

Ecole Nationale Polytechnique

Direction de l'Enseignement et de la Recherche de Génie Électrique et
Informatique - Département d'Électronique

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

THESE

Pour l'obtention du diplôme de MAGISTER en Électronique
Option : Systèmes de Traitement de l'information

Présenté par : R. DAHMANI
Ingénieur d'Etat en Électronique
Option : Contrôle

Sujet :

ACQUISITION ET TRANSMISSION DE DONNÉES NUMÉRIQUES - TÉLÉMESURE -

Soutenue devant le jury composé de :

Mr	M. HADDADI	Chargé de cours	Président
Mr	D. AKHRIB	Ph.D	Rapporteur
Mme	L. HAMMAMI	Chargé de cours	Examinatrice
Mr	B. DERRAS	Maître de conférences	Examineur
Mr	A. GUESSOUM	Maître de conférences	Examineur

Ecole Nationale Polytechnique

Direction de l'Enseignement et de la Recherche de Génie Électrique et
Informatique - Département d'Électronique

THESE DE MAGISTER

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
المكتبة — BIBLIOTHEQUE
Ecole Nationale Polytechnique

THESARDE : DAHMANI RABEA

FILIERE : ELECTRONIQUE

Option : Systèmes de Traitement de l'information

SUJET : ACQUISITION ET TRANSMISSION DE
DONNÉES NUMERIQUES -TÉLÉMESURE

MOTS CLES : Télémessure, Acquisition de données,
Systèmes de collecte, Services de collectes d'informations
climatiques, ANRH, Climatologie en ALGERIE

ملخص : في إطار هذه الأطروحة تم تصميم وإنجاز شبكة لقياس البيانات عن بعد ، تتميز هذه الشبكة بتصميم موزع ، وهي مكونة من محطة مراقبة و ضبط تعتمد اسلسا على حاسوب متصل بمحطات تحصيل ذاتية. محطات تحصيل البيانات يمكنها تحصيل الاشارات القبلية، الاشارات الرقية والاشارات الثنائية. ويمكن تشغيلها حسب الحاجة علي منوال شبكي او منوال معزول . للتشغيل أنجزت برامجيات ادارة عمليات تحصيل ، معالجة و تخزين البيانات، وذلك ضمن قاعدة بيانات علائقية .

في الاطار التطبيقي لهذه الشبكة كان الاهتمام بنظم الخدمات المناخية الوافر من طرف الوكالة الوطنية لتسيير المياه. بعد دراسة النظم الحالي و حصر نقائصه ، تم وضع حلول في اطار نظام جديد لجمع البيانات المناخية للجزائر.

ABSTRACT : A telemetric network has been developed. It permits climatic data acquisition. The network consists of a data collecting central based on a personal computer and several off - line data acquisition stations, which permit data acquisition from analog, digital and on/off sensors. The remote stations are based on microprocessor system. They can be used in network mode or in isolated mode. A software has been developed to permit system management and data storage in relational data base.

This system has been used in the conception of a climatic data collection of ALGERIA. The actual system has been studied and many deficiencies were observed. As solution a new architecture is suggested.

RÉSUMÉ : Un système de télémétrie à architecture répartie destiné à l'acquisition de données climatiques est développé. Il est constitué d'une centrale basée sur un micro-ordinateur relié en étoile à plusieurs stations d'acquisition automatiques. Ces stations permettent l'acquisition de signaux analogiques, numériques et tout ou rien. Un microprocesseur contrôle les opérations d'acquisition, de prétraitement et de mémorisation. Deux modes de fonctionnement sont prévus ; le mode réseau et le mode isolé. Un logiciel est développé pour assurer la gestion du système de télémétrie au niveau de la centrale. Les données sont alors stockées dans une base de données relationnelle.

Pour l'application de ce système, le service de collecte d'informations climatiques d'ALGÉRIE offert par l'agence nationale des ressources en hydrauliques (ANRH) est étudié ; et vu les diverses insuffisances relevées une nouvelle organisation et un système de collecte à architecture semi-centralisée à trois niveaux sont proposées.

*A Trois femmes exceptionnellement bonnes, généreuses,
et pour qui je serais éternellement reconnaissante :*

Ma mère source d'amour et de tendresse ,

Ma grand mère paternelle, source de sagesse ,

Mon professeur Khadija Bensouna exemple de modestie et de dévouement.

Remerciements

Je remercie vivement chaque membre du jury pour s'être intéressé à mon travail et avoir accepté de le juger :

- M. Haddadi, chargé de cours à l'E.N.P., de m'avoir fait l'honneur de présider le jury.
D. Akhrib, chargé de cours à l'Institut d'Électronique de l'Université de Blida, qui m'a très amicalement proposé le sujet, m'a prodigué ses précieux conseils, ses encouragements tout au long de ce travail et qui a bien voulu mettre à ma disposition les outils de travail sur lesquels je me suis appuyé.
B. Derras, maître de conférences à l'E.N.P., L. Hammami, chargé de cours à l'E.N.P., et A. Guessoum, maître de conférences à l'Institut d'Électronique de l'Université de Blida, qui ont bien voulu examiner mon travail et accepter d'être dans le jury.

Je remercie Sihem Dahmani de l'D.N.D., pour son aide précieuse, pour ses encouragements et pour toutes ses remarques pertinentes et constructives à la fois.

Je tiens à exprimer toute ma gratitude à Ibrahim Kacha, enseignant à l'E.N.P., pour sa disponibilité ainsi que pour tout le matériel de travail qu'il a généreusement mis à ma disposition.

Que soient remerciés Ali Dahmani, de l'D.N.P.E., Karim Hassen, Mohammed Aidja de l'Institut d'Électronique de l'Université de Blida, ainsi que Sihem Gougam du C.N.R.C et Lyes Sadaoui de l'E.N.P., pour toutes les facilités qu'ils ont bien voulu m'accorder.

Je remercie tout spécialement Akila Cussadit et Mohammed Kherchit de l'A.N.R.H., pour m'avoir aidé dans la tâche ingrate d'étude du service de collecte climatologique d'Algérie.

Je remercie très sincèrement Madjid et Mourad responsables du centre de traitement de l'information documentaire des P.T.C., ainsi que Fadila et Anissa de la bibliothèque de l'D.N.D., pour l'abondante documentation qu'ils ont mis à ma disposition.

Que soient remerciés également tous ceux qui de près ou de loin m'ont aidé à tenir le bon cap, et en particulier mes ami(e)s pour le soutien constant qu'ils m'ont apporté.

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	1
<hr/>	
CHAPITRE I	5
<hr/>	
GENERALITES SUR LES SERVICES DE COLLECTE -TELEMESURE -	5
1. INTRODUCTION	5
2. DEFINITIONS	5
3. CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES	6
3.1 VOLUME D'INFORMATIONS PAR MESSAGE	6
3.2 FRÉQUENCE D'ACQUISITION DES MESSAGES	6
3.3 DÉLAI DE RESTITUTION	6
3.4 MODE D'ÉMISSION	7
3.5 ETENDU GÉOGRAPHIQUE DU SERVICE	7
3.6 FIABILITÉ DU SERVICE	7
3.7 AUTONOMIE DU RÉSEAU	7
4. ARCHITECTURE DES SYSTÈMES DE COLLECTE	8
4.2 SYSTÈME D'ACQUISITION	8
4.2 SYSTÈME DE TRANSMISSION	8
4.3 SYSTÈME DE RÉCEPTION	9
5. ORGANISATION DES SERVICES	9
5.1 LES SERVICES NON ORGANISÉS	10
5.2 SERVICES ORGANISÉS	10
5.2.1 Services de collecte d'informations intégrées	11
5.2.2 Services utilisant les réseaux terrestres de télécommunications	11
5.2.2.1 Architecture	12
5.2.2.2 Caractéristiques	12
5.2.3 Services utilisant les réseaux de télécommunications par satellite	13
6. CONCEPT DE TÉLÉMESURE	13
6.1 BUT	13
6.2 DÉFINITIONS	14
6.2.1 Notion de mesure	14
6.2.2 Système de télémesure	14
6.3 PRINCIPE	14
6.4 TRANSMISSION	14
6.5 TYPE DE LIAISON	15
6.6 RÉCEPTION	15
6.7 CLASSIFICATION	15
6.8 ORGANISATION	16

7. ARCHITECTURE DES SYSTÈMES DE TÉLÉMESURE	16
7.1 SYSTÈME D'ACQUISITION	17
7.1.1 Plates formes de collecte de données	17
7.1.2 Systèmes d'acquisition de données	18
7.1.3 Structure d'un S.A.D	18
7.1.3.1 Acquisition de mesures	19
7.1.3.2 Cadence de prélèvements	19
7.1.3.3 Conversion analogique numérique	20
7.2 SYSTÈME DE TRANSMISSION	20
7.3 SYSTÈME DE RÉCEPTION	20

CHAPITRE II **21**

LA TRANSMISSION DE DONNEES	21
1. INTRODUCTION	21
2. LIAISON DE DONNEES	21
2.1 DÉFINITION	21
2.2 STRUCTURE D'UNE LIAISON DE DONNÉES	22
2.2.1 ETTD : Équipement Terminal de Traitement de Données (ETTD = DTE Data Terminal Equipement).	22
2.2.2 Circuit de données	22
2.2.2.1 ETCD : Equipement Terminal de Circuit de Données	23
2.2.2.2 Modems et ERdB	23
2.2.3 Jonction ETTD - ETCD	24
2.2.4 Support de transmission	24
2.3 MODES D'EXPLOITATION D'UN CIRCUIT DE DONNÉES	25
2.3.1 Mode simplex	25
2.3.2 Mode half duplex	25
2.3.3 Mode full duplex	25
2.4 MODES DE TRANSMISSION DE DONNEES	26
2.4.1 Transmission parallèle	26
2.4.2 Transmission série	26
2.4.2.1 Transmission asynchrone	26
2.4.2.2 transmission synchrone	27
3. TOPOLOGIES DES LIAISONS	28
3.1 LIAISON POINT À POINT	28
3.2 LIAISON MULTI-POINT	28
4. PROCEDURE DE COMMANDE DE LIAISON DE DONNEES	29
4.1 TYPES DE PROCÉDURES	29
4.1.1 Protocoles asynchrones	29
4.1.2 Protocoles synchrones	29
4.2 LES PHASES D'UNE PROCÉDURE DE COMMANDE	30
5. TRANSMISSION DE DONNEES SUR LE RTC	30
6. CONCLUSION	31

CONCEPTION ET REALISATION D'UN SYSTEME DE TELEMESURE	32
1. INTRODUCTION	32
2. DESCRIPTION DU SYSTEME	32
3. LES FONCTIONS ASSUREES PAR LE STPI	34
3.1 LES FONCTIONS ASSURÉES PAR LA CENTRALE DE COLLECTE	34
3.2 LES FONCTIONS ASSURÉES PAR LES STATIONS	34
4. STATION D'ACQUISITION ET DE TRAITEMENT DE DONNÉES	35
(ORGANISATION MATERIELLE)	35
4.1 SYSTEME D'ACQUISITION DE DONNÉES	35
4.1.1 Acquisition de données analogiques	36
4.1.1.1 Fonctionnement de l'ADC 0808	37
4.1.1.2 Echantillonnage	37
4.1.1.3 Extension du système d'acquisition	38
4.1.1.5 Conclusion	39
4.1.2 Acquisition de signaux numériques	40
4.1.3 Acquisition de signaux tout ou rien	40
4.2 SYSTEME DE COMMANDE	41
4.2.1 Choix du microprocesseur	41
4.2.2 Unité centrale	41
4.2.2.1 Horloge du 6809	42
4.2.2.2 Circuit d'initialisation	42
4.2.3 Les mémoires	43
4.2.4 Organisation de l'espace mémoire	43
4.2.5 Décodage des adresses	43
4.3 COMMANDE DU S.A.D	49
4.3.1 Acquisition analogique	49
4.3.2 Acquisition numérique	49
4.3.2.1 Circuit TIMER 8254.	49
4.4 TOUCHES DE COMMANDE	51
4.5 CIRCUIT D'ADRESSAGE DES STATIONS	51
4.6 CIRCUIT D'AFFICHAGE	52
4.7 CIRCUIT DE GESTION D'INTERRUPTIONS	52
4.7.1 Fonctionnement du 8259	53
4.7.2 Hiérarchie des interruptions	53
5. INTERFACE SÉRIE	58
5.1 SIGNAL D'HORLOGE	58
5.1.1 Fonctionnement du AY-5 - 8116	59
5.2 ÉMISSION - RÉCEPTION SÉRIE	60
5.2.1 Architecture interne de l'USART 8251A	60
5.2.2 Adressage du 8251A	62
5.2.3 Programmation de l'USART	62
5.3 ADAPTATION DE NIVEAUX	63
5.4 LIAISON STATION - PC	63

5.5 LIAISON STATION-CENTRALE PAR VOIE TÉLÉPHONIQUE.	64
5.5.1 Choix du modem	65
5.5.2 Présentation du TELSAT 9672N	66
6. INTERFACE RADIO	66
6.1 LE CIRCUIT AM 7910	67
6.1.1 Configuration du modem	68
6.1.2 Circuit d'initialisation et d'horloge	69
6.2 Interface série	69
7. STOCKAGE DES DONNÉES SUR MÉMOIRE MORTE	73
7.1 FONCTIONNEMENT DE L'EPROM 2732.	73
7.2 FONCTIONNEMENT DU PPI 8255	74
7.3 FONCTIONNEMENT DU CIRCUIT PROGRAMMEUR D'EPROM	75
7.3.1 Mode programmation	76
7.3.2 Mode lecture	76
8. ORGANISATION LOGICIELLE DE LA STATION	79
8.1 ORGANISATION LOGICIELLE EN MODE RÉSEAU	79
8.1.1 Programme principal	79
8.1.2 Programmes de traitement de données	79
8.1.3 Programmes de traitement des interruptions	80
8.1.4 Programme d'initialisation.	81
8.2 ORGANISATION LOGICIELLE EN MODE ISOLÉ.	81
CHAPITRE IV	91
<hr/>	
CONCEPTION D'UN SYSTÈME DE COLLECTE D'INFORMATIONS EN CLIMATOLOGIE	91
1. INTRODUCTION	91
2. PRÉSENTATION DE L'ANRH	92
3. ORGANISATION DE L'ANRH	92
3.1 MISSIONS D'UNE ANTENNE RÉGIONALE	92
3.2 MISSIONS D'UN SECTEUR	93
3.3 MISSION DU SERVICE DE CLIMATOLOGIE	93
4. CLIENTS DU SERVICE CLIMATOLOGIE	93
5. POSITION DU PROBLÈME	94
6. SYNTHÈSE DU SERVICE DE COLLECTE EXISTANT A L'ANRH	95
6.1 PROCESSUS DE COLLECTE DE DONNÉES CLIMATOLOGIQUES	95
6.1.1 Station climatologique complète	95
6.1.2 Postes pluviométriques	95
6.1.3 Postes pluviographiques	95
6.2 PROCÉDURE D'ACHEMINEMENT DES INFORMATIONS COLLECTÉES	95
6.2.1 Circulation du flux d'informations	96
6.2.2 Délais de restitution	96
6.3 OPÉRATIONS DE CONTRÔLE ET DE DÉPOUILLEMENT	97

7. CRITIQUES ET SUGGESTIONS	97
7.1 INSUFFISANCES RELATIVES À LA PROCÉDURE DE COLLECTE	98
7.2 SUGGESTIONS	98
7.3 INSUFFISANCES RELATIVES À L'OPÉRATION D'ACHEMINEMENT DE L'INFORMATION	99
7.4 SUGGESTIONS	99
7.5 INSUFFISANCE RELATIVE AUX PROCÉDURES DE TRAITEMENT DE L'INFORMATION	99
7.6 SUGGESTIONS	100
7.7 INSUFFISANCES RELATIVES A L' ORGANISATION GÉNÉRALE	100
8. ARCHITECTURE DU NOUVEAU SYSTÈME DE COLLECTE	100
8.1 ARCHITECTURE DU SYSTÈME DE COLLECTE	101
8.1.1 Au niveau du siège	101
8.1.2 Au niveau de l'antenne	102
8.1.3 Au niveau du secteur	103
8.1.4 Au niveau de la station d'observation	103
8.1.4.1 Paramètres	103
8.1.4.2 Les capteurs utilisés	104
8.1.4.3 Fréquence d'acquisition	105
8.1.2.4 Interface des capteurs	106
8.1.2.5 Calibrage	107
8.2 GESTION DU SYSTÈME DE TÉLÉMESURE	108
8.2.1 Discussion	108
8.2.2 Logiciel CLIMAX	108
8.2.2 Interface Homme - Machine	109
CHAPITRE V	112
<hr/>	
CONCEPTION ET REALISATION DU SYSTEME « CLIMAX »	112
1. INTRODUCTION	112
2. CONCEPTS DE BASE	112
2.1 DESCRIPTION DES DONNÉES	112
2.2 MODÈLE DE DESCRIPTION DE DONNÉES	113
2.3 NIVEAUX DE DESCRIPTION	113
2.3.1 Niveau conceptuel	113
2.3.2 Niveau externe	113
2.3.3 Niveau interne	113
3. NOTION DE BASE DE DONNÉES	114
3.1 DÉFINITION D'UNE BASE DE DONNÉES	114
3.2 LES OBJECTIFS D'UNE BASE DE DONNÉES	114
3.3 SYSTÈME DE GESTION DE BASES DE DONNÉES	114
3.4 LES TYPES DE BASES DE DONNÉES	115

4. BASES DE DONNÉES RELATIONNELLES	115
4.1 NOTIONS DE BASE DU MODÈLE RELATIONNEL	115
4.2 BASES DE DONNÉES RELATIONNELLES	117
5. CONCEPTION DU SYSTÈME " CLIMAX "	117
5.1 MÉTHODE DE CONCEPTION	117
5.1.1 Conception logique.	117
5.1.1.1 Conception des données	117
5.1.1.2 Conception des traitements	126
5.1.1.3 Conception des flux entrants	129
5.1.2 Conception physique	129
5.1.3 Présentation du SGBD CLIPPER	130
5.2 SECURITÉ DU SYSTÈME	130
<u>PERSPECTIVES ET CONCLUSIONS</u>	<u>131</u>
<u>BIBLIOGRAPHIE</u>	<u>134</u>
<u>GLOSSAIRE</u>	<u>138</u>
<u>ANNEXES</u>	<u>143</u>

INTRODUCTION

*" En toute chose, il n'y a qu'une manière de commencer quand
on veut discuter convenablement,
il faut bien comprendre l'objet de la discussion "*

Platon.

INTRODUCTION

Depuis plusieurs années déjà, l'information est considérée comme étant la première ressource de diverses disciplines scientifiques et activités économiques.

« L'obtention d'une information n'est pas une fin en soi. Elle doit répondre à un besoin ; et si elle n'est pas exploitable, elle est inutile ; mais aura cependant engendré un coût » [51].

En effet, pour que l'information soit utile et pour pouvoir en évaluer autant que possible le rapport coût efficacité ; des exigences de qualité, de quantité et de disponibilité très sévères ont été imposées dans le domaine de la collecte d'informations. Au départ de sa source, l'information est sous forme potentielle. Elle doit être saisie par un équipement adéquat ; puis, éventuellement acheminée et concentrée en un centre de traitement où elle sera exploitée et / ou diffusée.

La fonction de collecte d'informations est d'une grande importance. Elle se rencontre dans des applications très diverses ; notamment dans les applications de télédétection, de météorologie, de géologie, de collecte pure de données, de téléalarme, de télémessure, etc.

Le plus souvent, la collecte d'informations se rapporte à une collecte de mesures portant sur des grandeurs physiques très variées : température, pression, contraintes mécaniques, débits, forces, déplacement, vibrations, masses, rayonnement, fréquences, intensités, etc.

La télémesure ou la collecte de mesures à distance est née avec le besoin de mieux connaître et contrôler les phénomènes de loin. Initialement, les systèmes de télémesure étaient très centralisés et se limitaient aux simples rôles d'enregistreurs de paramètres dans des applications très restreintes (enregistreurs graphiques multipistes).

Avec le progrès de la technologie, ces systèmes ont été profondément modifiés. Les conditions, les modalités d'acquisition et de transmission ont été améliorées, le nombre de fonctions assurées augmenté (traitement, mémorisation, etc.) et le domaine d'utilisation élargi (industrie, recherche scientifique et techniques, etc.). Actuellement, les systèmes de télémesure évoluent vers des systèmes à architecture répartie où l'informatique est largement mise à contribution pour centraliser, organiser et analyser les mesures. Ces systèmes sont aujourd'hui, de véritables outils d'aide à la décision, aussi bien pour le scientifique, l'industriel, que pour l'économiste.

D'une manière générale, les systèmes de télémesure sont destinés aux applications impliquant des mesures fréquentes, variées et rapides sur de larges étendues géographiques.

Toutefois, ces systèmes sont principalement installés dans les milieux où l'accès à l'être humain s'avère difficile, dangereux ou impossible ; zones nucléaires, milieux inhabités, espace, environnement sévère, milieux industriels dangereux, etc. Ces systèmes offrent principalement les avantages suivants :

- acquisition des mesures à distance ;
- des mesures nombreuses, rapides et précises ;
- concentration des mesures en un centre de collecte et de traitement.

La concentration des mesures en un centre de collecte et de traitement simplifie la fonction de supervision et permet d'avoir une vision synoptique continue sur l'évolution du phénomène sous contrôle ou sous surveillance. Par ailleurs, cette centralisation facilite la gestion (bases de données) et l'archivage des données (ordre chronothématique) ; et permet d'effectuer différents traitements tels que : les calculs statistiques, analyse spectrale, corrélation, filtrage, lissage, détection, estimation, prévisions, etc.

Les objectifs de ce projet sont :

1- Conception et réalisation d'un système de télémésure :

La conception et la réalisation d'un système de télémésure nommé STP1 (Système de Télémésure prototype 1) permettant l'acquisition de paramètres météorologiques. Ce système est constitué d'une centrale de collecte basée sur un personal computer (PC) et d'un ensemble de stations d'acquisition automatiques (fonctionnement autonome, mode isolé ou en réseau). La liaison entre la centrale de collecte et les différentes stations peut se faire par liaison téléphonique (ou par liaison radio).

