN (ADC0808) et le DEMUX analogique.
C4	CLK du latch de donnée numérique (étage de restitution des signaux analogiques).
C5	CLK du latch de donnée (étage acquisition numériques).
C6	CLK du latch de donnée (étage restitution numériques).
C7	CLK du latch pilotant le MUX (étage acquisition numériques).

Tableau III.5 - Signaux de contrôle.

Le microcontrôleur 'PIC18F26K20' fournit les commandes de contrôle aux différents étages de la carte, à travers les commandes C1 et C2. Il permet aussi d'adresser les différents modules de l'interface. C'est à dire valider les latches concernées par la données. Ces derniers sont utilisés pour stocker les états précédents...

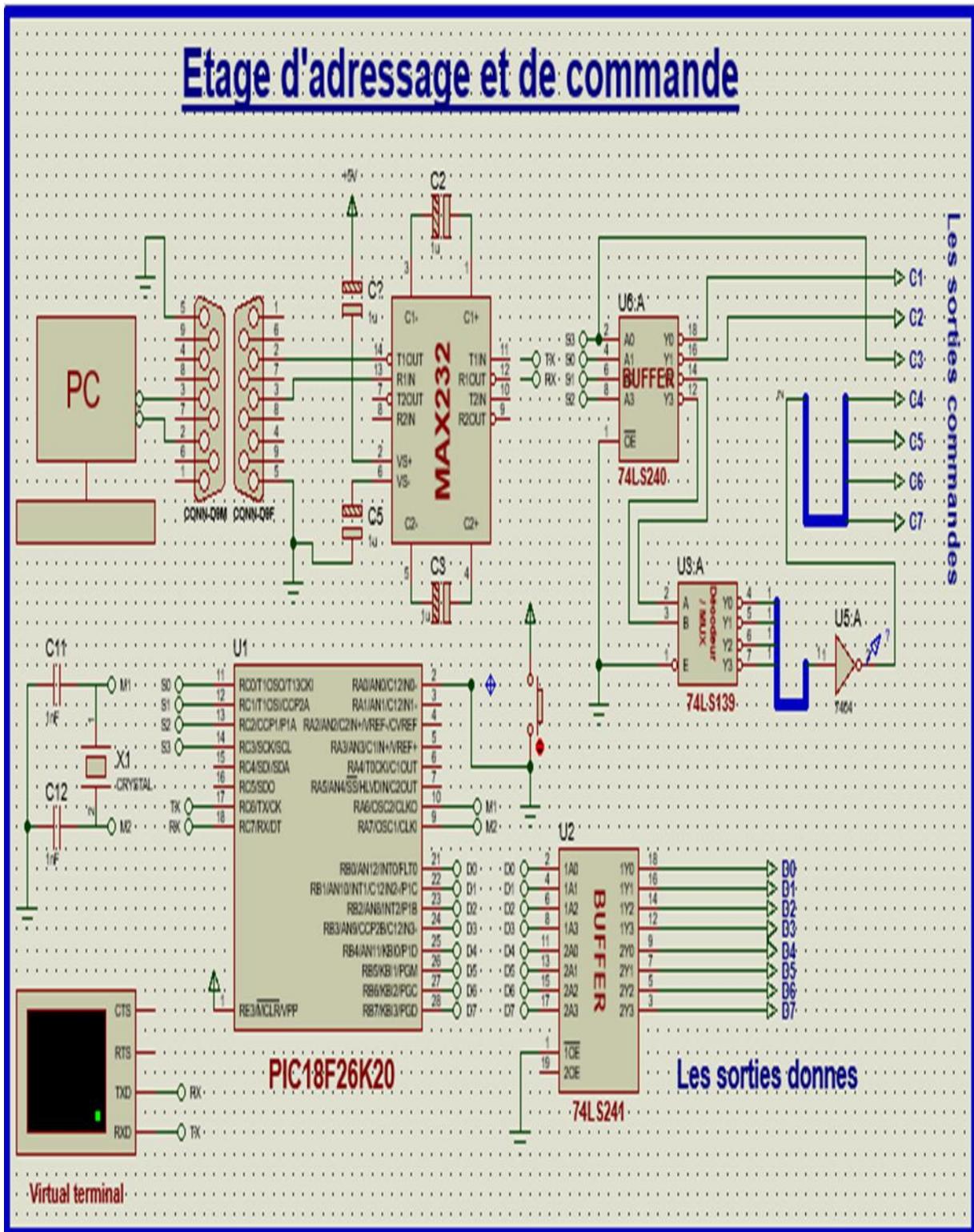


Figure III. 22 - Simulation de l'étage d'adressage et de commande.

### III.5.2.2 Etage d'acquisition des signaux analogiques

Les signaux acquis à partir du microphone, sont envoyés aux 8 entrées des convertisseurs en ordre. Lorsque ces dernières sont présentes sur le bus des données du convertisseur, elles seront mémorisées en premier lieu, à l'aide du latch à 3 états. La commande du chargement d'adresse sélectionnée dans l'ADC est générée par le signal ALE (Address Latch Enable, le multiplexeur envoie le canal approprié au convertisseur, si :

ALE = 1, le verrou est transparent ( $Q = D$ ).

Si ALE = 0, m'émémorisation de la dernière valeur.

L'ALE doit être pulsé pendant au moins 100 ns pour que les adresses soient chargées correctement. Comme pour tous les signaux de commande, il est nécessaire d'avoir une valeur d'entrée de  $V_{cc} - 1,5$  à 15 V pour un haut et 1,5 V jusqu'à -0,3 V pour un bas.