2- Application :

En Algérie l'observation et l'étude du climat date de l'année 1860. Depuis 1982, l'Agence Nationale des Ressources en Hydraulique (ANRH) tient un service climatologie qui établit, traite et archive toutes les informations relatives au climat sur tout le territoire national. Cependant, depuis quelques années, l'agence se trouve confrontée à plusieurs problèmes. Les responsables d'études considèrent que ces problèmes sont dus principalement au manque de méthodologie dans les procédures de collecte d'informations climatologiques, et proposent par conséquent de revoir toute la procédure de travail adoptée au sein de l'ANRH.

L'application est basée sur l'étude de ce cas. Elle consiste en la conception d'un système de collecte d'informations climatiques de l'Algérie. Pour ce faire, il faut :

- étudier le service de collecte d'informations climatiques de l'Algérie existant ;
- faire une synthèse de ce service et établir les insuffisances actuelles ;
- proposer des solutions aux problèmes posés ;
- concevoir un nouveau système ;
- concevoir et réaliser un système de gestion des données (base de données) ;
- développer une interface homme - machine.

Organisation du mémoire :

Le présent mémoire est organisé en cinq chapitres. Dans le chapitre 1, nous commençons tout d'abord par une présentation générale des services de collecte d'informations. Puis, nous donnons un aperçu sur les caractéristiques, l'organisation et l'architecture globale de ces systèmes. Nous continuons par la définition du concept de télémesure tout en précisant son but et son principe. Nous terminons enfin, par donner l'architecture générale ainsi que l'organisation des systèmes de télémesure.

Au chapitre 2, nous présentons brièvement les concepts fondamentaux de la transmission de données avec la terminologie officielle utilisée.

Au chapitre 3, nous donnons la structure détaillée et les fonctions assurées par le système de télémesure conçu (organisation matérielle et organisation logicielle).

Les chapitres 4 et 5 sont consacrés à l'application envisagée du STP1.

Dans le chapitre 4, nous présentons le service de collecte d'informations climatologiques de l'Algérie (existant). Puis, nous donnons une synthèse du service actuel, tout en précisant les insuffisances observées ; et enfin nous donnons les solutions proposées et la conception du nouveau système.

Le chapitre 5 est consacré à la conception et la réalisation du logiciel de gestion du système de télémesure " CLIMAX ", ainsi que celle de la base de données. Nous commençons par donner des notions générales sur les bases de données relationnelles. Puis, nous donnons les différentes étapes de conception du système de gestion de télémesure, de la base de données et de l'interface homme-machine réalisées.

Nous concluons par un bilan sur l'ensemble de notre réalisation en évoquant certaines améliorations envisageables dans le cadre de notre architecture de base pour une meilleure utilisation dans des applications pratiques.

CHAPITRE I

*"La collecte de données est un moyen de s'informer d'abord
et de conserver ensuite".*

A. Vinay.

CHAPITRE I

GENERALITES SUR LES SERVICES DE COLLECTE - TELEMESURE-

1. INTRODUCTION

Grâce à l'essor de l'informatique et des télécommunications, aujourd'hui, l'exploitation des services de collecte ne se limite plus au domaine scientifique, elle s'étend au domaine commercial, industriel et touche de près le grand public. Ce sont de nouvelles prestations de service qui se tiennent à proximité de ce dernier tel que : prévisions météorologiques, prévision des crues, prévisions des récoltes, téléalarme pour personnes âgées, téléconférences, etc. Plus encore, l'exploitation de ses services est devenue un véritable enjeu économique.

2. DEFINITIONS

Définition 1 : Les services de collecte d'informations regroupent tous les systèmes qui s'occupent de la collecte d'information.

D'une manière générale, n'importe quel réseau de transmission réalisé par des infrastructures terrestres ou spatiales est considéré comme faisant de la collecte d'informations [26],[53].

La fonction de collecte d'informations est présente dans plusieurs grands types d'application :

- la télémessure : industrie, recherches scientifiques, téléaction, étude de l'environnement ;
- la télésurveillance : industrie, téléaction, recherches scientifiques ;
- la téléalarme : industrie, téléaction, prévisions ;
- la collecte pure de données : sondages ;
- la télédétection : imagerie par satellite, exploration de la Terre, météorologie.

Définition 2 : Dès qu'un lot d'informations géographiquement disséminés est regroupé par l'intermédiaire d'un support de transmission, on parle alors de service de collecte [54].

Une définition formelle n'existe pas vraiment. Les définitions données ci-dessus, laissent planer une certaine ambiguïté quand au contenu précis de ce concept. Les services de collecte sont donc à prendre au sens large.

3. CARACTERISTIQUES GENERALES

3.1 Volume d'informations par message

C'est le nombre de bits d'une information numérisée. Par exemple, la résolution d'une image de prospection géologique fournie par un service de télédétection ou le nombre de bits d'un message de détresse.

Selon les besoins, le débit varie de quelques bits par seconde pour les applications simple de téléaction à des centaines de Mega bits par seconde pour les application de télédétection.

3.2 Fréquence d'acquisition des messages

C'est la fréquence de renouvellement des mesures ou d'appels. Cette fréquence augmente ou diminue selon le type et les besoins de l'application. Par exemple, les satellites de météorologie TIROS (USA) dans le cadre du programme de Veille Météorologique Mondiale (V.M.M) fournissent environ 30 000 observations de température de surface de la Terre par jour. Tandis que, pour les applications de topographie et de géodésie, la fréquence de renouvellement des mesures est de un jour [54].

3.3 Délai de restitution

Le délai de restitution est le temps nécessaire à la restitution d'une information. Ceci, en prenant en considération le délai de transmission (le temps qui s'écoule entre le début de transmission d'un message et la fin de sa réception par le destinataire [38]), les contraintes de transmission tel que la disponibilité non permanente du support de communication et éventuellement le temps de traitement (filtrage, décalage fréquentiel, etc.).

Le délai de restitution de l'information est fixé par les exigences de l'application. Ainsi, pour les applications de téléalarme et de vidéo interactive, le délai moyen est quasi-réel, alors que d'autres applications se contentent d'un délai moyen allant d'une heure pour les sciences de la nature et la météorologie et à un jour pour l'imagerie par satellite (cartographie).

3.4 Mode d'émission

La transmission des informations collectées se fait selon trois modes :

- mode interrogation ou télécommande externe : dans ce cas, il y a interactivité. Le réseau est donc bidirectionnel et la collecte d'informations représente la partie retour (réponse) du trafic ;
- mode programmation ou déclenchement automatique ;
- mode interruption : dépassement d'un seuil ou présence d'une anomalie.

3.5 Etendu géographique du service

C'est l'étendue géographique du site sur lequel s'effectue la collecte d'informations. Ce dernier, caractérisé par le nombre de points d'acquisition et leur accessibilité joue un rôle important dans l'architecture du système de collecte. Par exemple, la zone de couverture d'un service utilisant un satellite à défilement est égale à la surface de la Terre - hors pôles -.

3.6 Fiabilité du service

De manière générale, la fiabilité du service requiert un faible taux d'erreurs et de pertes de messages, une disponibilité immédiate du canal de transmission, ainsi qu'une possibilité de sauvegarde locale des données et une redondance intra-réseau des informations [54].

3.7 Autonomie du réseau

Le réseau doit disposer d'une source d'énergie électrique pour le fonctionnement des différents équipements électroniques qui le constituent. Il doit aussi être doté d'une grande capacité de résistance aux conditions d'environnement sévères (vibrations, chocs, champs magnétiques, rayonnement nucléaire, etc.).

4. ARCHITECTURE DES SYSTEMES DE COLLECTE

La structure générale des systèmes de collecte est du type réseau multipoint à point [4], [3] [54]. Leur architecture fonctionnelle de base se constitue essentiellement de trois systèmes : système d'acquisition, système de transmission et système de réception. Cette architecture est très flexible, elle peut être adaptée à chaque type d'application, ou lorsque besoin est.

4.2 Système d'acquisition

Les systèmes d'acquisition sont constitués d'un ensemble d'équipements électroniques spécifiques à chaque application. Ces derniers, positionnés aux différents points de collecte ont pour rôle :

- l'acquisition des données à partir de la source d'informations grâce à des capteurs (opération d'échantillonnage, numérisation et prétraitement) ;
- gestion des capteurs ;
- stockage et sauvegarde de l'information ;
- mise en format de transmission et déclenchement de l'émission au moment propice ;
- contrôle du fonctionnement du système d'acquisition, d'émission, de la source d'énergie et de la base de temps.

4.2 Système de transmission

Les services de collecte de données peuvent être supportés par des infrastructures de communications terrestres ou spatiales. Ils peuvent utiliser les réseaux existant tel que : les réseaux publics de téléinformatique, les réseaux de télécommunications (Réseau Téléphonique Public Commuté - RTC -, Lignes Spécialisées - LS -). Ils peuvent aussi utiliser les canaux d'un réseau de télécommunication conventionnel partagé avec d'autres services (satellite avec d'autres missions) ; comme ils peuvent utiliser un système de transmission spécifique. Le rôle du système de transmission est de permettre :

- la transmission des messages ;
- la concentration du trafic ;
- la gestion du réseau ;
- la surveillance.

4.3 Système de réception

Le système de réception est situé au niveau du centre de collecte . Il est constitué d'un ensemble d'équipements qui permettent :

- la réception et l'acquisition des messages ;
- l'extraction et le traitement de l'information ;
- l'utilisation des informations (serveur) : calculs statistiques, diffusion, prise de décision, etc.

5. ORGANISATION DES SERVICES

Les services de collecte sont généralement organisés selon leurs domaines d'application et par type de support de transmission. Cependant, on distingue deux catégories de service. Les services organisés et les services non organisés[26],[54]. La figure (1.1) illustre l'organigramme structurel des services de collecte.

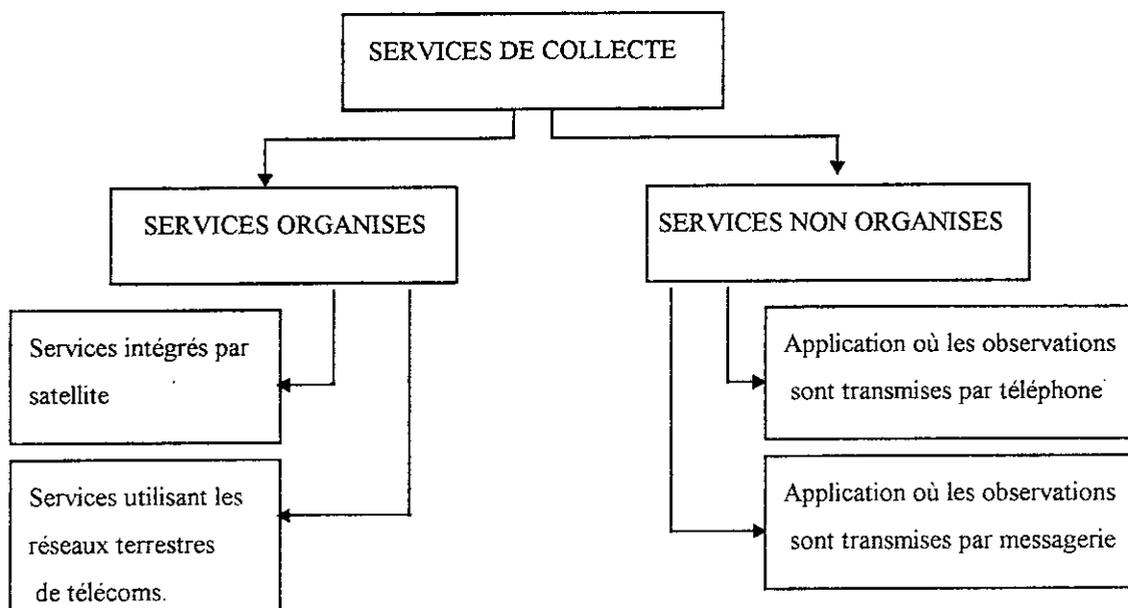


fig. (1.1) : Organigramme structurel des services de collecte.

5.1 Les services non organisés

Les services non organisés s'identifient par les applications suivantes :

- les applications où les observations sont enregistrées sur le site, puis transmises par des opérateurs locaux par voie téléphonique ou radio vers les centres de traitement et d'utilisation ;
- les applications recourant au transport physique (messagerie ou poste) de documents, de bandes magnétiques ou vidéo contenant diverses informations ou observations.

Ces services sont sujets aux retards et peu fiables.

5.2 Services organisés

Un service de collecte est dit organisé, lorsque l'ensemble des données recueillies sont acheminées à travers un support de télécommunications et concentrées en un centre de traitement et d'utilisation. Une représentation de quelques services de collecte classés par type d'application et support de communication est donnée par le tableau (1.1).

On distingue principalement, les services de collecte d'informations intégrés par satellite, et les services de collecte de données utilisant les réseaux de télécommunications (réseaux terrestres, réseaux spatiaux, systèmes à satellite avec autre mission, service de relais de données par satellite).

Mission ou service Système ou réseau	Collecte pure de données	Télémétrie	Téléalarme de détresse	Localisation	Télé-détection météo.	Télé-détection exploration Terre
Réseaux terrestres de télécoms.						
- RTC	×	×	×	—	—	—
- LS	×	×	×	—	—	—
Satellites géostationnaires	×	×	×	×	×	—
Satellite à défilement	—	×	×	×	×	×

Tableau (1.1) : Exemples de services de collecte

5.2.1 Services de collecte d'informations intégrés

Dans le domaine de la collecte d'informations, l'apport le plus important est certainement celui du satellite. Très vite, il est devenu le complément des systèmes de collecte aéronautiques et terrestres [26], [41]. En raison de ses caractéristiques intrinsèques, il offre les avantages suivants :

1. accès multiple ;
2. résolution adaptée à l'application voulue : de quelques kilomètres pour la météorologie à quelques mètres pour la cartographie ;
3. zone de couverture étendue : les satellites géostationnaires permettent une large couverture et les satellites à défilement permettent une couverture répétée de toute la surface du globe ;
4. acquisition intégrée et disponibilité des données dans des délais quasi-réels ;
5. capacité de vision synthétique et perception stéréoscopique de l'environnement terrestre ;
6. capacité de communication avec les mobiles ;
7. recueil de volumes d'information important : un seul détecteur peut générer de 15 à 120 Mbits selon la résolution.

5.2.2 Services utilisant les réseaux terrestres de télécommunications

Les réseaux terrestres utilisés pour la collecte de données sont en général du type réseau en étoile bidirectionnel ou unidirectionnel. Ce réseau peut être organisé par des liaisons radio, des liaisons téléphoniques commutées ou des liaisons spécialisées. On trouve plusieurs applications de ce type : applications de télémessure, télésurveillance et téléalarme pour la téléaction, les domaines scientifiques et industriels [17], [50], [54].

La structure de ses systèmes est essentiellement une structure semi-centralisée où une première centralisation a lieu au moyen d'un système de transmission spécifique, puis une deuxième centralisation à l'aide d'un ou plusieurs réseaux de télécommunications.

5.2.2.1 Architecture

L'architecture générale d'un système de collecte utilisant les réseaux terrestres de télécommunications comporte :

1. les installations d'abonné ;
2. le système de collecte, on peut citer :
 - l'émetteur ou la télécommande radio pour la téléalarme ;
 - Système d'Acquisition de Données (S.A.D.) pour les systèmes industriels de télémessure ;
 - capteurs et caméra vidéo pour la télésurveillance ;
 - Plates Formes de Collecte de Données (PCD) pour les applications de télémessure : industrie, géologie, prospection en mer, sismologie, météorologie, climatologie, etc. ;
 - centrale de collecte de mesures.
3. système de communication : Un ou plusieurs réseaux de transmission .
4. l'installation du prestataire de service (serveur).

5.2.2.2 Caractéristiques

- Un trafic constitué de messages courts et moyens allant de 1 à 100 K bit/s maximum .
- Un taux d'activité faible, moyen, élevé selon l'application .
- La qualité du service requiert : un taux de perte de messages faible, un délai de transfert court, la disponibilité immédiate du canal de transmission (moins certaine pour le RTC que pour les LS) .
- Sécurité de l'application et rapidité d'intervention : à savoir les procédures de surveillances, diversité d'acheminement, analyse et localisation des défaillances ;

Les services les plus répandus dans ce cas, sont les services de téléalarme et de télésurveillance. Le service de téléalarme est un système qui est conçu pour permettre à certains abonnés du téléphone de transmettre des messages de détresse. Le déclenchement est effectué par simple pression d'un bouton (télécommande radio portative ou automatiquement). Par exemple téléalarme pour personnes âgées, handicapées ou malades, et téléalarme pour surveillance de locaux, protection contre l'effraction ou l'incendie [5],[26].

Les systèmes de télésurveillance sont utilisés pour s'informer sur l'évolution ou le fonctionnement des système sous contrôle. Ils sont aussi utilisés pour la prévention contre les infractions, incendies et la détection de présences [21],[50], [54]. La majorité des capteurs utilisés sont caractérisés par un fonctionnement tout ou rien. Ouvert ou fermé (vannes), allumé ou éteint (indicateur lumineux), marche ou arrêt (état normal ou état d'alarme) [25],[33] ,[39],[40].

5.2.3 Services utilisant les réseaux de télécommunications par satellite

Dans ce cas, la collecte est effectuée à partir d'un réseau étendu de stations automatiques. Ces dernières, organisées sous forme de réseau en étoile unidirectionnel ou bidirectionnel (exploitation point à point ou multipoints à point) utilisent pour leurs transmissions les ressources disponibles en orbite : répéteurs de satellites de télécommunications, satellites avec autres missions et systèmes de relais de données par satellite [26], [54].

Une station de collecte automatique est constituée d'une plate forme de collecte de données équipée d'une station de communication par satellite (VSAT : Very Small Aperture System). Ces stations sont de taille réduite, elles sont constituées de micro-terminaux dont le diamètre est compris entre 0.75 et 2 mètres. Elles sont transportables, facilement instalables, fiables, résistantes et permettent des applications souples et personnalisées [3]. Les services de collecte utilisant les réseaux de communications par satellite sont principalement des services de télémétrie dont le champ d'application couvre :

- les missions scientifiques ;
- les applications industrielles (prospection, pétrochimie, etc.) ;
- étude de l'environnement (atmosphère, océan, terre) ;
- prévisions (météo. , crues, etc.) et alerte (volcanisme, sismologie, etc.) ;
- surveillance (forêts, failles géologiques, ouvrages d'art, etc...) .

Les caractéristiques principales sont : zone de couverture très large, nombre de stations très élevé, débits jusqu'à 100 Kbit/s, délai de restitution des informations varie de 3 à 24 heures, possibilité de transmission en temps réel (satellite fixe) et lorsque besoin est, le dimensionnement du réseau est optimisé par allocation d'un canal de transmission . Ce canal n'étant qu'une partie de la capacité d'un répéteur a partager selon un mode d'accès multiple [3],[44].

6. CONCEPT DE TELEMESURE

6.1 But

Le but de la télémétrie est de transmettre des mesures à distance en temps réel ou en temps différé. Par exemple [25],[41] :

- la mesure à distance (directe) de la tension, de l'intensité, de la puissance et du facteur de puissance ;
- la mesure à distance (indirecte) de la pression, de la vitesse d'écoulement, du débit, de l'état de remplissage, du niveau, de la position d'angle d'une vanne .

6.2 Définitions

6.2.1 Notion de mesure

La mesure consiste à faire correspondre à la grandeur que l'on veut déterminer une autre grandeur directement accessible à l'élément terminal du système de mesure [27].

Les mesures portent sur une multitude de grandeurs physiques : longueurs, masses, forces, pressions, vibrations, déplacements, températures, rayonnements, niveaux, débits, fréquences, intensités, etc. Le type de la mesure dépend de la grandeur à mesurer ; aussi distingue t-on, deux types de mesures : les mesures immédiates et les mesures par grandeurs intermédiaires [25],[27].

6.2.2 Système de télémesure

On appelle système de télémesure, l'ensemble des ressources matérielles et logicielles nécessaires pour effectuer une mesure à distance [41].

6.3 Principe

Le principe des systèmes de télémesures consiste à obtenir d'un point de contrôle situé à une distance éloignée des différents points de mesures, des informations (indications d'appareils de mesure) sur l'état d'un phénomène ou sur le fonctionnement d'un processus sous contrôle. Par exemple, la transmission des indications des capteurs dans un processus industriel vers la salle centrale de conduite ; ou encore, la transmission de mesures faites à bord d'un ballon sonde, d'une fusée sonde ou d'un satellite vers une station au sol.

6.4 Transmission

La transmission des informations se fait d'une manière périodique ou continue (selon les besoins de l'application). Le délai de restitution dépend aussi du type d'application. Mais en général il varie d'un temps moyen quasi réel à quelques minutes. Par exemple : pour une application de prévision ou pour une application d'industrie nucléaire le délai de restitution des mesures doit être réel. Par contre, pour les applications de météorologie le délai de restitution peut être de quelques minutes, quelques heures et peut même aller jusqu'à un jour complet [25], [41].

6.5 Type de liaison

Le type de la liaison est imposé par la nature de l'application et l'étendue géographique du site. Les liaisons entre le centre de collecte et les différents points de mesure peut se faire par câble (câble téléphonique, câble à large bande, câbles blindés), par liaison radio ou par satellite. Tous les procédés de modulation peuvent être utilisés (modulation d'amplitude -ASK-, modulation de phase -PSK-, modulation de fréquence -FSK-). L'ensemble de ces liaisons constitue le réseau de transmission du système télémessure [25], [41].

6.6 Réception

La réception et l'acquisition de mesures sont prises en charges par des équipements spécialisés situés au niveau du centre de collecte. Un système de commande permet en outre la gestion globale du système de télémessure, la commande du système de supervision (écran de visualisation, logiciel de dialogue, indicateurs, etc.), l'enregistrement des données (historique de l'évolution du processus) ainsi que les éventuels traitements.

En effet, à la réception les données font souvent l'objet d'un traitement, tel que la correction d'échelle, calcul indirect de grandeurs inaccessibles, bilans d'énergie, calcul statistique, comparaison des limites de sécurité, tests de vraisemblance, pondération, etc.. Le traitement peut être fait en temps réel ou en temps différé [41].

6.7 Classification

Les systèmes de télémessure sont classés en deux catégories :

1 - les systèmes de télémessure dont la fonction principale est l'acquisition de mesures à distance. Initialement, ces systèmes étaient de simples chaînes de mesures analogiques [23],[27] ; mais actuellement, ils ne se limitent guère à la simple collecte de mesure à distance ; ils assurent diverses fonctions de contrôle , de télésurveillance, de télédiagnostic, de télémaintenance, de téléalarme et de traitement local de données.