Une impulsion sur la broche START qui est liée à la broche OE, provoque une requête de conversion. la conversion se réalise cadencée par l'horloge. Sur le front montant de l'impulsion, les registres internes sont effacés et sur le front descendant de l'impulsion la conversion commence. Comme l'impulsion ALE, la largeur d'impulsion minimale est de 100 ns. L'utilisateur doit s'assurer que l'adresse correcte soit chargée dans le multiplexeur avant le début de la conversion, cela peut prendre jusqu'à 2,5 microsecondes pour que cela se produise. Le signal de démarrage doit être conforme à la même plage que tous les autres signaux de commande.

Une fois la conversion achevée, le signal d'activation de sortie fait que l'ADC émet effectivement les valeurs numériques sur les lignes de sortie. L'ADC stocke les données dans un verrou de sortie à trois états jusqu'au démarrage de la conversion suivante, mais les données ne sont disponibles en sorties que lorsqu'elles sont activées. Dans cette mise en œuvre, le signal OE est pulsé à l'état haut durant un cycle d'horloge, après le signal de fin de conversion EOC passe à l'état haut et reste à l'état haut jusqu'à ce que toutes les données soient stockées en toute sécurité dans le registre souhaité. Ce signal devient bas une fois qu'une autre conversion est commencée et reste à l'état bas jusqu'à ce que la conversion soit terminée.

Avant que le signal électrique issu du microphone ne soit présent sur l'entrée du convertisseur, il doit être en premier lieu stocké temporairement dans le latch de sélection pour garder l'état précédent jusqu'au démarrage de l'état suivant.

A travers les entrées D0-D7, un code binaire de 8 bits est généré en sortie du latch de sélection Q1, Q2, Q3, ces derniers sont reliés respectivement aux lignes d'adresse ADD A, ADD B, ADD C du ADC0808.