2 - les systèmes de télémessure intégrés : ces systèmes travaillent en temps réel. Ils sont surtout utilisés dans le domaine industriel où la fonction de télémessure est essentielle pour la conduite des processus industriels à distance (contrôle, régulation). Par exemple les systèmes de télémessure utilisés dans les centrales nucléaires et les centrales thermiques. Ainsi, lorsque le système global est complexe, la fonction de télémessure est dissoute dans les autres fonctions et la dissociation est alors très subtile lorsqu'elle n'est pas impossible [8],[23].

6.8 Organisation

Le type d'application envisagé détermine dans une large mesure l'organisation du système de télémessure. En effet, l'extraordinaire diversité des applications tant dans le milieu naturel que dans le milieu du laboratoire et le milieu industriel, fait que chaque application constitue un cas particulier à elle seule, et il est très fréquent que les systèmes disponibles ne répondent pas aux besoins, d'où l'approche mille fois adoptée, se faire un système "sur mesure" [22], [41].

Toutefois, pour des raisons qui tiennent essentiellement au rapport coût efficacité ; les systèmes de télémessure qui étaient autre fois principalement centralisés ont évolués vers des systèmes semis centralisés et répartis qui se basent sur l'emploi des systèmes de télécommunications disponibles. En effet, l'utilisation d'un système de télémessure destiné à une application de large étendue géographique et où le nombre de points de collecte est très élevé requiert une infrastructure de communication puissante et fiable ; donc, dont le coût est très élevé. C'est la raison pour laquelle, les concepteurs de systèmes de télémessure utilisent de plus en plus, de manière totale ou partielle les systèmes des télécommunications existants [47], [26].

Par exemple, au Japon, depuis 1983 le service de lecture des compteurs à distance (eau, gaz, électricité) utilise le réseau téléphonique public pour la transmission des différentes lectures effectuées (tout en gardant la priorité aux appels) [54]. La transmission des informations se fait uniquement sur demande du serveur ; le délai de transfert des mesures est de 10 à plusieurs minutes. Les avantages de ce système sont : la réduction du coût (réduction du personnel affecté à cette tâche), élimination des erreurs de lecture, centralisation des mesures et rapidité de l'opération de lecture.

7. ARCHITECTURE DES SYSTEMES DE TELEMESURE

L'architecture globale d'un système de télémessure reste conforme à celle d'un système de collecte d'informations : système d'acquisition , système de transmission et système de réception. La structure de ces derniers doit répondre aux exigences spécifiques de chaque application. Ainsi, selon l'application, le système d'acquisition peut être un simple capteur ou une plate forme de collecte de données ; le système de transmission peut être une simple liaison spécialisée ou un réseau de télécommunications et enfin le système de réception peut être pour certaines applications un mini-ordinateur et pour d'autres un simple système à microprocesseur. La figure (2.1) illustre l'architecture générale d'un système de télémessure.

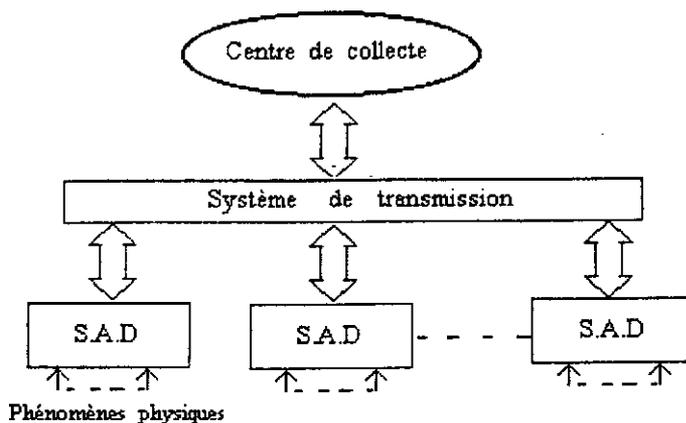


fig. (1.2) : architecture d'un système de télémesure

7.1 Système d'acquisition

7.1.1 Plates formes de collecte de données

Lorsque les systèmes de télémesures sont utilisés sur des sites géographiquement étendus (nombre de points de collecte élevé), inhabités ou d'environnement sévère ; la collecte de mesures est effectuée à partir d'un réseau étendu de stations automatiques [1]. Ces stations sont appelées Plates formes de Collecte de Données (PCD). Elles sont autonomes (source d'énergie) et peuvent fonctionner selon 3 modes : interrogation, programmation et alerte. Elles peuvent être fixes ou mobiles (bouées dérivantes, stations embarquées sur navires, avions, ballons sondes, fusées sondes, ou satellites). Elles assurent la transmission de données brutes ou de valeurs converties, le numéro de la PCD, la position et l'heure de collecte. Elles sont fiables, ne sont pas coûteuses et peuvent être installées rapidement. Ces plates formes comprennent :

- un ou plusieurs capteurs ;
- un système d'acquisition (comptage, mesure de fréquence, tension, température,...) ;
- la balise : l'équipement électronique qui permet le prétraitement la mémorisation, le calcul de moyenne, la vérification de mesures ;
- l'équipement d'émission vers le centre de traitement et d'utilisation par l'intermédiaire d'un réseau de liaison radio, d'un réseau de communication spécialisé, d'un réseau de télécommunications RTC ou LS, ou vers un satellite (télécoms ou non télécoms) grâce à une station terrienne de communication par satellite. Le débit est moyen ou faible selon le système de transmission emprunté.

7.1.2 Systèmes d'acquisition de données

Les Systèmes d'Acquisition de Données sont utilisés dans toutes les activités faisant intervenir une acquisition de mesures. La fonction fondamentale des systèmes d'acquisition de données est la conversion des signaux analogiques sous forme numérique. Trois critères permettent de définir les performances d'un SAD [6],[7], [27] ; ce sont :

- 1- le nombre de canaux échantillonnés et leur isolement ;
- 2- la vitesse ;
- 3- la précision des mesures effectuées.

Les S.A.D peuvent être classés en deux grandes catégories :

- ceux destinés à opérer dans un environnement peu sévère (laboratoires) . Dans ce cas, les critères qui prédominent le choix sont la précision et la vitesse.
- ceux destinés à opérer dans un environnement hostile (milieu électriquement perturbé). Dans ce cas, les critères de choix sont l'isolation galvanique et le taux de rejection en mode commun.

7.1.3 Structure d'un S.A.D

En général un système d'acquisition de données est constitué de huit parties [6],[7],[27]. La figure (2.1) illustre ces différentes parties. On y distingue :

- 1- un capteur spécifique à chaque entrée suivant la grandeur physique à mesurer ;
- 2- un préamplificateur différentiel d'entrée propre à chacun des N canaux ;
- 3- une cellule de filtrage ;
- 4- un étage de multiplexage capable de sélectionner une voie d'entrée pour l'échantillonnage ;
- 5- un échantillonneur bloqueur (E/B) pour bloquer la valeur du signal pendant la conversion ;
- 6- un convertisseur analogique numérique (C.A.N) ;
- 7- un système de séquençement pour synchroniser et coordonner les différentes tâches du système d'acquisition ;
- 8- une voie d'entrée sortie (E / S) pour communiquer avec le contrôleur (carte de commande à microprocesseur, microcalculateur, ordinateur, etc.) du système d'acquisition de données.

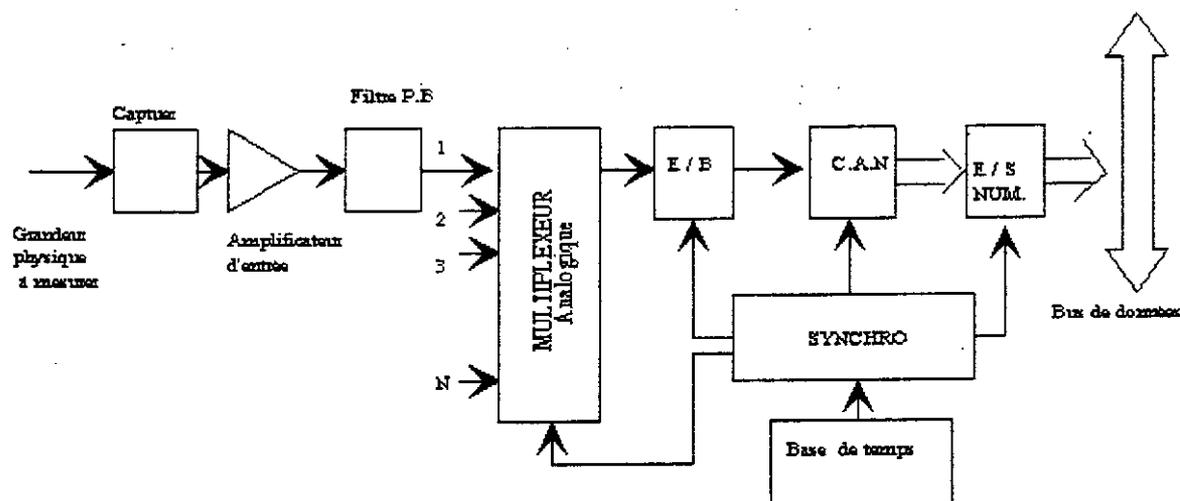


fig. (2.1) : Schéma synoptique général d'un S.A.D

Lorsque les signaux à traiter ont une grande disparité dans leur variations maximales ; l'emploi d'un amplificateur à gain programmable (AGP) s'avère nécessaire. Ce dernier, placé en aval du multiplexeur permet une économie de circuits et permet d'adapter le niveau de l'entrée sélectionnée à celui nécessaire pour mieux utiliser la dynamique et la résolution du convertisseur [7],[27].

7.1.3.1 Acquisition de mesures

Le premier élément transducteur de la chaîne d'acquisition de mesure est le capteur. C'est le composant clé qui donne un sens au système d'acquisition de données. Il permet de transformer la grandeur physique à mesurer et le contenu de son information, en une grandeur physique accessible aux sens humains ou aux maillons suivants de la chaîne d'acquisition [15].

Pour faire le choix correct d'un capteur, il est important de connaître sa nature, son principe physique de fonctionnement, ces caractéristiques métrologiques et les domaines d'emploi (voir annexe A). En effet, ces paramètres ont une répercussion immédiate sur la complexité des circuits associés, sur la précision et sur la qualité du système d'acquisition [7],[27].

7.1.3.2 Cadence de prélèvements

La cadence de prélèvement joue un rôle décisif dans le choix de l'architecture du SAD. Elle dépend du nombre d'entrées et de la bande passante des phénomènes à analyser. Elle s'exprime par le nombre de voies par seconde. Elle varie entre 10 voies par seconde pour les systèmes les plus lents et des millions de voies pour les systèmes les plus rapides [23].

7.1.3.3 Conversion analogique numérique

Selon les besoins de l'application, plusieurs types de Convertisseurs Analogiques Numériques (C.A.N) peuvent être utilisés. Cependant, les plus utilisés sont les convertisseurs à approximations successives qui sont rapides mais leurs durées de conversion dépend du nombre de bits et de la fréquence d'horloge ; ainsi que les convertisseurs à rampes qui sont précis mais lents [27], [29].

7.2 Système de transmission

La tâche principale du système de transmission est d'assurer l'échange des données entre le centre de collecte et de traitements et les différents points d'acquisition. Selon le mode de fonctionnement du système de télémesure cet échange peut être unidirectionnel ou bidirectionnel. La transmission peut s'effectuer en série ou en parallèle en mode asynchrone ou synchrone [27],[41]. Le choix du système de transmission est déterminé par :

- l'étendue géographique du site ;
- le nombre de points de collecte ;
- le débit de l'information (exprimé en Kbits) ;
- l'erreur acceptable et les niveaux de perturbation de l'environnement.

Ainsi, lorsque les points d'acquisition de mesures sont géographiquement dispersés, et sont éloignés du centre de collecte et de traitement de l'information (où se trouve en général le calculateur). Le réseau de communication peut être réalisé par :

- câbles adaptés et émetteurs - récepteurs de ligne ;
- des lignes téléphoniques spécialisées et modems ;
- un réseau de télécommunication par satellite ;
- le réseau téléphonique commuté RTC ;
- un réseau de liaison radio.

7.3 Système de réception

Le système de réception est constitué par [27], [41]:

- un équipement de réception et d'acquisition de données.
- un calculateur pouvant être une unité centrale multiprocesseurs, un micro-ordinateur ou un mini-ordinateur dont rôle principal est la gestion du système et les traitements .
- les périphériques informatiques (disques , enregistreurs, imprimantes, indicateurs,...). Les données collectées sont toujours stockées dans des bases de données structurées (relationnelles, hiérarchiques, réseaux) pour en faciliter la gestion, éviter les redondances et simplifier les traitements et l'exploitation .

CHAPITRE II

" Les mots volent, et plus que jamais. Sur les lignes plus ou moins virtuelles, sur les circuits physiques ou logiques, sous terre ou dans l'espace, analogiques ou digitaux, par caractère, par messages ou par paquets; que de mots, que de mots !. Il en circule tellement qu'il a fallu inventer d'autres.... pour parler de cette circulation "

Pierre Berger.

CHAPITRE II

TRANSMISSION DE DONNEES

1. INTRODUCTION

Depuis plus d'un siècle, les télécommunications ont apporté des moyens pratiques pour communiquer rapidement à grandes distances. Aujourd'hui, grâce à l'informatique, des moyens plus riches de dialogue et de transaction sont disponibles. Ils permettent la transmission d'informations de toute nature : son, images, données, etc.

2. LIAISON DE DONNEES

2.1 Définition

Une liaison de données relie deux équipements terminaux désirant échanger des informations sous la forme de messages binaires. Elle doit disposer de fonctions capables de convertir les canaux de transmission physique en canaux logiques aptes à transmettre des informations fiables [32],[44], [46]. Une liaison de données doit assurer les fonctions suivantes :

- 1- contrôle de la communication entre l'émetteur et le récepteur ;
- 2- adaptation aux caractéristiques de la ligne des signaux reçus de l'émetteur et inversement, adaptation au récepteur des signaux provenant de la ligne ;
- 3- détection et correction éventuelle des erreurs ;
- 4- interfaçage entre différents équipements utilisés.

Ces fonctions peuvent être réalisés par des dispositifs matériels et/ ou par des logiciels exploités dans un équipement programmé.

2.2 Structure d'une liaison de données

La structure générale d'une liaison de données est illustrée par la figure (2.1).

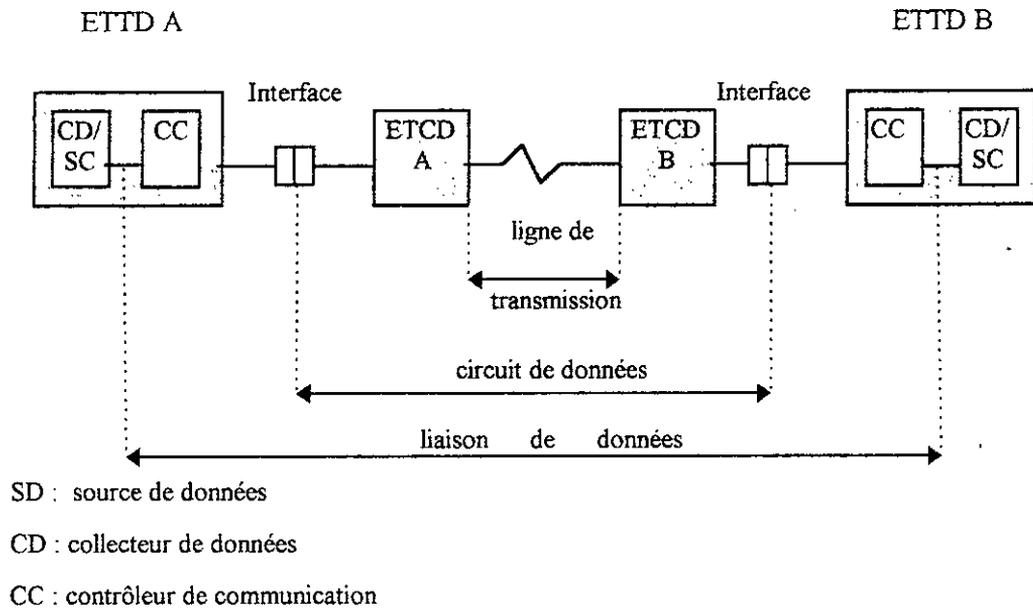


fig. 3.1 : Schéma synoptique d'une liaison de données.

2.2.1 ETTD : Équipement Terminal de Traitement de Données (ETTD = DTE Data Terminal Equipment).

Un ETTD est constitué d'une source de données et/ ou d'un collecteur de données et d'un contrôleur de communications. Les ETTD permettent la création et le stockage des informations. L'échange d'informations entre deux ETTD doit obéir à un certain nombre de procédures ou protocoles de liaisons gérés par les contrôleurs de communication [26], [32], [46]. Les ETTD ne se connectent pas sur la ligne de transmission; par exemple, les ordinateurs, les terminaux et les imprimantes.

2.2.2 Circuit de données

Le circuit de données est la partie de la liaison de données qui relie les deux contrôleurs de communication. Il comprend la ligne de transmission et les équipements assurant la conversion et l'adaptation des signaux dans chaque sens de transmission, à savoir l'ETCD.

2.2.2.1 ETCD : Equipement Terminal de Circuit de Données (ETCD = DTE Data Communication Equipement).

Les ETCD sont tous les équipements qui se connectent sur une ligne de transmission de données. Ils permettent d'adapter les signaux binaires émis par les ETTD au réseau de télécommunication utilisé (RTC, LS, circuit analogique à large bande).

Dans une liaison de données, le couple d'ETCD accomplit toutes les fonctions nécessaires pour établir la liaison de données, la maintenir et enfin terminer la communication. Les Modems (MODulateur DEModulateur), les multiplexeurs, les concentrateurs, les Emetteurs Récepteurs en Bande de Base (ERBdB) sont des ETCD. Un ETCD peut être caractérisé par [26], [32], [38] :

- son débit binaire (en bit / s) ;
- le mode de transmission (synchrone / asynchrone) ;
- le type de ligne de transmission ;
- le mode d'exploitation du circuit (simplex , half duplex, full duplex) ;
- le procédé de codage (ERBdB) ou de modulation (modem) ;
- la rapidité de modulation (en bauds) ;
- le type d'interface avec l' ETTD ;
- le respect des normes internationales (Rec. du CCITT Comité Consultatif International télégraphique et téléphonique) ;
- la mise en oeuvre d'options et de fonctions annexes.

2.2.2.2 Modems et ERBdB

• **Modem** : un modem a pour rôle à l'émission de transformer les signaux binaires émis par l' ETTD en signaux analogiques. A la réception il transforme les signaux analogiques reçus en signaux binaires.

Un modem est constitué principalement par un modulateur / démodulateur, un codeur / décodeur, un brouilleur / débrouilleur, des filtres, des horloges et des contrôleurs. Le modulateur module une ou deux caractéristiques d'une fréquence porteuse au rythme des données à transmettre. Ainsi, trois techniques de modulation sont utilisés : la modulation de fréquence (FSK), la modulation de phase (PSK - DPSK) et la modulation de phase et d'amplitude (QAM). L'ensemble des caractéristiques des modems (débit, support de transmission , etc) utilisés en transmission de données est normalisé par le CCITT [2], [24],[34],[42].

• **ERBdB** : Un ERBdB est un ETCD qui permet la transmission de données en bande de base. Cette dernière imposant le rythme bit nécessite la réalisation d'un codage des données avant toute transmission. Les principaux codes utilisés se classent en deux catégories :

- les codes à deux niveaux : NRZ (non-retour à zéro), Manchester, Biphase différentiel, Miller.
- les codes à trois niveaux : bipolaire, bipolaire haute densité [2], [3], [32], [38].

2.2.3 Jonction ETDD - ETCD

Une jonction ETDD-ETCD est une interface normalisée qui permet de spécifier l'interconnexion de l'ETDD et de l'ETCD. Elle régit les échanges logiques entre ETDD et ETCD de façon à :

- établir et rompre le circuit de données ;
- préparer la transmission de données ;
- émettre et recevoir les données.

Une jonction ETDD - ETCD est définie essentiellement par des caractéristiques :

- mécaniques : type et forme du connecteur (9, 15, 25, 37), disposition des circuits ;
- électriques : niveaux de tension utilisés, cadence de commutation, impédance ;
- fonctionnelles : fonctions des différents circuits ;
- procédurales : séquençement des événements, horloges, tests.

Trois catégories d'interfaces peuvent être distinguées en fonction du débit ; bas débits (< 20kbit/s - Rec. V.24/ V.28), moyen débits (entre 52 et 144 Kbit/s -Rec. X.24/ V.35) et haut débits (Rec. X.25 ou X.21/ V.10). La jonction la plus utilisée est la RS 232C ou D de l'EIA (Electronic Industry Association) compatible avec l'avis V24 et l'avis V28. Destinée aux débits inférieurs à 20 Kbit/s ; elle concerne toutes les interfaces de modems normalisés utilisés sur RTC ou sur LS, 2 fils ou 4 fils sous réserve que les câbles de connexions soient inférieurs à 100 mètres [2],[3],[32],[38].

2.2.4 Support de transmission

La transmission de données est basée sur le principe de propagation d'ondes [18],[48]:

- ondes électriques se déplaçant dans des lignes : paires métalliques, câbles coaxiaux ;
- ondes électromagnétiques se propageant dans un milieu aérien : faisceaux hertziens ;
- ondes lumineuses se déplaçant en milieu aérien ou dans des fibres optiques.

2.3 Modes d'exploitation d'un circuit de données

Il existe trois modes d'exploitation d'un circuit de données, et ce quelle que soit le mode de liaisons (2 fils ou 4 fils), [3], [32], [26].

2.3.1 Mode simplex

Une liaison est dite *simplex*, quand elle se fait dans un seul sens. l'un des ETTD est émetteur et l'autre est récepteur. Par exemple, les liaisons télévision et les liaisons de radiodiffusion. La figure (2.2) illustre ce type de liaison.

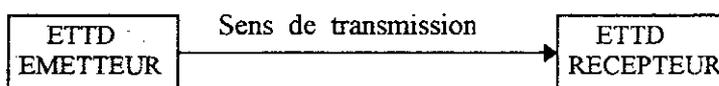


fig. 2.2 : liaison simplex

2.3.2 Mode half duplex

Cette liaison permet l'échange de données entre deux ETTD, dans les deux sens mais à l'alternat. Cette limitation est due soit à la ligne de transmission, soit au modem. Des procédures particulières permettent d'inverser le sens de transmission. Une liaison half duplex entre deux ETTD est schématisée par la figure (2.3).

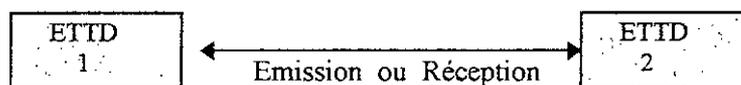


fig. 2.3 : Liaison half duplex

2.3.3 Mode full duplex

Dans ce mode d'exploitation l'échange de données se fait simultanément dans les deux sens tel qu'il est montré par La figure (2.4). C'est le mode le plus performant, mais le plus difficile à mettre en oeuvre aussi ; surtout lorsque la liaison physique est du type 2 fils. Dans ce cas, trois procédés permettent le multiplexage sur 2 fils des signaux correspondants aux deux directions de transmission [3],[32], [44] :

- la superposition avec annulation d'écho ;
- le multiplexage en fréquence ;
- le multiplexage dans le temps.

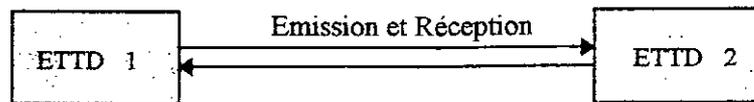


fig. 2.4 : liaison full duplex

2.4 MODES DE TRANSMISSION DE DONNEES

On distingue deux types de transmission : la transmission parallèle et la transmission série.

2.4.1 Transmission parallèle

En transmission parallèle plusieurs supports analogues sont mis en parallèle permettant ainsi la transmission simultanée d'un caractère à la fois, pendant la durée d'un bit. Ce type de transmission est le plus rapide mais le plus onéreux aussi ; il est surtout utilisé pour les liaisons internes dans un système de traitement informatique [32], [36], [38].

2.4.2 Transmission série

Lors d'une transmission série, les bits d'un message ou d'un caractère sont émis successivement sur un même support. Ce mode de transmission est économique, il est utilisé aussi bien pour les liaisons locales que pour les liaisons éloignées. La transmission série peut se faire selon deux modes : le mode synchrone et le mode asynchrone [32], [36].

2.4.2.1 Transmission asynchrone

Le mode de transmission asynchrone est un mode orienté caractère. la transmission d'un message se fait caractère par caractère indépendamment du récepteur et de l'instant d'émission. La transmission asynchrone est utilisée notamment dans le cas où les échanges entre ETTD se font avec un débit de transmission faible (inférieur ou égal à 9600 bit/s) ou irrégulier.

La transmission d'un caractère est précédée d'un bit start et suivie par un ou plusieurs bits stop. Un bit de contrôle d'erreur peut être rajouté à la fin du caractère ; c'est le bit de parité. Les bits d'un caractère sont transmis selon une horloge bit bien définie. La figure (2.5) illustre une structure de transmission asynchrone.



fig. 2.5 : Structure d'une transmission asynchrone.

• **Bit start** : En transmission asynchrone le récepteur écoute en permanence la ligne de transmission et détecte un début de transmission par la transition de l'état logique 1 à l'état logique 0. Si l'état logique 0 dure le temps d'un bit, c'est donc le bit start. Cette transition déclenche le calage de l'horloge de réception et la détection, puis l'identification des transitions du caractère transmis. Ainsi se réalise la synchronisation bit et caractère.

• **Bits de données** : Le nombre de bits de données dépend du code utilisé (EBCDIC , ASCII, etc).

• **Bits stop** : Pour marquer la fin de la transmission d'un caractère, on utilise 1, 1 et 1/2, ou 2 bits Stop. Un bit stop est un état logique 1. Le nombre de bits stop varie en fonction de la vitesse de transmission ; pour les vitesses faibles, on prend généralement 2 bits stops, et pour les vitesses élevées on prend 1 bit stop.

En règle générale, lorsque la vitesse de transmission est inférieure ou égale à 300 bit/s, le nombre de bits stop est égal à 2 ; et lorsqu'elle est supérieure ou égale à 600 bit/s le nombre est égal à 1.

• **Bit de parité** : Le bit de parité permet de détecter une erreur de transmission par contrôle de parité. Ce bit étant facultatif, il existe donc 3 possibilités :

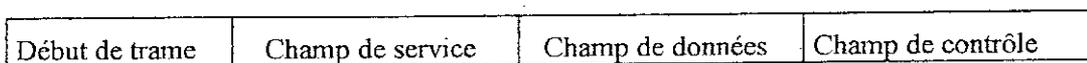
- pas de parité : à l'émission on ajoute pas le bit de parité, et par conséquent à la réception aucun contrôle n'est effectué.
- parité paire : une parité est paire si le nombre de bits à l'état logique 1 dans mot binaire est pair.
- parité impaire : une parité est impaire si le nombre de bits à l'état logique 1 est impair.

A la réception, une vérification de l'ensemble des bits de données et du bit de parité à lieu ; si le récepteur détecte une mauvaise parité, il indiquera alors une erreur de réception. Pour la synchronisation, le récepteur connaissant la rapidité de modulation; utilise une horloge dont la fréquence est N fois plus grande (en général $N = 16$) que la rapidité de modulation du signal représentant le caractère.

2.4.2.2 transmission synchrone

L'émission de données en synchrone se fait trame par trame. Les caractères constituant la trame sont émis accolés les un aux autres, en une succession de bits, selon le rythme d'un signal d'horloge. La structure de la trame dépend de la procédure ou le protocole utilisé [32],[36],[44],[46]. La taille de la trame peut être de quelques dizaines à quelques centaines d'octets.

La figure (2.6) illustre la structure générale d'une trame.



(Adresse, émet/ Récep,...)

fig. 2.6 : Structure générale d'une trame

3. TOPOLOGIES DES LIAISONS

3.1. liaison point à point

c'est le type de liaison le plus simple. Il permet de relier deux systèmes par une seule ligne de communication ; par exemple, la liaison ordinateur terminal. La figure (2.7) illustre une liaison point à point [32],[46].

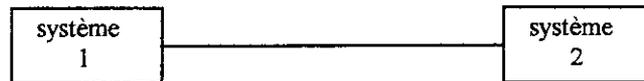


fig. (2.7) : Liaison point à point

Une variante de cette topologie est la liaison point à point en étoile. La liaison point à point en étoile est une liaison où plusieurs systèmes sont reliés un à un par des liaisons point à point indépendantes, à un système central.

3.2 Liaison multi-point

Dans une liaison multipoint, plusieurs systèmes (esclaves) sont connectés sur une même ligne de communication. Chaque système connecté sur la ligne possède une adresse d'identification qui permet au système central (maître) qui gère la liaison de l'identifier. Une liaison mulpti-point est montrée par la figure (2.8), [32], [38], [46].

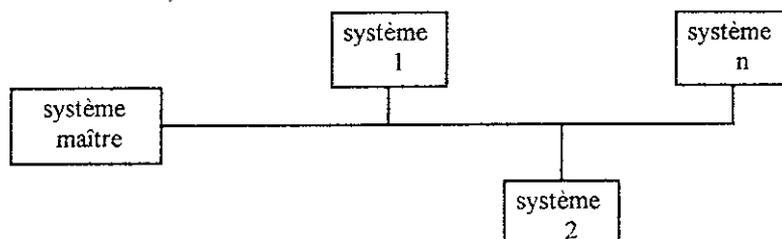


fig. 2. 8 : Liaison multi-point

Une variante de la topologie multi-point est la topologie en boucle ; où les deux extrémités de la liaison sont reliées au système maître.

4. PROCEDURE DE COMMANDE DE LIAISON DE DONNEES

La procédure de commande joue le rôle d'interface logique entre la transmission et le traitement de l'information [26], [32], [46]. Le but principal de la procédure de commande ou protocole de liaison est de transférer les informations d'une extrémité de la liaison à une autre sans erreur, sans perte et sans duplication. Pour cela il faut assurer :

1- la gestion de la liaison de données : contrôle, structuration, délimitation, identification des origines et destination de l'information , procédure de reprise et protection contre les erreurs , etc ;

2- la gestion de l'interface avec la transmission et la traitement : codes utilisés, gestion des mémoires, gestion de l'interface, temps de réponse, etc.

4.1 Types de procédures

Il existe deux types de procédures ou protocoles de commande ; les protocoles synchrones et les protocoles asynchrones .

4.1.1 Protocoles asynchrones

Lors d'une transmission asynchrone, l'information est envoyée caractère par caractère; chacun d'eux étant encadré par des bits de délimitation start / stop. Les protocoles de liaison asynchrones sont constitués de caractères de commande qui permettent la gestion de la liaison, tels que : début de message, fin de message, fin de transmission, réponse positive, réponse négative.

Parfois, lorsque les caractères de commande ne sont pas prévus dans le code utilisé ; ils sont remplacés par des séquences de caractères normaux. De ce fait, les protocoles asynchrones sont souples dans leurs utilisation et les fonctions demandées aux stations pour communiquer sont simples [32], [36], [46].

4.1.2 Protocoles synchrones

Les protocoles synchrones permettent une transmission plus efficace. Ils sont classés en trois grandes familles : les protocoles orientés caractère (BSYNC de IBM), les protocoles orientés octets (DDCMP de Digital Equipment) et les protocoles orientés bits (SDLC de IBM, HDLC de l' ISO) [32], [36],[46].

4.2 Les phases d'une procédure de commande

On distingue cinq phases successives dans une procédure de commande [26],[32],[46] :

- 1- phase d'établissement de la liaison ;
- 2- phase d'initialisation de la liaison ;
- 3- phase du transfert de l'information ;
- 4- phase de terminaison ;
- 5 - phase de libération de la liaison.

5. TRANSMISSION DE DONNEES SUR LE RTC

Le réseau téléphonique commuté a été conçu pour transporter la parole. la bande passante correspond aux fréquences 300 -3400 Hz. Le RTC est un réseau du type commutation de circuits avec une organisation hiérarchique. on y distingue principalement :

- l'installation d'abonné : poste téléphonique plus la ligne qui en général constituée d'une paire de fils métalliques torsadés (bande de 100 KHz) ;
- les commutateurs qui regroupent et orientent les communications ;
- les lignes de transmission.

Le réseau téléphonique commuté est aussi utilisé pour la transmission de données. Le circuit de données est obtenu par l'usage de modems aux deux extrémités à la place des postes téléphoniques. trois vitesses sont alors possibles [26], [32], [38], [48] :

1- transmission à faible vitesse : elle se fait en mode synchrone ou asynchrone en full duplex. Les modems utilisés sont conformes à l'avis V 21 (FSK) du CCITT ; et ils fournissent deux voies exploitées en sens opposés : 1080 ± 100 Hz et 1750 ± 100 Hz.

2- transmission à vitesse moyenne : elle se fait avec une dissymétrie de vitesse 1200 Baud pour l'allée et 75 Baud pour le retour. Les modems V23 sont utilisés en mode asynchrone et les modems V26 bis sont utilisés en mode synchrone.

3- transmission à haute vitesse : se fait en mode synchrone en half et full duplex. Les modems utilisés sont normalisés à 2400 et 4800 bit/s.

Les lignes téléphoniques utilisées en transmission de données peuvent être des lignes commutées qui sont établies de façon temporaire, ou des lignes spécialisées établies de façon permanente à travers le réseau entre deux ou plusieurs installations privées [22], [26], [42]. Les lignes spécialisées ont un coût fixe , n'ont pas de phase de connexion / déconnexion et permettent des débits binaires importants. elles sont de deux types ; des lignes point à point et des lignes multi-points.

6. CONCLUSION

Cette étude bibliographique, volontairement très étendue, nous a permis de présenter les systèmes de collecte d'informations et les systèmes de télémesure. Ce qui nous a, plus particulièrement, permis d'avoir un aperçu sur l'état de l'art des architectures dédiées à ces systèmes.

L'intérêt de ses systèmes dans le domaine industriel, scientifique ou économique comme outil d'aide à la décision n'est plus à démontrer. Mais, leur réalisation et mise en oeuvre exige une étude longue, coûteuse et pose essentiellement trois grands problèmes.

- Le premier problème est celui du choix de l'architecture adaptée à l'application envisagée.
- Le deuxième problème est celui du choix des éléments du système.
- Le troisième problème est celui de l'organisation du système.

En effet, un choix rationnel fondé sur une association optimale des éléments du système, en vue de garantir un système efficace, n'est toujours pas évident.

Cependant, si la conception d'un tel système impose le franchissement de ces trois étapes très importantes ; elle exige en premier lieu et de manière impérative l'étude de l'application envisagée, afin de déterminer toutes les caractéristiques et d'évaluer tous les besoins internes et externes de l'application.

CHAPITRE III

*" Pour concevoir des systèmes,
nul besoin de mathématiques sophistiquées
mais plutôt d'idées et d'expériences "*

J.M. Bernard

CHAPITRE III

CONCEPTION ET REALISATION D'UN SYSTEME DE TELEMESURE

1. INTRODUCTION

Le système de télémesure prototype 1 (STP1) est conçu pour assurer l'acquisition à distance de divers paramètres météorologiques (climatiques) à partir d'une ou de plusieurs stations de mesure automatiques. Il est destiné à une application dans le domaine de l'étude de l'environnement : la climatologie.

Dans ce chapitre nous présentons le STP1 : description, architecture, organisation et fonctions assurées par ce système.

2. DESCRIPTION DU SYSTEME

Le STP1 est un système de télémesure à architecture répartie dans lequel la centrale de collecte est déchargée de toutes les opérations de gestion, de contrôle et de traitement des mesures au niveau des stations d'acquisition. Ainsi, au contraire de l'architecture centralisée, l'architecture répartie assure une meilleure fiabilité et permet une meilleure évolution (éventuelle) de la structure du système dans le temps. Le système STP1 est constitué :

1 - d'une centrale de collecte basée sur un Personal Computer (PC) compatible IBM :

- CPU : Intel 80386, 80486 ;
- mémoire RAM (≥ 8 M octets), disque dur (≥ 100 M octets) ;
- lecteur de disque flexible (3" $\frac{1}{2}$) ;
- carte vidéo (EGA, VGA) ;
- interface série (RS 232) et (Centronics) ;

- clavier standard, souris ;
- moniteur vidéo couleur ;
- système d'exploitation : MS DOS 6.2, utilitaire WINDOWS 3.11 ;
- logiciel de gestion CLIMAX (STPI) et logiciels d'applications ;
- une imprimante (graphique) ;
- un Modem téléphonique ;
- et / ou une unité radio (antennes, émetteur / récepteur, interface).

2 - d'une à plusieurs plates formes de collecte de données. Les stations peuvent fonctionner en mode isolé ou en mode réseau. La liaison entre les stations d'acquisition et la centrale se fait par ligne téléphonique (spécialisée, commutée) ou par liaison Radio. La structure du système de télémesure est montrée par la figure (3.1).

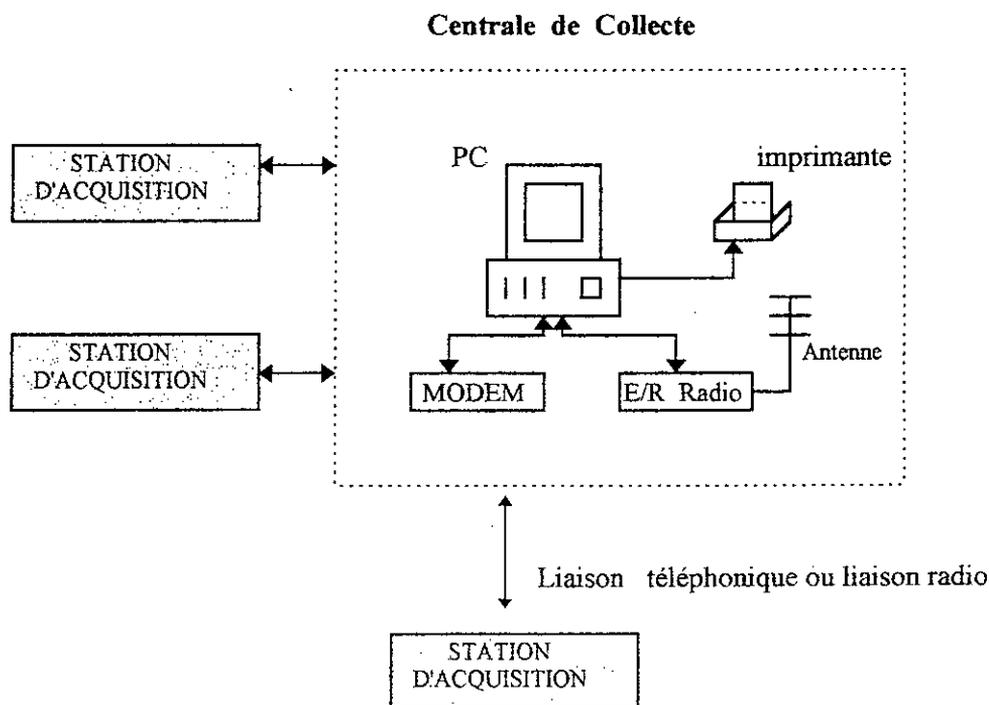


Fig. 3.1 : Structure du système de télémesure STPI.

3. LES FONCTIONS ASSUREES PAR LE STP1

3.1 Les fonctions assurées par la centrale de collecte

La centrale de collecte assure les fonctions suivantes :

- 1- gestion des opérations de collecte de données acquises par les stations automatiques (en mode isolées ou reliées) ;
- 2- introduction manuelles de données (complémentaires) ;
- 3- traitement des données (exécution de programmes d'application - selon application) ;
- 4- visualisation et impression des données collectées ;
- 5- stockage et gestion des données dans une base de données de type relationnel.

3.2 Les fonctions assurées par les stations

Les fonctions assurées par les stations de collecte sont :

- 1- acquisition de données provenant de capteurs ;
 - à sortie analogiques jusqu'à 64 voies.
 - à sortie numérique.
 - à sortie tout ou rien ON/OFF.
- 2- mémorisation et traitement local des données ;
 - test de vraisemblance.
 - calcul du Maximum et du Minimum.
- 3 - affichage des valeurs instantanés ;
- 4 - transmission de données traitées (selon deux modes : interrogation ou automatique)
vers la centrale de collecte qui est chargée de la gestion des différentes stations ;
- 5- mémorisation locale des données sur mémoire non volatile EPROM (mode isolé) ;
- 7- différentes configurations de la station (selon application) par substitution d' EPROM ;
- 8- signalisation de l'alarme en cas de fonctionnement anormal .

4. STATION D'ACQUISITION ET DE TRAITEMENT DE DONNEES (ORGANISATION MATERIELLE)

La station est bâtie autour d'un microprocesseur 8 bits. Elle est constituée d'un système d'acquisition de données, d'un système de commande, d'un module d'affichage et d'entrée de commandes, d'un système de mémorisation sur EPROM, d'un système de transmission et d'une interface de communication. La figure (3..2) illustre le schéma synoptique de cette station.

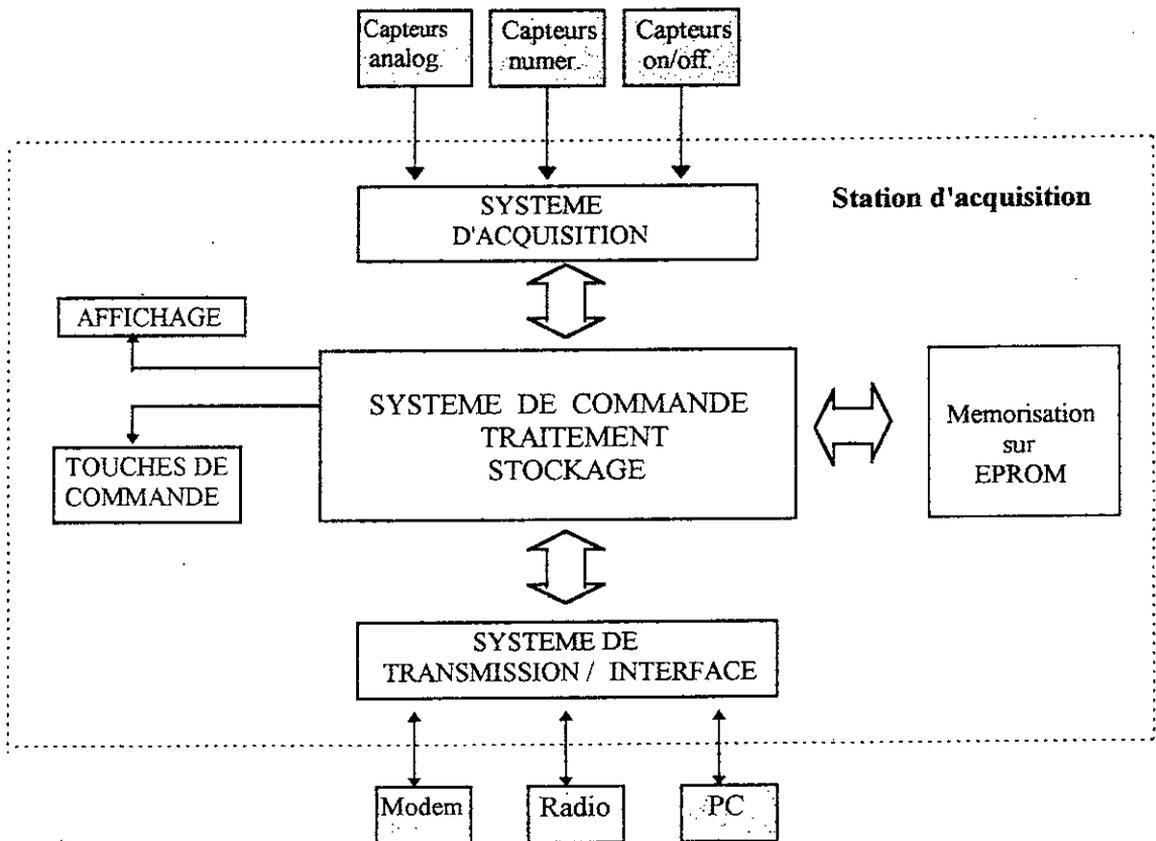


fig. 3.2 : Schéma synoptique de la station d'acquisition et de traitement de données.