Le chargement du convertisseur est valide par la ligne de commande C3

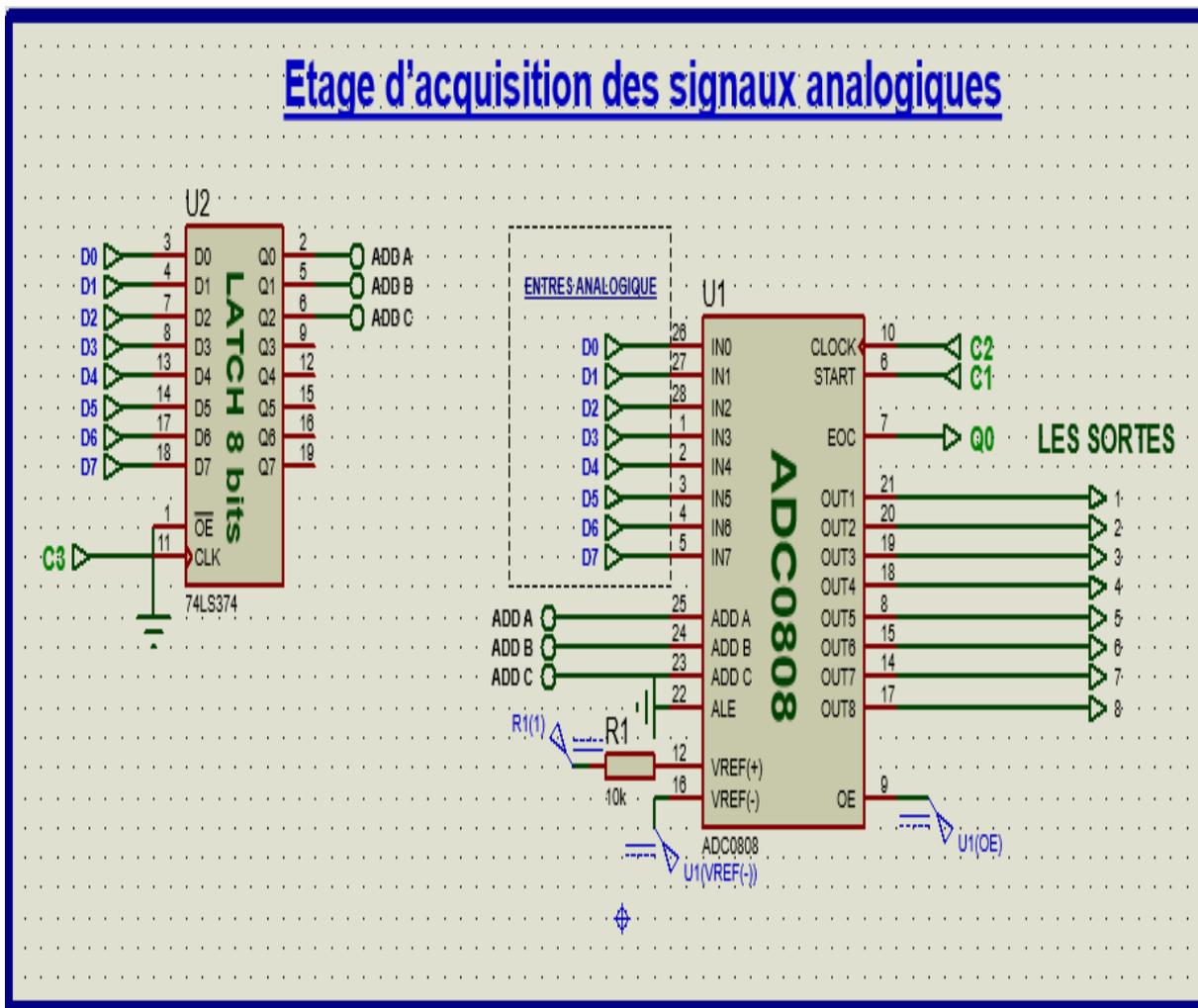


Figure III. 23 - Simulation de l'étage d'acquisition analogique.

### III.5.2.3 Etage de restitution des signaux analogiques

Dans cette étape, les données sont envoyées à partir des sorties de la conversion analogique/numérique précédente.