4.1 Système d'acquisition de données

La composition du système d'acquisition de données dépend essentiellement de la nature des signaux à mesurer, et par conséquent, de la nature des capteurs utilisés. Dans le domaine de l'acquisition de données deux types de capteurs sont disponibles : les capteurs mécaniques dont l'utilisation tend à disparaître, et les capteurs électroniques qui se classent en deux catégories [15],[26] :

1 - les capteurs à sortie analogique : ce sont les capteurs délivrant comme signal de sortie un signal analogique (variation continue dans le temps) ;

2 - les capteurs à sortie numérique : sont classés dans cette catégorie les capteurs délivrant des signaux binaires en sortie. Par exemple : capteurs à sortie RS 232, à sortie parallèle, à sortie impulsionnelle.

4.1.1 Acquisition de données analogiques

L'acquisition de données analogiques est assurée sur 8 voies par un convertisseur analogique - numérique : l'ADC 0808.

L'ADC 0808 est un composant d'acquisition de données à approximations successives de 8 bits. Il est directement interfaçable avec tout microprocesseur ou système numérique 8 bits. Il possède huit canaux multiplexés contrôlés par trois lignes d'adresses, grâce à un décodeur. Ses sorties TTL sont verrouillables. Il est aussi équipé d'une compensation ajustée intérieurement de la tension et du gain. Le schéma fonctionnel du convertisseur 0808 est donné par la figure (3.3),[56].

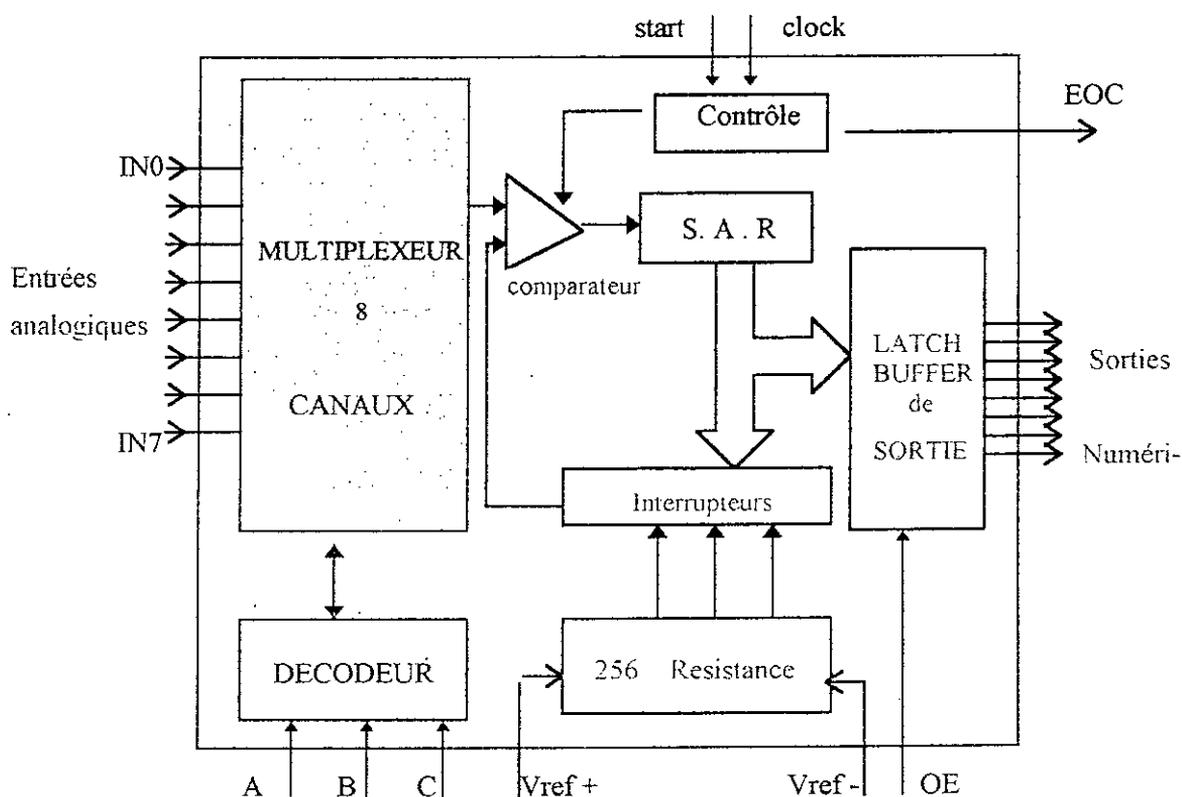


fig. 3.3 : Schéma fonctionnel de l' ADC 0808

4.1.1.1 Fonctionnement de l'ADC 0808

Lorsqu'une entrée est sélectionnée, ALE est mise à l'état haut ; le début de conversion est alors déclenché par un front descendant sur l'entrée " START ". Dès que la conversion est terminée un signal de niveau bas sur " EOC" indique la fin de conversion. En fin pour obtenir la valeur convertie, il suffit d'activer l'entrée " OE ". Le schéma de connexion du convertisseur est donné par la figure (3.4).

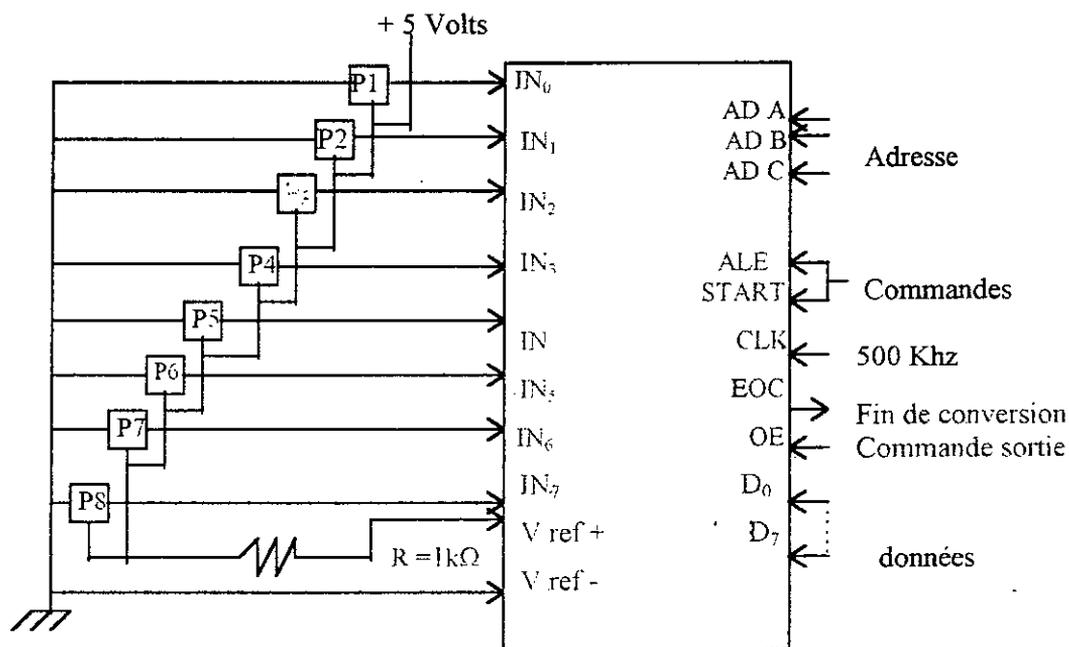


fig. 3.4 : Connexion de l'ADC 0808

Les potentiomètres P_1 , P_2 , ..., P_8 ($= 50 k\Omega$) sont utilisés pour simuler les sorties des capteurs analogiques. Ainsi, pour les différents tests, on peut faire varier les tensions à l'entrée du convertisseur de 0 à 5 Volts.

4.1.1.2 Echantillonnage

Pour effectuer une conversion analogique numérique la tension à l'entrée du CAN doit être constante et stable pendant toute la durée de conversion. L'application envisagée se limite à l'acquisition de signaux météorologiques qui sont par nature même assez lents [4], [54]. Les fluctuations sont de l'ordre de 5 mn pour les températures, pression et humidité, de 2 à 3 secondes pour la vitesse et la direction du vent, et de 1seconde pour l'insolation. Donc les variations de ces signaux garantissent largement cette condition, et par conséquent, l'emploi d'un échantillonneur bloqueur n'est pas nécessaire.

4.1.1.3 Extension du système d'acquisition

Le système d'acquisition réalisé à base de l' ADC 0808 permet l'acquisition de données sur seulement 8 voies. On veut atteindre une capacité supérieure à huit voies ; pour ce faire, et afin d'éviter les erreurs apportées par la mise en parallèle de plusieurs multiplexeurs, on utilise la technique dite de " groupe ". Cette technique consiste à procéder à un multiplexage en plusieurs niveaux.

Pour atteindre 15, 22, 29, 36, 43, 50, 57 ou 64 voies, il faut réaliser un multiplexage de groupe à 2 niveaux. L'organisation du groupe est donnée par la figure (3.5). Le premier niveau est constitué de 8 multiplexeurs de 8 voies ($8 = 2^3$) et délivre 8 sorties pour $8 \times 8 = 64$ entrées maximum. Le deuxième niveau est constitué du multiplexeur interne du CAN 0808. Pour garder les entrées stables et éviter que deux commutateurs soient fermés simultanément lors d'un changement d'adresse. Un latch (74 LS 116) est utilisé pour stocker l'adresse de la voie sélectionnée. Les multiplexeurs sont activés par groupe de quatre grâce à deux lignes (bits Q_6, Q_7).

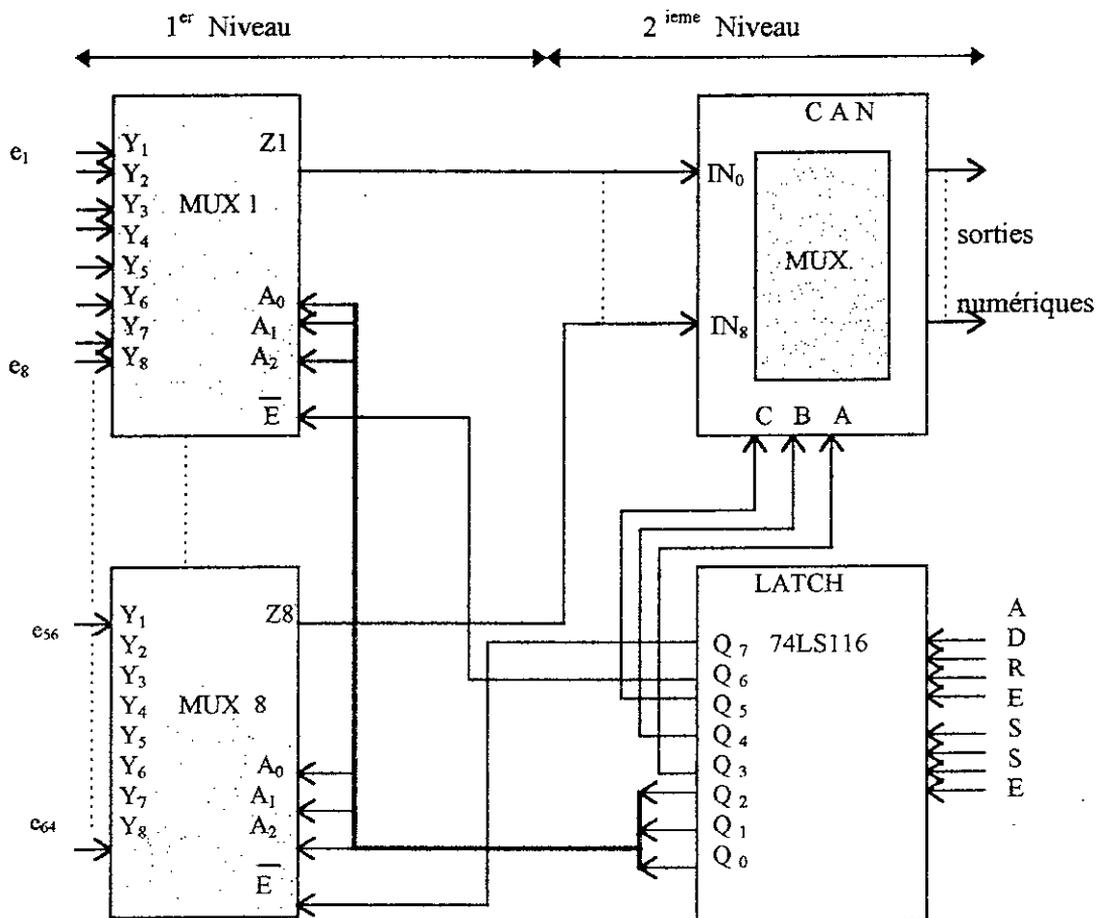


fig. 3.5 : Organisation du groupe de multiplexage

Les multiplexeurs utilisés au premier niveau du groupe sont du type 4051B. Le MC 4051B est un multiplexeur CMOS. Il comporte 8 interrupteurs, un décodeur, une adaptation de niveaux logiques et une entrée de validation active à l'état haut. Le brochage et la table de fonctionnement sont donnés en annexe C.

L'adresse d'une voie est composée de 6 bits. Les bits de poids faible sont décodés par le premier niveau, et les bits de poids fort sont décodés par le deuxième niveau. Par exemple, la voie N° 13 correspond à l'adresse 10001101 ; c'est la cinquième entrée du multiplexeur N°2, qui correspond à la deuxième entrée du CAN. Le décodage d'adresses est donné par le tableau (3.1).

N°VOIE	ENTREE VALIDATION E		ENTREES ADRESSES						N° MUX Sélectionné
	Q ₇	Q ₆	Q ₅	Q ₄	Q ₃	Q ₂	Q ₁	Q ₀	
1	1	0	0	0	0	0	0	0	1, 2, 3, 4
2	1	0	0	0	0	0	0	1	
3	1	0	0	0	0	0	1	0	
4	1	0	0	0	0	0	1	1	
5	1	0	0	0	0	0	1	0	
6	1	0	0	0	0	0	1	0	
7	1	0	0	0	0	0	1	1	
8	1	0	0	0	0	0	1	1	
9 - 16	1	0	0	0	0	1	000.....111		1, 2, 3, 4
17 - 24	1	0	0	1	0		000.....111		1, 2, 3, 4
25 - 32	1	0	0	1	1		000.....111		1, 2, 3, 4
33 - 40	0	1	1	0	0		000.....111		5, 6, 7, 8
41 - 48	0	1	1	0	1		000.....111		5, 6, 7, 8
49 - 56	0	1	1	1	0		000.....111		5, 6, 7, 8
57 - 64	0	1	1	1	1		000.....111		5, 6, 7, 8

Tableau 3.1 : Adressage jusqu'à 64 voies du S.A.D.

4.1.1.5 Conclusion

Le système d'acquisition réalisé permet l'acquisition de signaux analogiques jusqu'à 64 voies. Le convertisseur est capable de discriminer 256 niveaux de la gamme de tensions admissibles (0 - 5 volts), donc chaque bit correspond à 19,53 mV. Pour mieux utiliser la résolution du convertisseur et afin de pouvoir augmenter sa dynamique si besoin est ; il faut associer à chaque entrée de bas niveau un amplificateur de gain capable de restituer au minimum la résolution complète du convertisseur, ou encore capable de l'augmenter.

4.1.2 Acquisition de signaux numériques

Deux entrées sont prévues pour les capteurs à sortie impulsionnelle tel que les capteurs de précipitation et les capteurs de débits (compteurs d'événements).

Pour ce faire, un circuit à base d'un comparateur (LM 324) et d'une porte XOR (74LS38) est utilisé pour convertir les signaux (AC ou DC) provenant des capteurs en une suite d'impulsions qui vont incrémenter deux compteurs. Les deux compteurs sont programmables , et font partie d'un circuit TIMER, le 8254 de Intel .

Le comparateur utilisé est un comparateur à hystérésis. Il permet de détecter tout changement d'état à son entrée. L'hystérésis est effectué par une réaction positive, réalisée à l'aide d'un diviseur de tension , formé par les deux résistances R1 et R2. Grâce à cette réaction positive le système bascule rapidement chaque fois que la tension d'entrée change de signe. Ce circuit est illustré par la figure (3.6).

La liaison entre le comparateur et le compteur nécessite des niveaux compatibles. Un circuit constitué essentiellement d'une porte XOR (74 LS 38) est utilisée à fin de générer une impulsion chaque fois que la sortie du comparateur d'état change d'état.

4.1.3 Acquisition de signaux tout ou rien

Une entrée pour l'acquisition de signaux tout ou rien est prévue pour ce système d'acquisition. Dans ce genre d'applications, le nombre maximum de capteurs tout ou rien qu'on peut utiliser est au nombre de deux. Le circuit utilisé est constitué d'un comparateur avec hystérésis et d'une porte XOR (74LS38). L'hystérésis est effectué par une réaction positive à l'aide d'un diviseur de tension formé par deux résistances.

Ce circuit permet l'enregistrement d'événements. Chaque fois que l'entrée change d'état, la sortie du comparateur change d'état, et une impulsion est alors générée (figure 3.6).

4.2 Système de commande

Le système de commande est conçu à base d'un microprocesseur 8 bits. Il assure les fonctions suivantes :

- contrôle et gestion de la station d'acquisition : sélection des voies d'entrée, validation de la sortie du bloc de multiplexage et commande de l'opération de conversion analogique numérique, mémorisation des données, Traitement local des données, etc. ;
- gestion des communications ;
- signalisation et déclenchement du signal d'alarme.

4.2.1 Choix du microprocesseur

Les microprocesseurs présentent un vaste domaine d'application grâce à leur caractéristique fonctionnelle essentielle qui est une structure d'unité centrale adaptable par programme à chaque cas particulier.

Les critères qui prédominent dans le choix d'un microprocesseur sont l'aptitude du microprocesseur à garantir la performance nécessaire à l'application envisagée, la disponibilité, le logiciel, le coût et les critères spéciaux de l'application envisagée. Le choix est toujours déterminé soit d'après un critère qui prévaut sur les autres, soit par un compromis de deux à plusieurs critères [27], [50], [51].

Dans notre cas, l'application envisagée ne requiert pas une très grande vitesse ; mais par contre, le stockage et le traitement local des données nécessitent l'emploi d'un grand nombre de registres internes avec un jeu d'instruction puissant. Partant de toutes ces considérations et tenant compte essentiellement du critère de disponibilité. Notre choix s'est fixé donc sur le MOTOROLA 6809.

4.2.2 Unité centrale

Le microprocesseur 6809 est utilisé pour remplir les fonctions d'unité centrale. Il est constitué d'une unité arithmétique et logique (UAL) avec des registres internes et une unité de commande chargée de contrôler le système. La communication avec les composants du système est assurée par les trois bus standards du microprocesseur ; le bus de données bidirectionnel de huit bits, le bus d'adresses unidirectionnel de seize bits, le bus de commande. La figure (3.7) montre le schéma de connexion du microprocesseur.

4.2.2.1 Horloge du 6809

Le 6809 est piloté par un oscillateur interne connecté par ses deux broches XTAL et EXTAL à un quartz externe dont la fréquence de résonance est quatre fois la fréquence bus. La connexion de l'horloge du microprocesseur au quartz est illustrée par la figure (3.10).

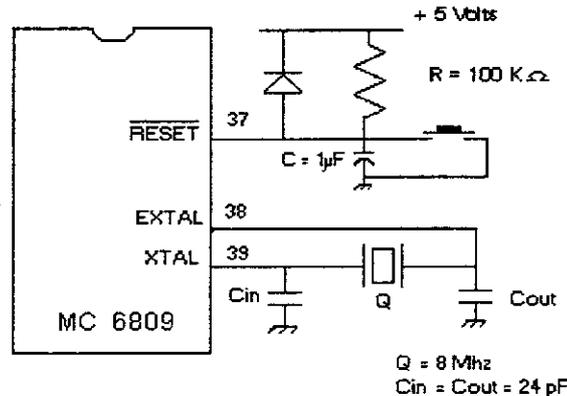


fig. (3.10) : Circuit d'horloge et d'initialisation du 6809

4.2.2.2 Circuit d'initialisation

Lors de l'initialisation, tous les registres internes du 6809 sont mis à zéro ; le microprocesseur se positionne alors à l'adresse du vecteur d'interruption de RESET, fixé par le constructeur (FFFE - FFFF) [11], [33]. L'initialisation a lieu :

1- à la mise sous tension, l'entrée RESET passe de l'état bas à l'état haut et produit ainsi une initialisation du système.

2- sur requête (initialisation forcée) : C'est lorsque le microprocesseur est sous tension et une réinitialisation est sollicitée par activation de l'entrée RESET ; c'est à dire un niveau bas supérieur à un cycle horloge.

Le circuit d'initialisation est réalisé à partir d'un circuit " RC " combiné à un bouton poussoir. Il est illustré par la figure (3.10).

4.2.3 Les mémoires

Il existe deux principaux types de mémoires nécessaires au support du microprocesseur ; les mémoires RAM et les mémoires ROM (EPROM).

- **Mémoires RAM** : Les mémoires RAM (Random Access Memory) sont des mémoires à accès aléatoire. Elles sont à lecture écriture, volatiles, asynchrones et ne nécessitent pas d'horloge.

Pour la réalisation du système de commande, une RAM statique de 4 K octets est utilisée pour stocker les mesures effectuées, les données variables, ainsi que pour toutes les opérations de pile. La RAM (TC 55257 ADL 10.) est placée à l'adresse 0000 H de l'espace mémoire (tableau 3.3).

- **Mémoires EPROM** : Les mémoires EPROM (user Erasable Programmable Only Read Memory) sont des mémoires non volatiles à lecture seule et qui peuvent être programmées par l'utilisateur.

Une EPROM de 4 K octets (2732) est utilisée pour stocker le programme moniteur qui aura pour tâche la gestion et le contrôle de la station d'acquisition. L'EPROM est placée à l'adresse F000 H de manière à contenir le vecteur d'initialisation RESET. La figure (3.11) illustre la connexion des mémoires RAM et EPROM avec le microprocesseur.

4.2.4 Organisation de l'espace mémoire

L'espace mémoire adressé par le microprocesseur est organisé de telle manière que l'espace mémoire alloué à l'EPROM contienne le vecteur d'initialisation du microprocesseur.

4.2.5 Décodage des adresses

L'ensemble des composants de la station sont sélectionnés par décodage partiel des lignes du bus d'adresses. Dans cette technique de décodage, on relie " n " lignes du bus d'adresses à un décodeur qui sélectionne linéairement " 2ⁿ " composants (boîtiers) [29], [50], [51].

Deux décodeurs 3×8 (74 LS 138) sont utilisés. Les lignes d'adresses A_{14} , A_{13} et A_{12} du bus d'adresses du microprocesseur sont utilisées pour réaliser un premier décodage. Puis, un deuxième décodage est réalisé au niveau de la zone mémoire 6000 H - 6FFF H. Les lignes (A_2 , A_3 , A_4) sont décodées ; les lignes (A_5 , A_6 , A_7) et (A_8 , A_9 , A_{10}) ainsi que la sortie Y6 du premier décodeur fournissent les signaux de commande du deuxième décodeur.

Au tableau (3. 3) sont données les adresses attribuées aux différents éléments de la station d'acquisition. Le schéma de la figure (3.12) illustre le circuit de décodage.

BOÎTIERS	$A_{15} A_{14} A_{13} A_{12}$	$A_{11}A_{10} A_9A_8$	$A_7A_6A_5A_4$	$A_3A_2A_1A_0$	ADRESSES -HEXA
RAM	0 0 0 0	--	--	--	0000 H - 0FFF H
CAN ADRESSE	0 0 0 1	0 0 0 0	0 0 0 0	0 0 0 0	1000 H
CAN START/OE	0 0 0 1	0 0 0 0	0 0 0 0	0 0 0 1	1001 H
TOUCHES COMM	0 0 1 0	0 0 0 0	0 0 0 0	0 0 0 0	2000 H
ADRESSE STATION	0 0 1 1	0 0 0 0	0 0 0 0	0 0 0 0	3000 H
PIC	0 1 0 0	0 0 0 0	0 0 0 0	0 0 0 0	4000 H
TIMER	0 1 0 1	0 0 0 0	0 0 0 0	0 0 0 0	5000 H -- 5FFF H
PPI : PORT A	0 1 1 0	0 0 0 0	1 1 1 0	0 0 0 0	60E0 H
PPI : PORT A	0 1 1 0	0 0 0 0	1 1 1 0	0 0 0 1	60E1 H
PPI : PORT A	0 1 1 0	0 0 0 0	1 1 1 0	0 0 1 0	60E2 H
PPI : Commande	0 1 1 0	0 0 0 0	1 1 1 0	0 0 1 1	60E3 H
USART A	0 1 1 0	0 0 0 0	1 1 1 0	0 1 0 0	60E4 H
USART B	0 1 1 0	0 0 0 0	1 1 1 0	1 0 0 0	60E8 H
USART C	0 1 1 0	0 0 0 0	1 1 1 0	1 1 0 0	60EC H
GEN. BAUD	0 1 1 0	0 0 0 0	1 1 1 1	0 0 0 0	60F0 H
AFFICHAGE 1	0 1 1 0	0 0 0 0	1 1 1 1	0 1 0 0	60F4 H
AFFICHAGE 2	0 1 1 0	0 0 0 0	1 1 1 1	1 0 0 0	60F8 H
EPROM	F F F F	--	--	--	F000 H - FFFF H

Tableau (3.3) : Mapping de l'espace mémoire et adresses des éléments de la station.

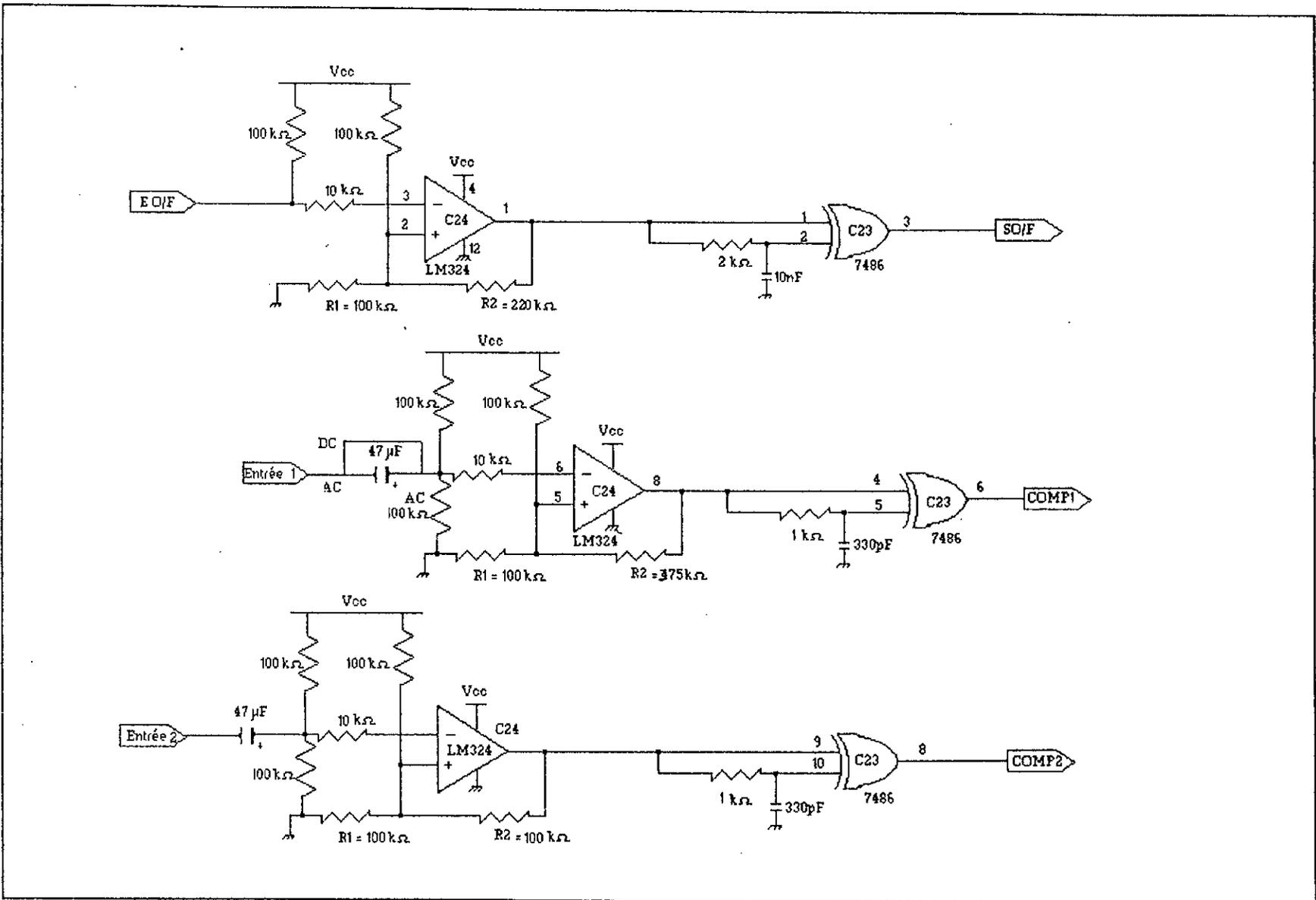


fig. (3.6) : Circuit d'acquisition de signaux numériques.

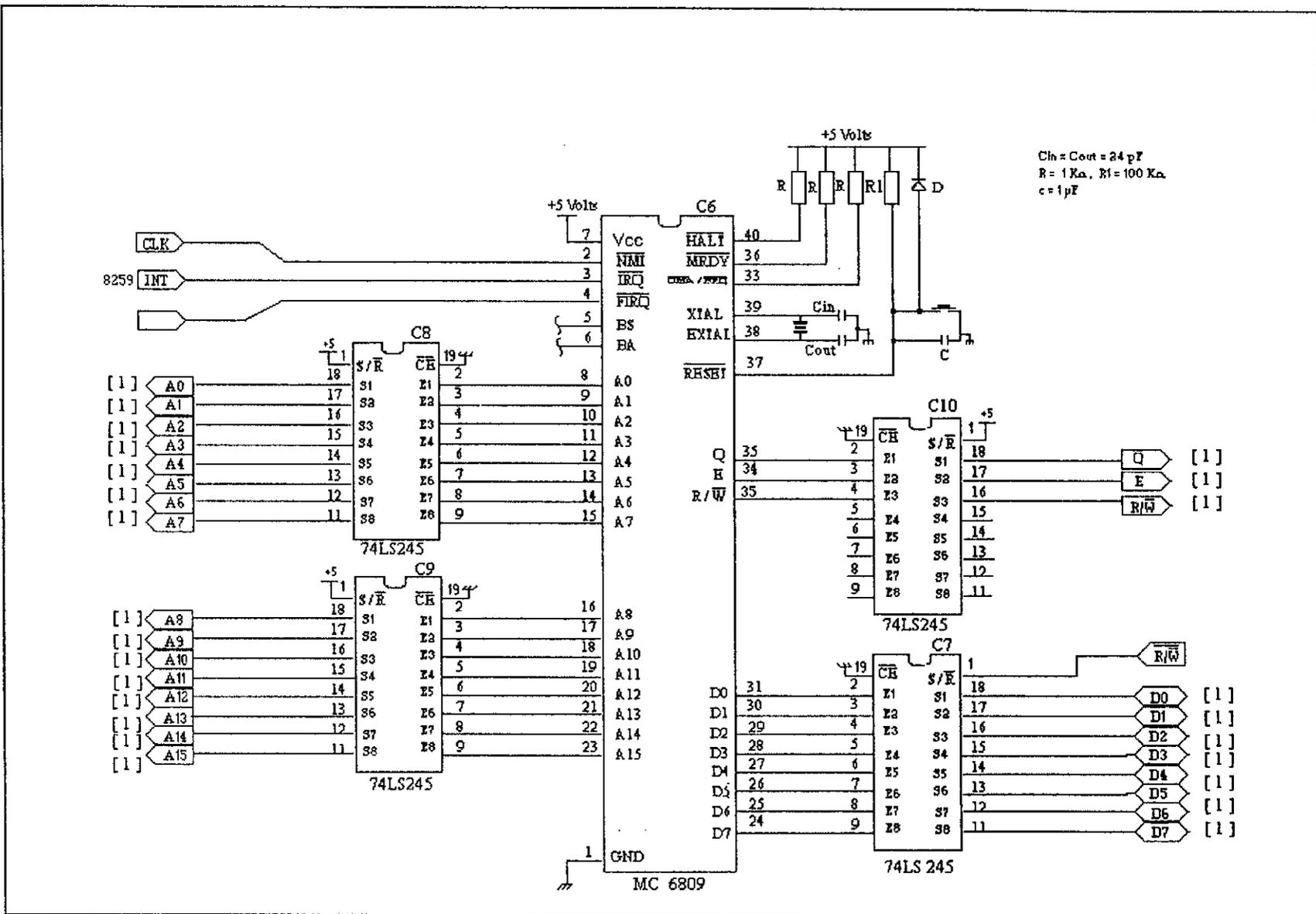


fig. (3.7) : Schéma de connexion de l'unité centrale 6809 .

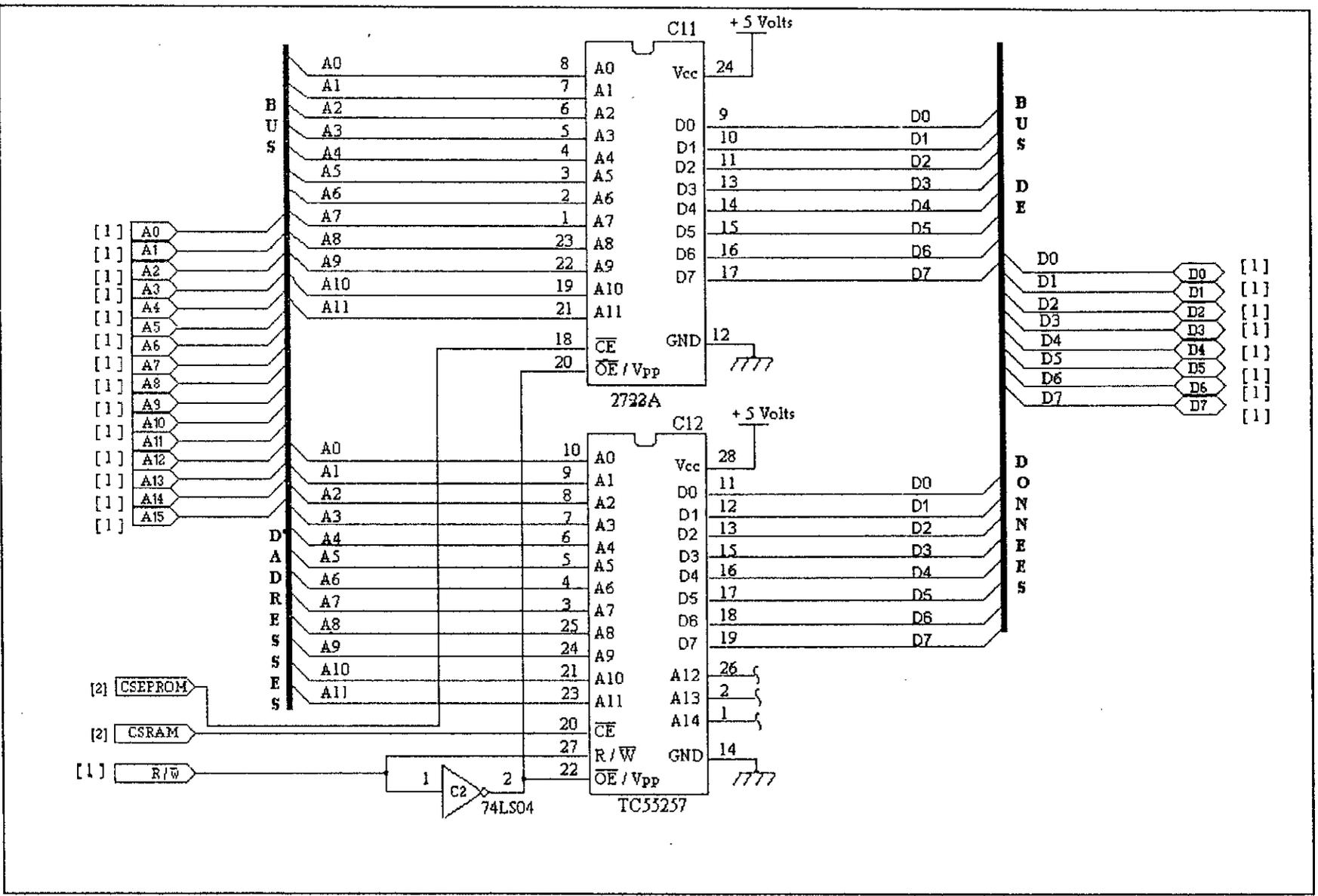


Fig. (3.11) : Connexion des mémoires avec le microprocesseur.

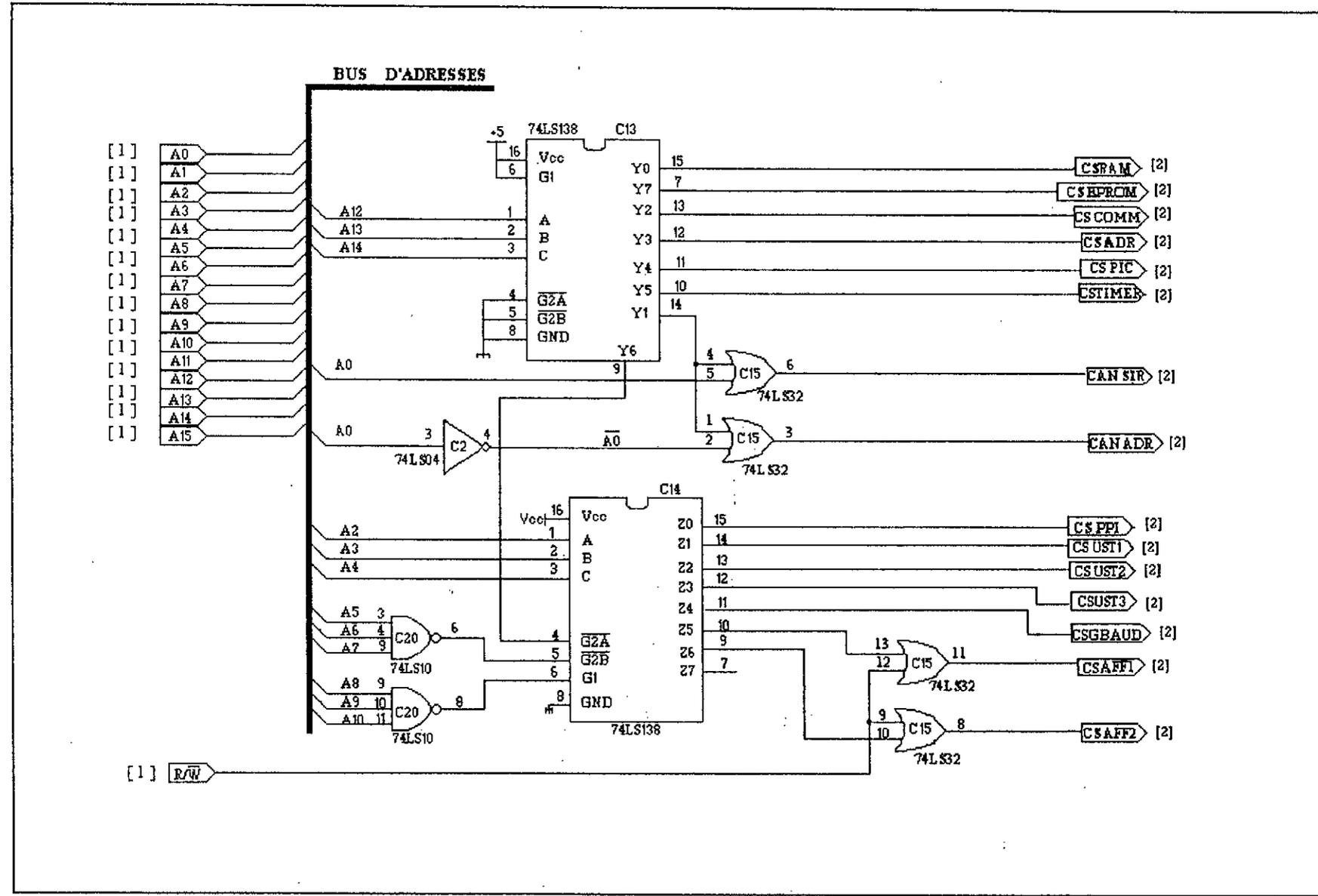


Fig. (3.12) : Circuit de décodage d'adresses.

4.3 Commande du S.A.D

4.3.1 Acquisition analogique

Le signal d'horloge nécessaire au fonctionnement du CAN est obtenu à partir du signal d'horloge "E" (fourni par le microprocesseur). Une bascule " D" (74LS74A) est utilisée comme diviseur de fréquence pour obtenir la fréquence de travail du convertisseur.

Les signaux de commande ALE, START et OE sont obtenus par combinaison des signaux R/W du microprocesseur et les lignes d'adressage du convertisseur. La figure (3.13) illustre ce circuit.

Le transfert des données du convertisseur vers le microprocesseur se fait selon le mode de transfert des données par interruption [28], [30], [51]. Chaque fois qu'une donnée analogique est convertie ; le convertisseur signale au microprocesseur ce fait par activation de l'interruption IRQ (le convertisseur met sa sortie EOC à l'état haut).

4.3.2 Acquisition numérique

Les changements d'état sur les entrées numériques générant des impulsions à la sortie du circuit d'acquisition. ces deux sorties sont appliquées à deux compteurs 16 bits programmables, qui sont contenus dans le circuit TIMER 8254, figure (3.14). Ces derniers permettent de comptabiliser le nombre d'impulsions reçues pendant une certaine durée. Le microprocesseur peut lire à n'importe quel moment le nombre d'impulsions enregistrées.

A la fin du comptage une interruption est générée, et le microprocesseur doit alors lancer une nouvelle opération de comptage.

4.3.2.1 Circuit TIMER 8254.

Le circuit TIMER 8254 d'Intel est un circuit qui assure différentes fonctions relatives au temps. En effet, il établit des intervalles de temps avec précision et compte des événements. Il peut servir comme [31], [56] :

- horloge temps réel ;
- compteur d'événements ;
- générateur de rythme programmable ;
- multiplicateur de rythme binaire
- monostable , etc.

Le schéma fonctionnel du 8254 est illustré par la figure (3.15). Il contient essentiellement 3 compteurs / timers indépendants, qui peuvent fonctionner selon 6 modes différents à savoir :

- MODE 0 : compteurs d'événements ;
- MODE 1 : monostable ;
- MODE 2 : générateur de rythme ;
- MODE 3 : générateur d'onde carrée ;
- MODE 4 : déclenchement par logiciel ;
- MODE 5 : déclenchement par matériel.

Le mode 0 permet d'envoyer une demande d'interruption en fin de décomptage. Après chargement de la valeur, la sortie est au niveau bas. Lorsque le décompte atteint 0, la sortie passe au niveau haut ; ce qui se traduit par l'émission d'une demande d'interruption.

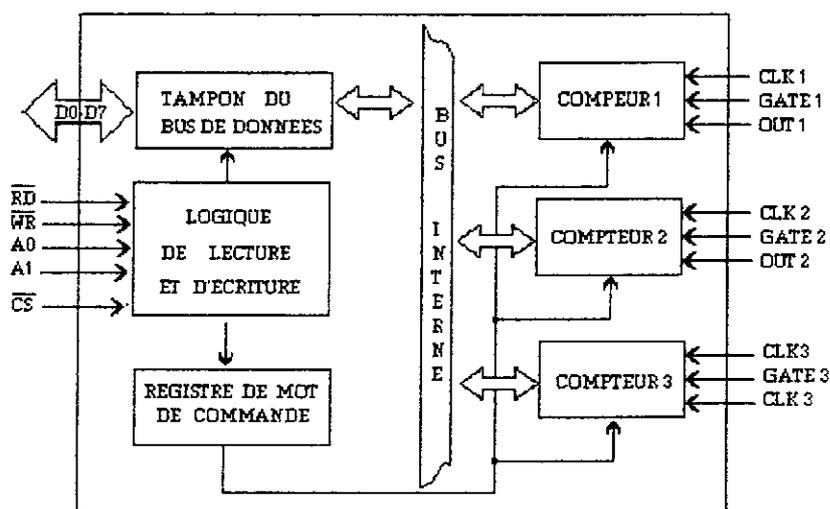


fig. (3.15) : Schéma fonctionnel du 8254.

L'adressage du 8254 se fait selon le tableau (3.4), qui résume en outre les fonctions du circuit. L'initialisation (programmation) du circuit 8254 se fait en mode 0 par le microprocesseur.