De la même manière que la conversion précédente, le latch d'entrée reçoit 8 signaux numériques grâce à la ligne de commande C4, les sorties du latch (8 signaux numériques D0-D7) sont envoyées respectivement aux entrées du convertisseur numérique/analogique (DAC0808), ce dernier convertit les signaux numériques en signaux analogiques.

À la sortie du convertisseur, on place un filtre et un amplificateur opérationnel pour la mise en forme du signal.

D'autre part, le deuxième latch (74LS374) permet de piloter le démultiplexeur interne du convertisseur. Son entrée CLK est attaquée par la ligne de commande C3, et ses sorties Q3, Q4, Q5 sont respectivement liées aux entrées de sélection A, B, C du démultiplexeur. Ce dernier permet de multiplier le nombre de signaux analogiques pouvant être restitués simultanément. Il effectue un aiguillage de la sortie du convertisseur vers l'un de ses 8 canaux, selon l'adresse qui lui parvient du latch de sortie. À la fin du processus nous obtenons 8 sorties analogiques.

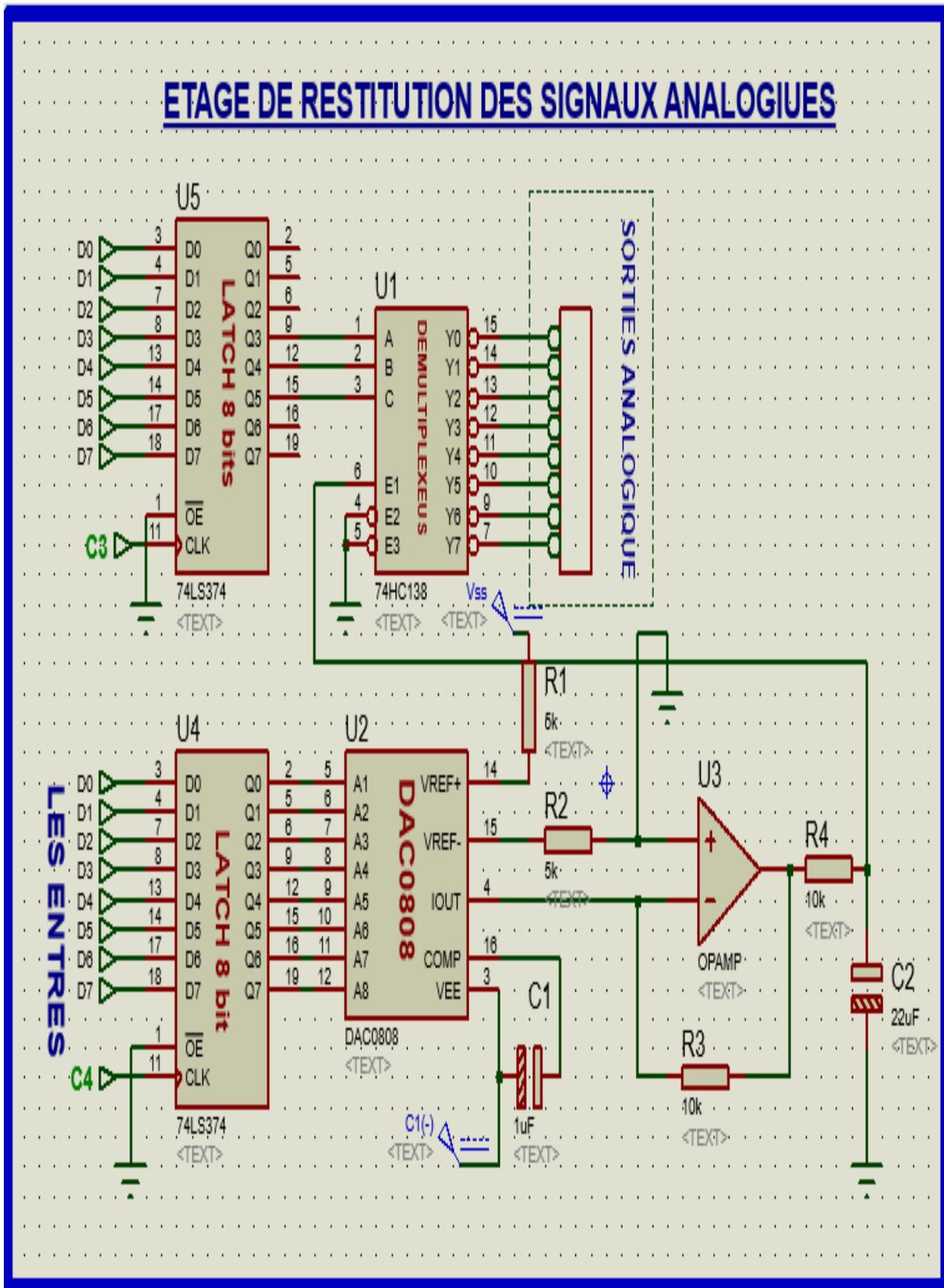


Figure III. 24 - Simulation de l'étage restitution analogique.

### III.5.2.4 Etage d'acquisition des signaux numériques

Cet étage, comporte 7 circuits opto-coupleurs par lesquels transitent les impulsions acquises afin de garantir une sécurité totale de la carte.

La ligne 8 est réservée à l'acquisition du signal INTR du convertisseur A/N.

L'octet de donnée est d'abord stocké dans un latch (74LS374), grâce à la ligne de commande C5.

Une fois les 8 données sont stockées, les sorties de ce latch sont liées aux entrées du multiplexeur (74LS151)

Un deuxième latch (74LS374), dont la ligne de validation de chargement est C7, pilote les entrées de sélection du multiplexeur A B C, à travers ses sorties (Q0, Q1, Q2). Alors Le multiplexeur reçoit 7 signaux à travers le premier latch, un signal à travers le CAN et 3 signaux (A, B, C) à travers le deuxième latch. À la fin du processus de multiplexions nous obtenons un signal sortie 'W'.

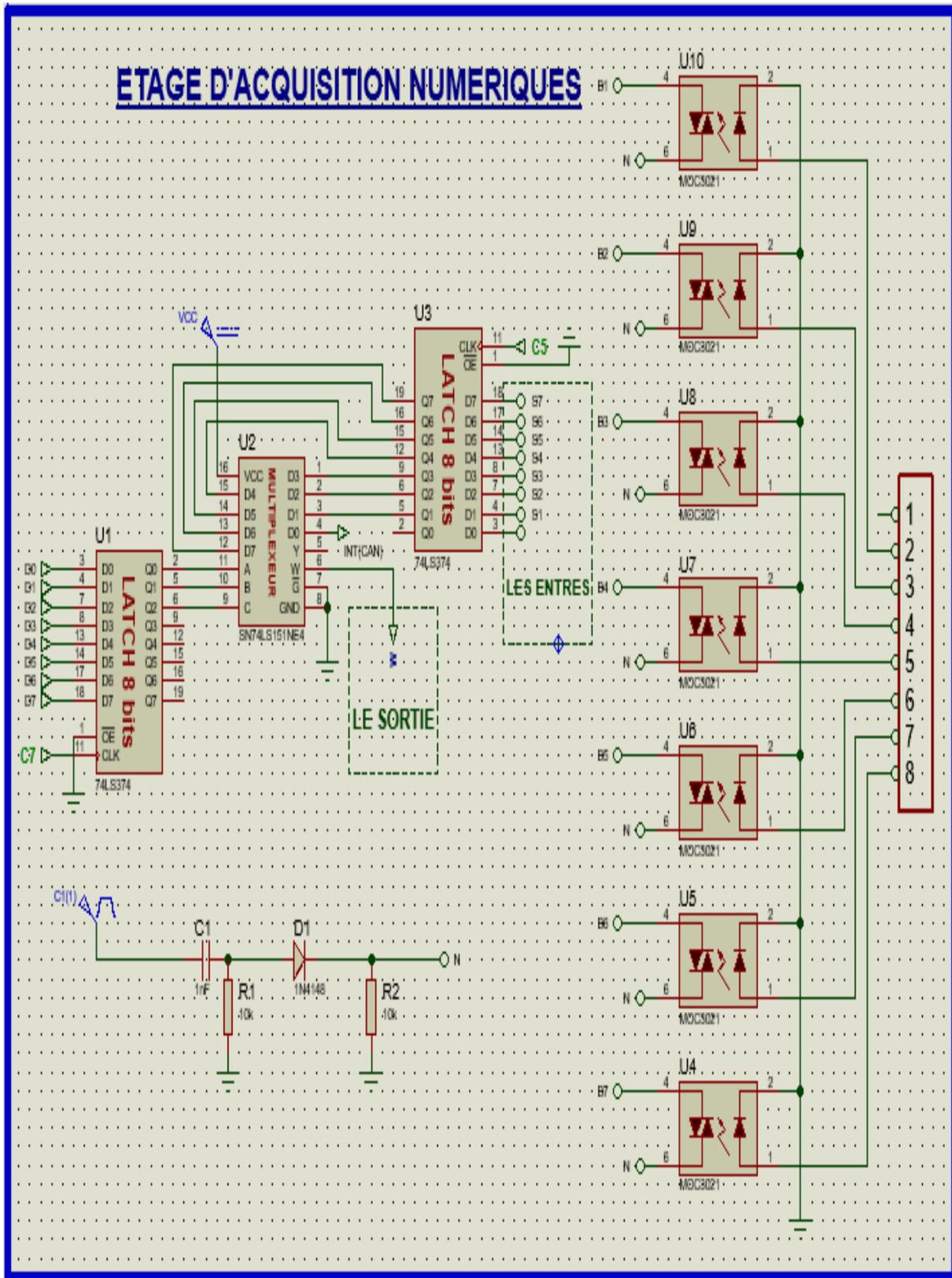


Figure III. 25 - Simulation de l'étage d'acquisition numérique.