CS	RD	WR	A1	A0	FONCTION
0	1	0	0	0	Chargement compteur 0
0	1	0	0	1	Chargement compteur 1
0	1	0	1	0	Chargement compteur 2
0	1	0	1	1	Ecriture du mot de commande
0	0	1	0	0	Lecture compteur 0
0	0	1	0	1	Lecture compteur 1
0	0	1	1	0	Lecture compteur 2

Tableau (3.4) : Adressage et fonctions du 8254.

4.4 Touches de commande

Un ensemble de huit touches de commande qui servent 14 fonctions permettent d'afficher les valeurs instantanées des différents paramètres (les plus importants), le code de la station et le numéro de la voie affichée. La figure (3.16) montre le circuit correspondant.

Le microprocesseur prend en considération la commande externe (manuelle) en lisant l'état des sorties du buffer (47LS541) dont les entrées sont reliées aux touches de commande (2 positions). Le tableau (3.5) résume les codes des fonctions et les états de sortie du buffer.

N° Touche	Sortie buffer	Code HEX	Fonction assurée
Mode 0 : C1	0 1 1 1 1 1 1 0	7E	Entrée 1
C2	0 1 1 1 1 1 0 1	7D	Entrée 2
C3	0 1 1 1 1 0 1 1	7B	Entrée 3
C4	0 1 1 1 0 1 1 1	77	Entrée 4
C5	0 1 1 0 1 1 1 1	6F	Entrée 5
C6	0 1 0 1 1 1 1 1	5F	Entrée 6
C7	0 0 1 1 1 1 1 1	3F	Entrée 7
Mode 2 : C1	1 1 1 1 1 1 1 0	FE	Entrée 8
C2	1 1 1 1 1 1 0 1	FD	Entrée 9
C3	1 1 1 1 1 0 1 1	FB	Entrée 10
C4	1 1 1 1 0 1 1 1	F7	Entrée 11
C5	1 1 1 0 1 1 1 1	EF	Entrée 12
C6	1 1 0 1 1 1 1 1	DF	Entrée 13
C7	1 0 1 1 1 1 1 1	BF	Adresse station
Mode repos	1 1 1 1 1 1 1 1	FF	Aucune commande

Tableau (3.5) : Codes des touches de commande.

4.5 Circuit d'adressage des stations

Huit interrupteurs microswitch permettent d'attribuer à chaque station du système de télémesure une adresse qui lui servira de code d'identification. Ces interrupteurs assurent jusqu'à 256 adresses différentes. Ces derniers étant reliés à un buffer 3 états (47LS541) permettent au microprocesseur d'accéder à l'adresse donnée à la station à tout moment (figure 3.16).

Ce mode d'adressage assure une grande souplesse d'utilisation. En effet, si une station ayant une adresse donnée (XX) tombe en panne ; il suffit de la retirer et la remplacer avec une nouvelle station à laquelle on donne la même adresse (XX).

4.6 Circuit d'affichage

Quatre afficheurs sont utilisés pour indiquer l'état de la station, les valeurs instantanées, le mode de travail, etc. Les afficheurs sont du type TIL 309. Ils disposent d'un décodeur sept segments interne et d'un registre de mémorisation interne "LATCH". Le circuit d'affichage est illustré par la figure (3.17).

Les valeurs correspondant aux grandeurs analogiques affichées sont converties en décimal grâce un programme qui simule un convertisseur numérique analogique. Les valeurs converties sont stockées dans une table logée en mémoire EPROM.

4.7 Circuit de gestion d'interruptions

A fin de multiplier les possibilités de la station, un contrôleur d'interruptions programmable, le 8259 d'Intel, appelé encore PIC (Programmable Interrupt Controller), est utilisé. C'est un circuit qui accepte et gère 8 demandes d'interruption (vectorisées et hiérarchisées) provenant des différents éléments de la station qui sollicitent l'attention immédiate du microprocesseur, figure (3.14). Le 8259 détermine quelle est parmi toutes les demandes reçues celle qui jouit de la plus haute priorité, et en informe le microprocesseur. La figure (3.18) illustre le schéma fonctionnel du 8259.

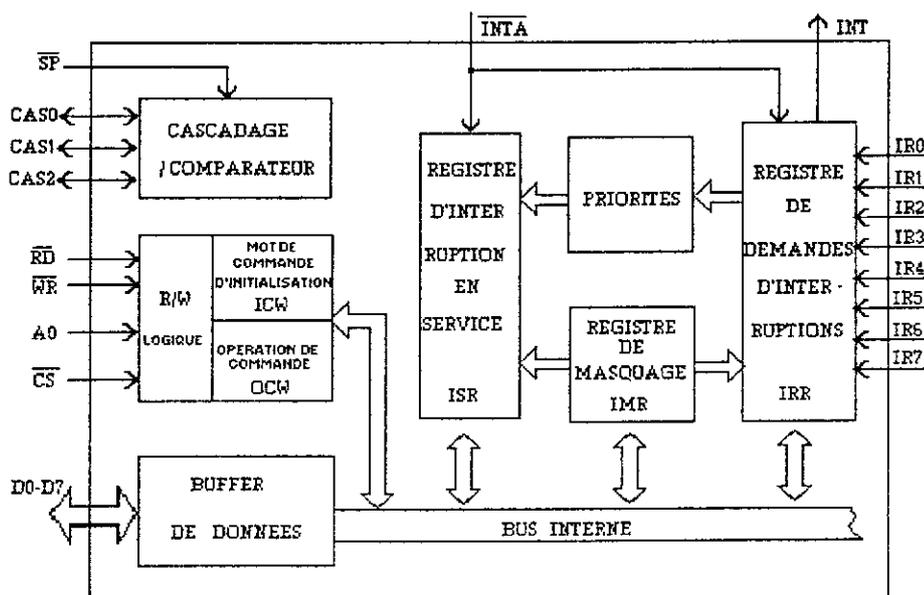


fig. (3.18) : Schéma fonctionnel du PIC 8259.

4.7.1 Fonctionnement du 8259

Le PIC accompagne la demande d'interruption d'un pointeur, qui va permettre au microprocesseur d'accéder en mémoire à la table de vecteurs fournissant l'adresse du sous programme d'interruption. En outre, les priorités et le masquage des interruptions sont définies à l'avance lors de la programmation du PIC.

Pour sa programmation, le PIC accepte deux types de commandes formatée en octet ; les commandes d'initialisation (qui sont obligatoires) par séquence de trois à quatre écritures appelées ICW1, ICW2, ICW3 et ICW4. Et les commandes d'opérations, ou OCW ; qui servent à masquer les interruptions, établir la fin d'interruption, établir les états des interruptions et enfin demander la priorité des rotations [31].

4.7.2 Hiérarchie des interruptions

Lors de l'initialisation du PIC, le niveau des priorités attribué d'office suit l'ordre des interruptions, tel qu'il est montré par le tableau (3.6). Le niveau de priorité le plus haut est IR0, et le plus bas est IR7. Lorsqu'une interruption de niveau donné est en service, toutes les interruptions de niveau inférieur sont interdites. Par contre, les interruptions de niveau supérieur sont acceptées par le PIC qui en informe le microprocesseur.

INTERRUPTION S	IR7	IR6	IR5	IR4	IR3	IR2	IR1	IR0
Niveau de priorité	7	6	5	4	3	2	1	0

Tableau (3.6) : Priorités attribuées aux interruption.

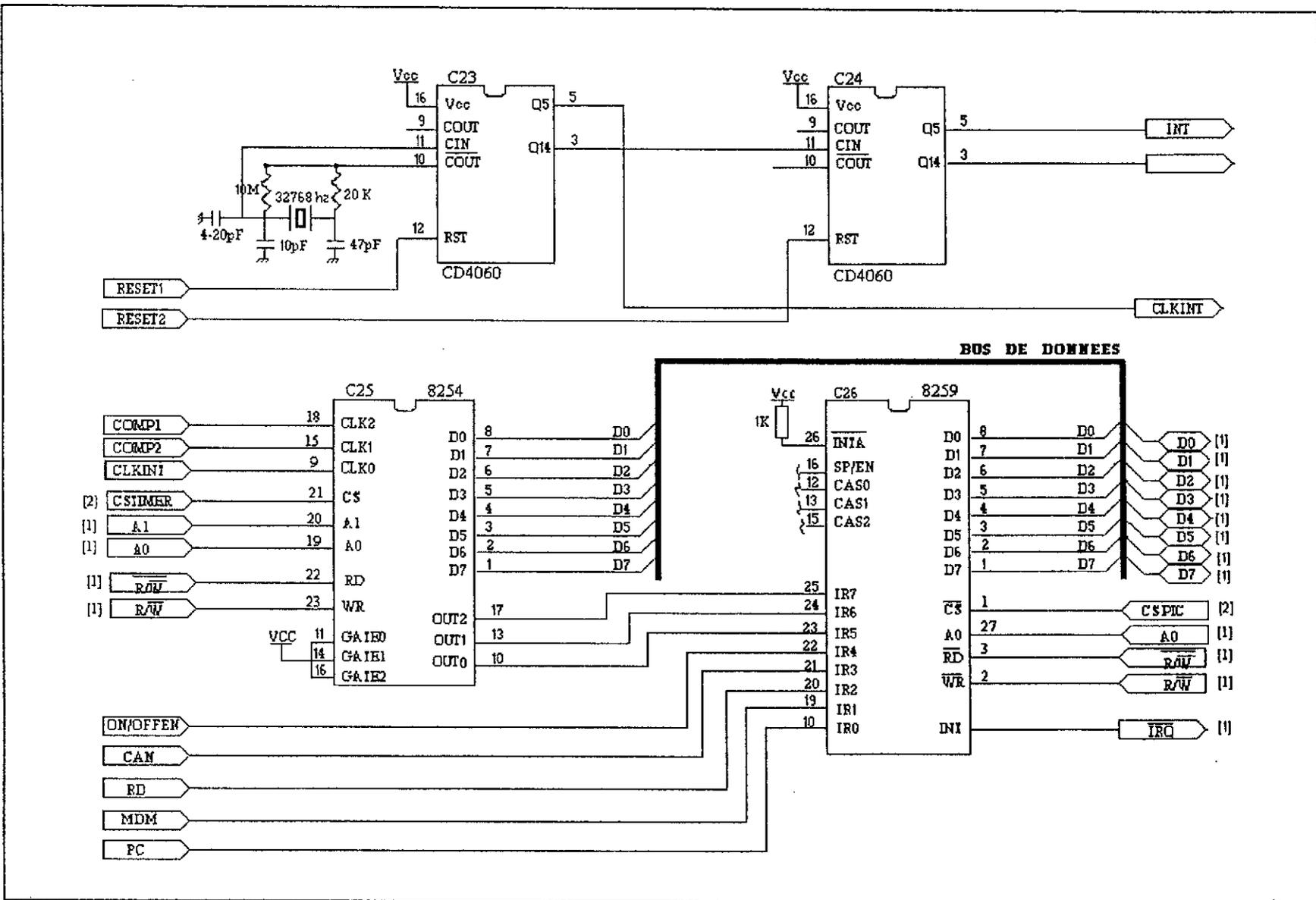


fig. (3.14) : Connexion du circuit TIMER et PIC.

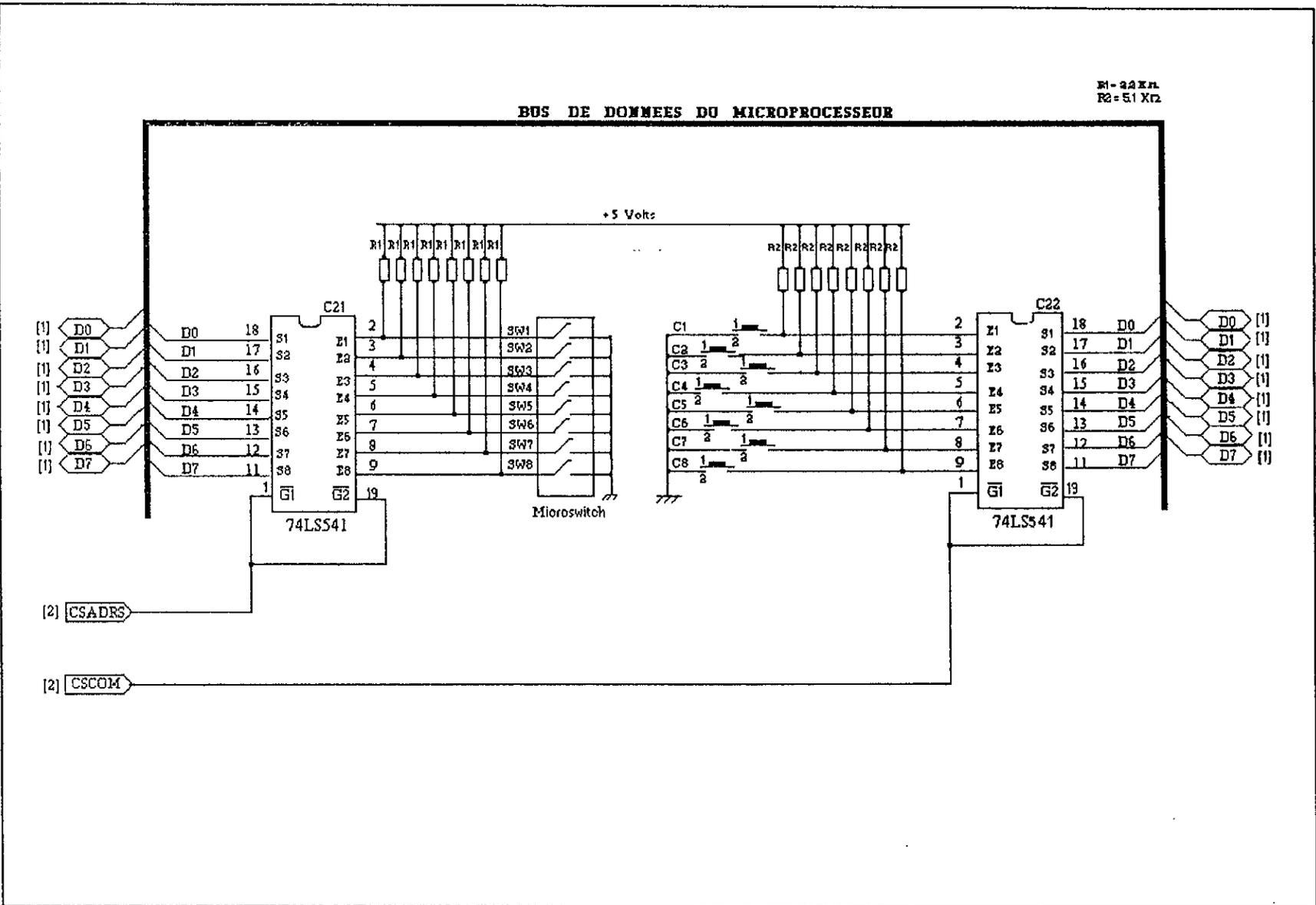


Fig. (3.16) : Circuit d'adressage et de touches de commande.

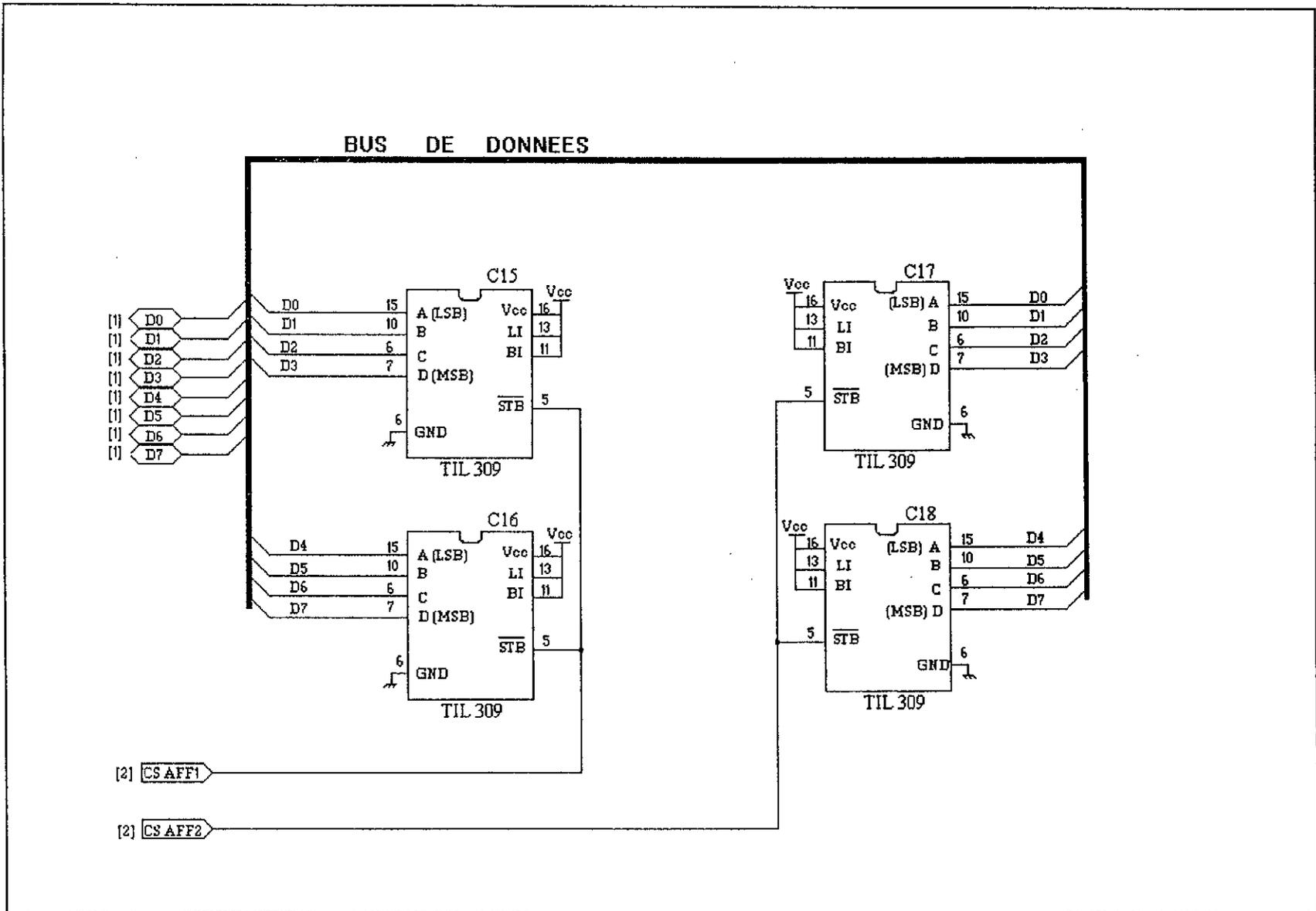


fig. (3.17) : Circuit d'affichage.

5. INTERFACE SÉRIE

Les liaisons séries jouent un rôle majeur dans la transmission de données. Elles sont utilisées, aussi bien, pour échanger des données entre systèmes éloignés, que pour des liaisons sur courte distance.

Le principe de base de la transmission série est le transfert des données sur une seule ligne [29],[36]. Or, à la sortie du système d'acquisition, les données sont sous forme parallèle (valeurs converties, comptées, commandes) ; donc, une interface série est nécessaire pour adapter le système d'acquisition à la ligne de transmission. L'interface série devra satisfaire les exigences suivantes :

- 1- assurer l'interface de la liaison directe entre la station d'acquisition et le PC ;
- 2- assurer l'interface de la liaison entre la station d'acquisition et la centrale de collecte par voie téléphonique ;
- 3- assurer la conversion des données parallèle-série et série-parallèle ;
- 4- assurer l'émission et la réception série en mode asynchrone (prévoir le mode synchrone) ;
- 5- assurer la conversion des signaux en niveaux RS 232 C ;
- 6- générer les fréquences de d'horloge nécessaires, et prévoir la possibilité de fonctionner à différentes vitesses de transmission .

A partir de toutes ses considérations , on peut d'ores et déjà donner le schéma synoptique de cette interface ; et qui est illustré par la figure (3.19).

5.1 Signal d'horloge

Lors d'une transmission série, il n'y a aucun signal de contrôle qui permet l'asservissement de l'émetteur et le récepteur [29], [36]. Donc, chacun d'eux doit disposer d'une horloge dont la vitesse défini parfaitement la vitesse de transmission.

Pour avoir la possibilité de fonctionner avec plusieurs fréquences. Le générateur de fréquence Baud " AY-5-8116 " est utilisé. Le circuit se présente sous la forme d'un boîtier de 18 broches ; il est directement compatible avec l' UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter) et l'USART (Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter). Il peut générer 2 x 16 fréquences normalisées, allant de 50 Baud à 19200 Baud.

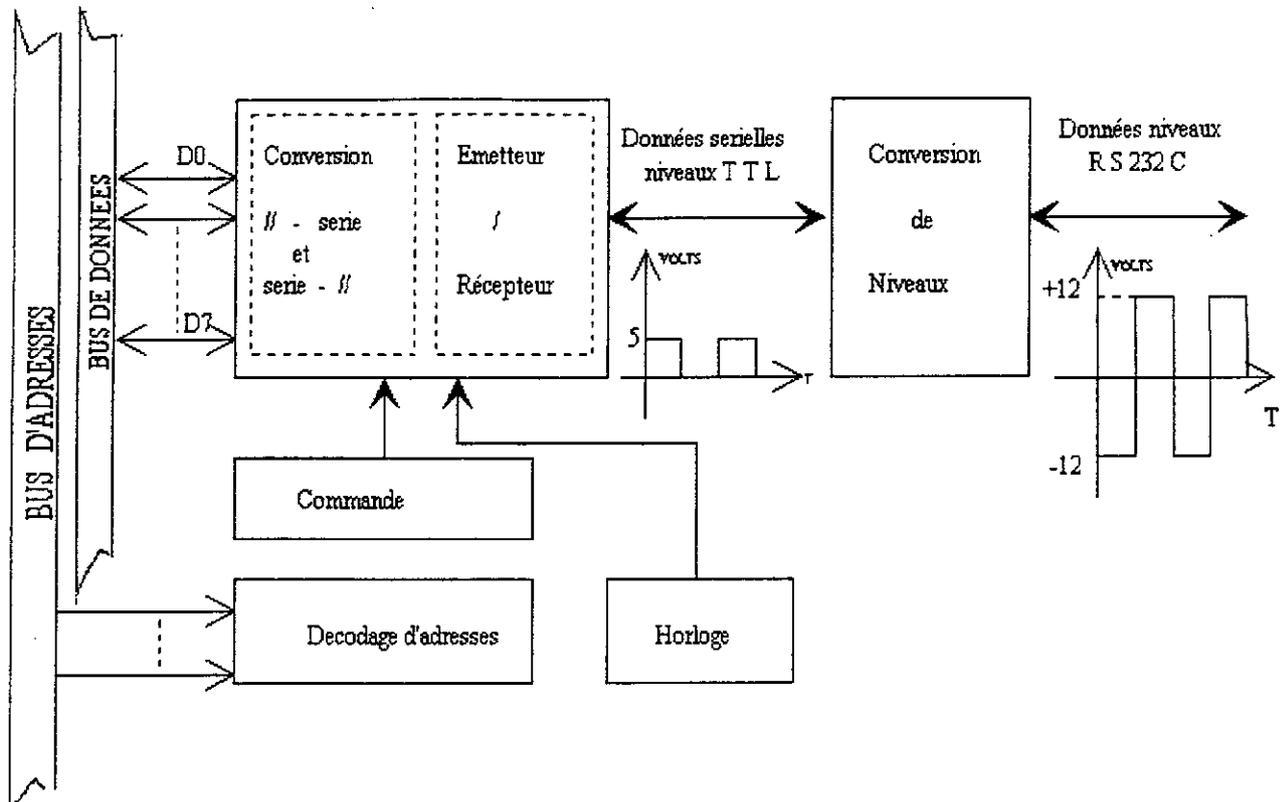


fig.(3.19) : Schéma synoptique de l'interface série.