III.5.2.5 Etage de restitution des signaux numériques

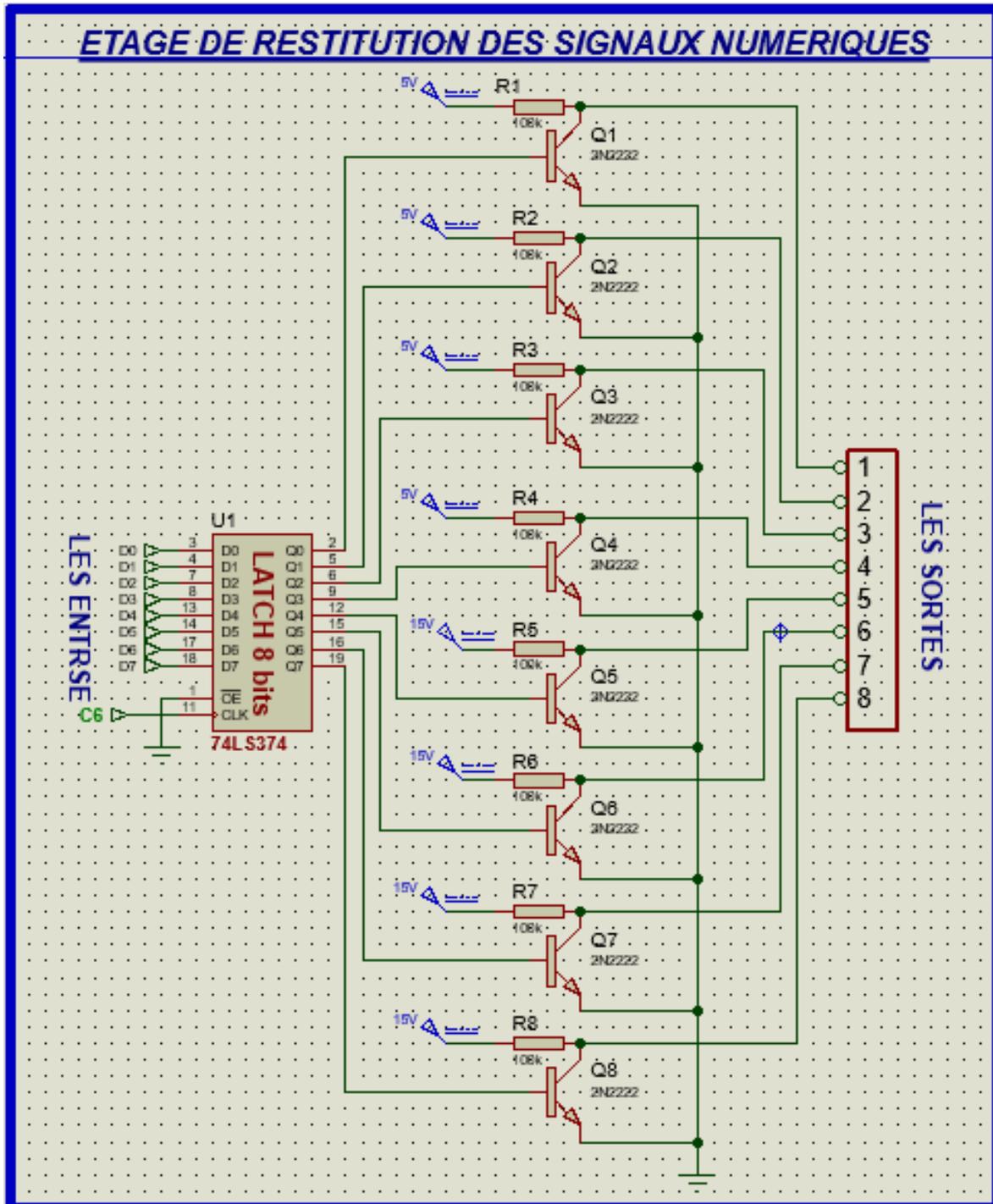


Figure III. 26 - Simulation de l'étage restitution numérique.

Pour la génération des signaux numériques, un étage de 8 transistors de commutation sont commandés par les sorties (Q0-Q7) du latch 8 bits (D0-D7) (74LS374) dont le chargement est valide par la ligne de commande C6.

**Conclusion**

**Générale**

### Conclusion générale

Les signaux audio sont employés depuis la nuit des temps par les hommes pour communiquer entre eux.

Compte tenu de la complexité de ces signaux analogiques, un traitement numérique s'impose, en faisant appel à des méthodes sophistiqués pour extraire un maximum d'information et il est rendu possible grâce à la puissance des circuits de calculs et des ordinateurs modernes.

L'étude menée dans ce travail, portait sur la conception et la simulation d'une carte qui a pour rôle d'acquérir huit signaux analogiques et huit signaux numériques, captés par un microphone.

Cette étude aborde de façon succincte l'architecture de la carte d'acquisition du point de vue matériel. Cette carte est constituée de plusieurs étages chacun assure une fonction bien définie. Une description détaillée des éléments de base constituant chaque étage avec les fonctionnalités fournies a été présentée, suivi d'une partie de simulation et test des différentes parties de la DAQ. Cette dernière est gérée et contrôlée par un étage de commande numérique à base de microcontrôleur PIC18F26K20.

A la fin de cette étude, on a acquis des connaissances techniques très enrichissantes sur l'élaboration d'un mémoire de fin d'étude. En plus on a enrichi nos connaissances sur le traitement du signal parole. Nous avons aussi appris à simuler sous ISIS le comportement d'un circuit dans une réalité virtuelle.

Au départ, on a visé comme objectif, l'acquisition et le traitement du signal parole, malheureusement, on a pu faire l'étude de l'acquisition seulement par manque de temps.

Comme perspective, nous espérons, que notre travail trouvera suivi surtout la réalisation de cette carte et l'élaboration d'un logiciel qui permet l'acquisition, la visualisation et le traitement du signal parole.

Enfin, nous espérons que ce travail pourra être utile pour les futures mises à niveau.

### Références bibliographique

- [1] Représentation de fréquence, theses.univlyon2.fr
- [2] R. Boite. Traitement de la parole. Collection Electricité. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, 2000.
- [3] Diplôme de MAGISTER, Modélisation AR et ARMA de la Parole pour une Vérification Robuste du Locuteur dans un Milieu Bruité en Mode Dépendant du Texte, AZIZA Yassamine, SETIF1 2013.
- [4] analyse spectrale des signaux continus, jean philippe muller 2000.
- [5] Représentation du son, le site éducatif " Promenade autour de la cochlée", 1999.
- [6] « Signal analogique et signal numérique. Numérisation et transmission », [www.assistancescolaire.com](http://www.assistancescolaire.com).
- [7] G.Courturier, « Echantillonnage, Quantification, Conversion Analogique-Numérique et Numérique-Analogique», (Vol3) Département GEII IUT Bordeaux I
- [8] F.mejhoudi, 24/05/2012, conversion d'un signal analogique vers un signal numérique, université Ibn Zohr faculté de Ouarzazate Maroc.
- [9] LAARBI.Y et BEN KHALED.Z, « Etudes sur les convertisseurs CAN/CNA », projet de fin d'étude (DEUA), Université des sciences de l'ingénieur Djilali liabès. Sidi bel abbes, 2005.
- [10] Jean François Pochon, « Convertisseurs Analogique numérique », CPNV, 2005.
- [11] Patrick ABATI, « convertisseurs analogique-numérique », 2000.
- [12] datasheet DAC0808.
- [13] datasheet PIC K20.

## Références bibliographique

---

- [14] Olivier Français, « Caractéristiques des convertisseurs », ESIEE 2000.
- [15] Andrei Doncescu et Felix Mora-Camino "Cours de Systèmes Echantillonnés", ENAC.
- [16] Christian TAVERNIER, ‘programmation en C des PIC’ PARIS Dunod [2005].
- [17] Mr FANCIS COTTET, « Traitement des signaux et acquisition de donnée »  
édition DUNOD. novembre 2005.
- [18] Mr GEORGE SEBEK, « Transmission de données », article E7810, technique  
d’ingénieur.

### Résumé

Dans ce projet, nous avons désigné une carte interface PC, pour performer l'acquisition et la restitution du signal parole. Cette carte se compose de plusieurs étages d'acquisition et de restitution des données analogiques-numériques, qui sont gérés par une partie commande à base de microcontrôleur pic et elle se connecte à un ordinateur via une liaison série RS232.

Les mots clé : acquisition, parole, signal, carte, système, simulation, commande.

### ملخص

في هذا المشروع ، قمنا بتعيين بطاقة واجهة الكمبيوتر الشخصي ، لإجراء اكتساب واسترجاع إشارة الكلام. تتكون هذه البطاقة من عدة مراحل للحصول على البيانات التناظرية الرقمية واستعادتها ، والتي تتم إدارتها بواسطة وحدة تحكم تعتمد على وحدة تحكم دقيقة ومتصلة بجهاز كمبيوتر عبر ارتباط تسلسلي RS232. الكلمات المفتاحية: اكتساب ، كلام ، إشارة ، بطاقة ، نظام ، محاكاة ، تحكم.

### Abstract

In this project, we have designated a PC interface card, to perform the acquisition and restoring of the speech signal. This card is made up of several stages for acquiring and restoring analog-digital data, which are managed by a control unit based on a peak microcontroller and it is connected to a computer via an RS232 serial link.

The key words: acquisition, speech, signal, card, system, simulation, command.