5.1.1 Fonctionnement du AY- 5 - 8116

Le AY-5-8116 est piloté par un oscillateur interne qui est connecté par ces deux broches XTAL/EXT1 et XTAL/EXT2 à un quartz, dont la fréquence de résonance est égale à 5.068.800Mhz (ou 4.915.900 Mhz).

Le générateur de fréquences Baud possède des diviseurs qui sont placés à la sortie de l'oscillateur interne. Ils peuvent diviser tous les entiers allant de 6 à $2^{19}+1$ incluse. Un LATCH interne permet de mémoriser le diviseur chargé par le microprocesseur. Il peut être verrouillé par un strobe de validation actif à l'état haut. En outre, la fréquence de sortie est sélectionnée en chargeant la valeur appropriée (diviseur) dans le registre (LATCH) interne du générateur. Le schéma fonctionnel du AY-5-8116 est donné par la figure (3.20).

Le générateur de fréquence occupe l'adresse 60E8 H. D'où, la sortie Z2 (fig. 3.12) du décodeur permet de sélectionner et d'activer le strobe d'écriture. Les signaux D_i provenant du bus de données du microprocesseur sont utilisés pour sélectionner les codes des fréquences, la figure (3.21) illustre le schéma de connexion du AY-5-8116.

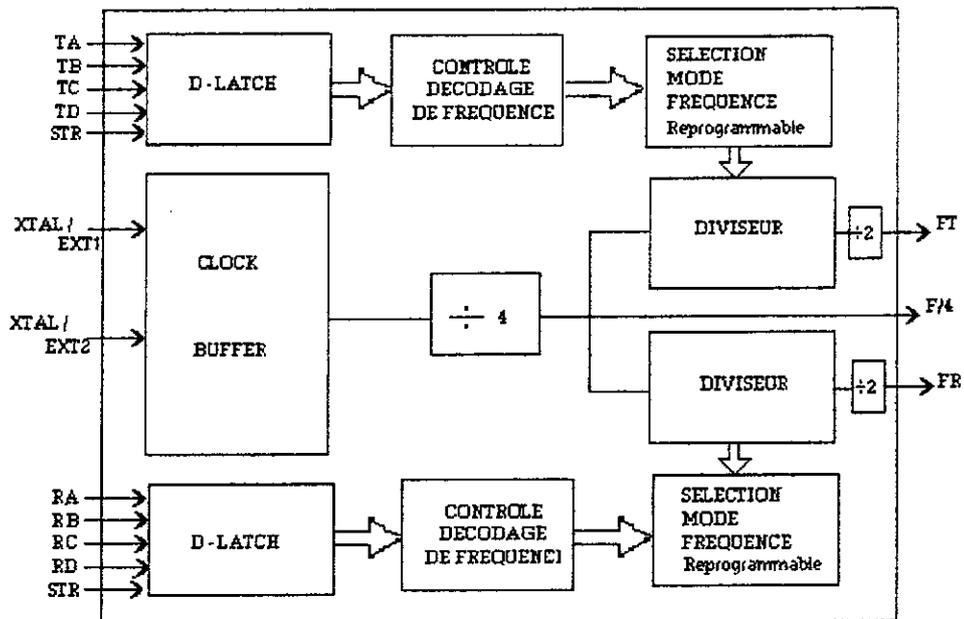


fig. (3.20) : schéma fonctionnel du générateur de BAUD AY-5-8116.

5.2 Émission - réception série

Pour effectuer les opérations d'émission et de réception série le coupleur série "USART 8251A" (Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter) est utilisé. Il s'agit d'un circuit programmable, assurant les conversions parallèle-série et série-parallèle, pouvant fonctionner suivant différents protocoles synchrones ou asynchrones [29], [30].

5.2.1 Architecture interne de l'USART 8251A

Le schéma fonctionnel du 8251A est donné par la figure(3.22) ; on distingue 5 blocs qui communiquent entre eux via un bus interne. Il s'agit du :

- **canal d'émission :**

Ce canal est relié en entrée au bus du microprocesseur via le bus interne de l'USART, et en sortie à la ligne d'émission TxD. La logique de contrôle d'émission lit l'état du buffer d'émission, et autorise ou non, l'écriture d'une nouvelle donnée dans le registre, suivant que la donnée a été transmise ou non.

- **canal de réception (Receiver) :**

Les données sérielles sont reçues sur l'entrée RxD. Elles sont converties en données parallèles, puis, stockées dans le buffer de réception. La logique de commande de réception signale au microprocesseur quand celui ci peut lire une donnée.

- **buffer d'entrée - sortie :**

Le buffer d'entrée - sortie est reliée en entrée au lignes D₀-D₇ du bus de données du microprocesseur, et en sortie, au bus interne de l'USART. Il est constitué d'un buffer d'entrée pour les commandes ou les données à émettre, d'un buffer de sortie pour les mots d'état et d'un autre buffer de sortie pour les données reçues.

- **logique de commande :**

Cette logique permet au microprocesseur de contrôler l'échange de données. Les signaux de lecture et d'écriture déterminent le sens de transfert des données. L'horloge permet de rythmer le fonctionnement interne de l'USART; elle doit être au moins 30 fois supérieur à la fréquence de transmission.

- **commande du modem :**

Quatre signaux RTS, CTS, DTR et DSR sont utilisés pour reconnaître l'état du modem avant l'établissement d'une communication.

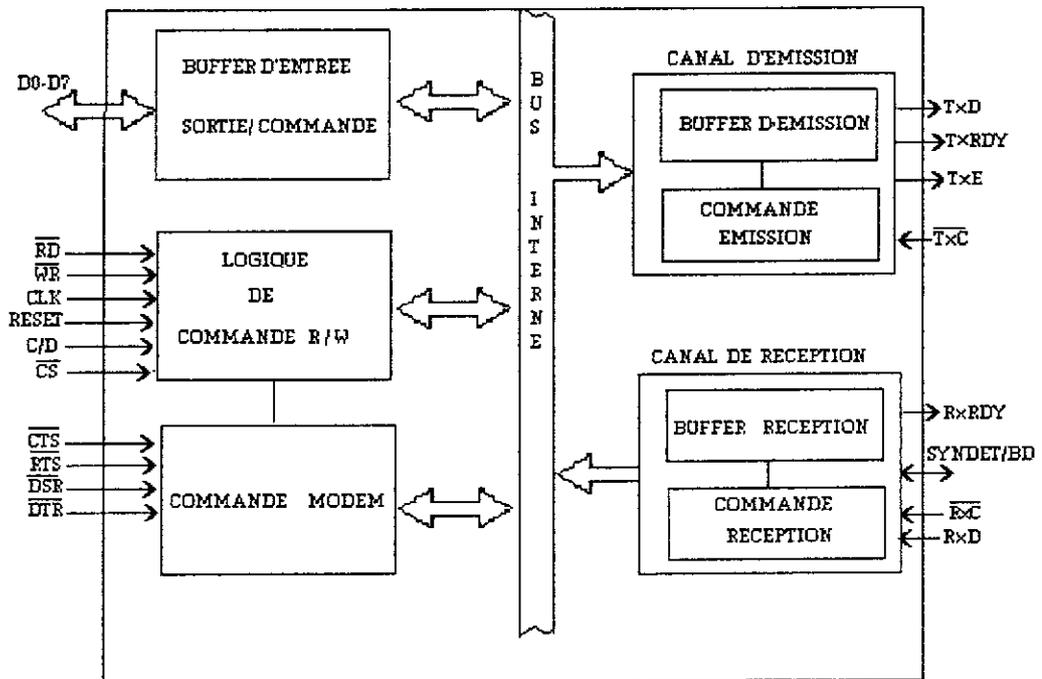


fig. (3.22) : Schéma fonctionnel de L'USART 8251 A.

5.2.2 Adressage du 8251A

Le 8251A est vu par le microprocesseur comme un ensemble de 4 registres unidirectionnels [29] :

- registre de données ;
- registre de contrôle ;
- registre de commande ;
- registre d'état.

L'entrée C/D effectue la sélection entre les registres de données (lecture ou écriture), quand elle est à 0 , et les registres de commande, d'état, et de contrôle lorsqu'elle est à 1. Les signaux de sélection du 8251A sont résumés au tableau (3.7). L'entrée C/D est relié à la ligne d'adresse la moins significative (A₀).

Les registres de contrôle, de commande et d'état se trouvent tous à la même adresse. Pour faire la distinction entre ces registres, il faut savoir que, lorsqu'on écrit à une adresse on accède aux registres de commande/contrôle ; et lorsqu'on lit dans cette adresse, on accède au contenu du registre d'état.

CS	WR	RD	A0 C/D	Fonction
0	0	1	0	Écriture dans le registre d'émission
0	0	1	1	Écriture dans le registre de commande
0	1	0	0	Lecture dans le registre de réception
0	1	0	1	Lecture dans le registre de contrôle(état)
x	1	1	0	État haute impédance
x	x	x	1	État haute impédance

Tableau (3.7) : Sélection des registres du 8251A

5.2.3 Programmation de l'USART

La programmation de l'USART doit conditionner les caractéristiques de transmission telle le mode synchrone / asynchrone, le nombre de bits STOP, la vitesse de transmission, le transfert des données, etc. Elle se fait en écrivant les instructions adéquates dans les registres de commande, de contrôle, et en lisant le registre d'état régulièrement. Chaque séquence de programmation doit nécessairement débiter par un RESET hardware ou software.

Le mode de transmission choisi pour le fonctionnement de notre interface série est le mode asynchrone. Le nombre de bits stop est égal à un.

5.3 Adaptation de niveaux

En logique TTL (Transistor Transistor Logic), un état logique bas est défini comme une tension comprise entre 0.0 et 0.8 volt ; alors que, un état logique haut est défini comme une tension comprise entre 2 et 5 volts. La transmission de ses deux tensions sur de longues distances ne peut se faire sans risque de perte d'informations. La norme RS 232 de l'EIA, permet la transmission sur des distances plus longues [14],[32]. Le niveau haut du RS 232 est compris entre +5 et +25 volts, tandis que le niveau bas est compris entre -5 et -25 volts. En pratique on utilise respectivement le +12 et -12 volts.

Pour passer des signaux logiques TTL aux signaux RS 232C; on utilise les circuits spécialisés. Le MC 1488 pour le sens TTL - RS 232C, et son homologue le MC 1489 pour le passage inverse. L'alimentation du 1488 varie entre + 9 et - 9 volts jusqu'à + 15 et - 15 volts et celle du 1489 est de 5 volts. Il est à noter, qu'en plus de l'adaptation de niveaux (figure 3.23); une inversion du signal a lieu.

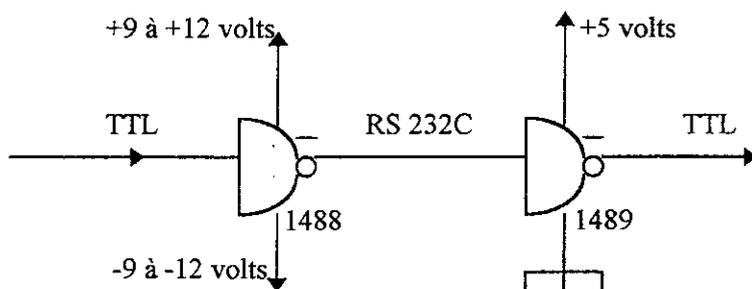


fig. (3.23) : Interface TTL-RS 232C et RS 232C - TTL

5.4 Liaison station - PC

Cette liaison série asynchrone entre la station d'acquisition et le micro-ordinateur est réalisée pour répondre à trois besoins en matière de communication :

1. lire une EPROM et transférer son contenu vers le micro-ordinateur. En effet, pour le fonctionnement en mode isolé, les données stockées sur EPROM peuvent être restituées et enregistrées. Il suffit, de connecter la station d'acquisition au micro-ordinateur, puis d'instaurer le mode lecture dans le système programmeur d'EPROM.
2. lire directement les données acquises par la station (même au niveau du site d'acquisition);
3. permettre la réception des données au niveau de la centrale de collecte lors d'une transmission radio ;
4. Permettre l'acquisition de données à partir d'un capteur numérique (sortie RS232).

Le schéma synoptique de la liaison est donné par la figure (3.24). La station est considérée par le PC comme un équipement terminal de traitement de données. Par conséquent, le dialogue entre eux ne peut s'effectuer que si les vitesses de transfert et les configurations de transfert des caractères sont identiques. Par ailleurs, la transmission des données doit correspondre à la réception de l'autre bout ; d'où la nécessité d'utiliser des connexions croisées. L'interface utilisée est la jonction RS232C, et le connecteur est du type DB9 à 9 broches. La connexion complète assurée par un câble nul modem est illustrée par le schéma de la figure (3.26).

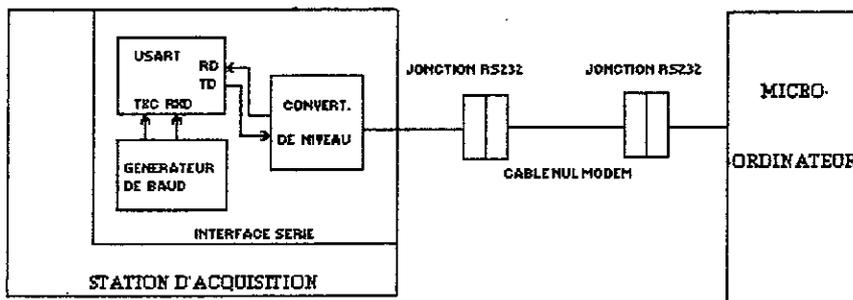


fig. (3.24) : Schéma synoptique de la liaison station -PC.

L'interface série utilisée au niveau de la station est illustrée par le schéma de la figure (3.25).

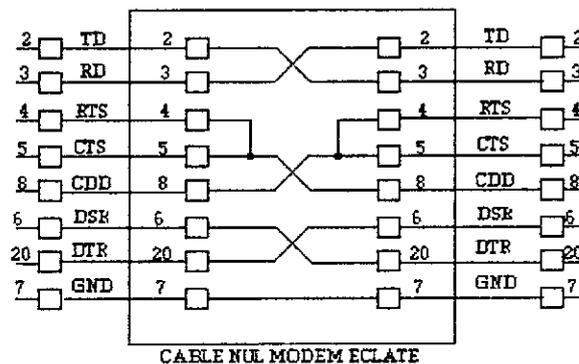


fig. (3.26) : Connexions câble nul modem.

5.5 Liaison station-centrale par voie téléphonique.

Lors du fonctionnement en mode réseau, les stations peuvent communiquer avec la centrale de collecte par voie téléphonique. Le schéma synoptique de cette liaison est donné par la figure (3.27). La mise en oeuvre d'une telle liaison nécessite l'emploi de modems pour adapter la nature des données transmises à la ligne de transmission.

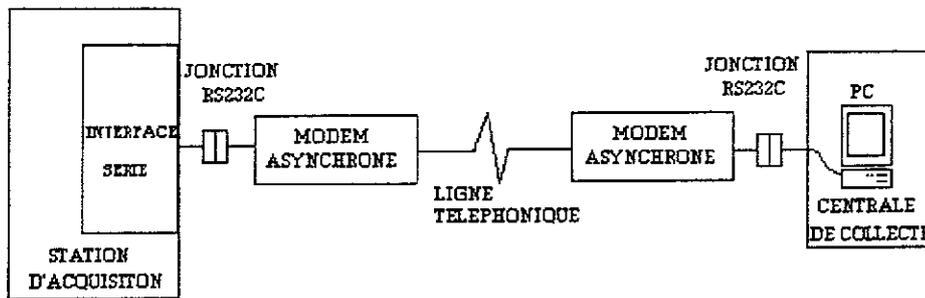


fig. (3.27) : Synoptique de la liaison station -centrale .

5.5.1 Choix du modem

Le choix d'un modem se fait essentiellement en fonction de l'environnement informatique et de l'application envisagée. Les principaux critères dont il faut tenir compte sont :

1. la vitesse de transmission : dépend du volume moyen d'informations à transmettre.
A chaque vitesse correspond un avis ;
2. le mode de transmission utilisé : asynchrone ou synchrone ;
3. le support de transmission auquel est destiné le modem : RTC ou LS ;
4. forme du modem : coffret ou carte (alimentation, encombrement, occupation).

Pour notre système, le modem le mieux adapté à nos besoins est un modem qui assure les fonctions suivantes :

1. transmission à faible vitesse ;
2. support de transmission : RTC et LS ;
3. mode de transmission asynchrone ;
4. se présente sous la forme d'un coffret, avec alimentation autonome.

Compte tenu de ces considérations, le modem TELSAT 9672N répond à l'ensemble de ces besoins [60].

5.5.2 Présentation du TELSAT 9672N

Le modem TELSAT 9672N fait partie de la famille des modems bidirectionnels, pour usage sur RTC ou LS 2 fils ou 4 fils point à point. Il est conforme à la recommandation V32 du CCITT. Il offre un débit en ligne de 9600 bit/s et 4800 bit/s, comme il peut aussi, fonctionner à des débits de :

- 2400 bit/s : recommandation V22 bis du CCITT ;
- 1200 bit/s : recommandation V22 du CCITT ;
- 300 bit/s : recommandation V21 du CCITT ;
- 1200/ 75 bit/s : recommandation V23 du CCITT.

Le 9672N fonctionne à la jonction en mode asynchrone série avec des caractères 10 ou 11 bits dans tous les cas de modulations. En mode asynchrone, il peut également travailler sous le mode transparent ou avec adaptation de vitesse avec contrôle de flux. La jonction est conforme aux recommandations V24 et V28 du CCITT et est disponible sur un connecteur 25 points (ISO 2110). Il peut être connecté à tout terminal muni d'une interface de liaison série asynchrone conforme à la norme EIA RS-232 C.

A la mise sous tension, le modem est configuré avec "la configuration d'usine", qui lui permet de fonctionner dans la gamme la plus large de ses possibilités. Cette configuration, peut toutes fois être changée et sauvegardée si l'utilisateur le désire. Cette dernière, se fait soit par positionnement de quatre microswitchs internes, soit par les commandes AT. Le modem offre également, la possibilité de téléconfiguration, de sécurisation, de call back et secours de la ligne spécialisée sur RTC. L'exploitation du modem s'effectue par des commandes AT ou par les commandes V25 bis.

6. INTERFACE RADIO

Le rôle de l'interface radio est de transformer les données numériques que le système d'acquisition lui envoie, en signaux basses fréquences (BF) qui peuvent être transmis par voie radio avec une bande passante allant de 300 hz à 3 Khz. Cette interface est réalisée à base d'un circuit modulateur démodulateur : le circuit AM 7910.

6.1 Le circuit AM 7910

Le AM 7910 de THOMSON EFCIS est un circuit modulateur/démodulateur (MODEM FSK) complètement numérique. Son Schéma fonctionnel est illustrée par le schéma de la figure (3.29).

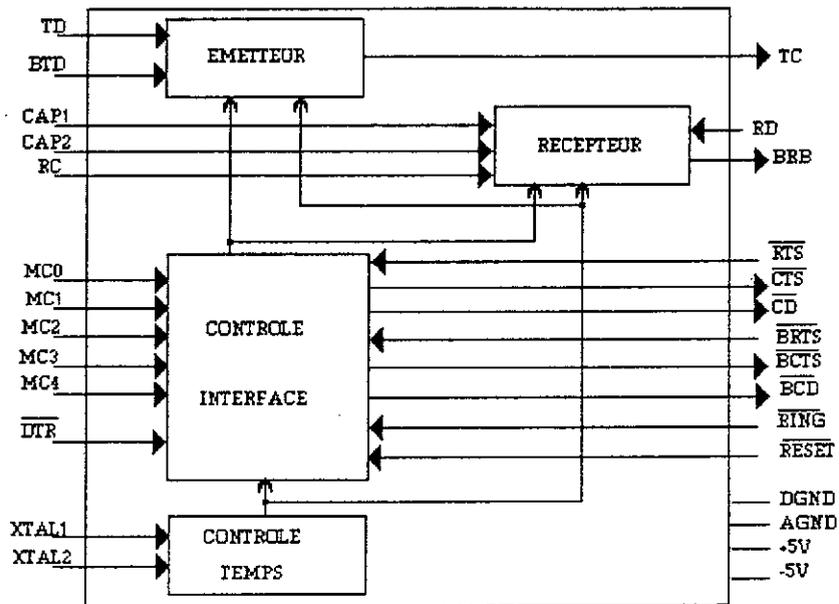
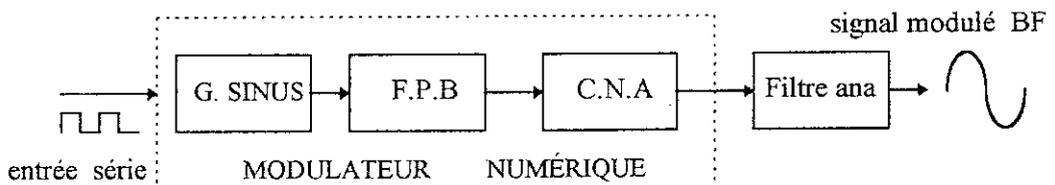


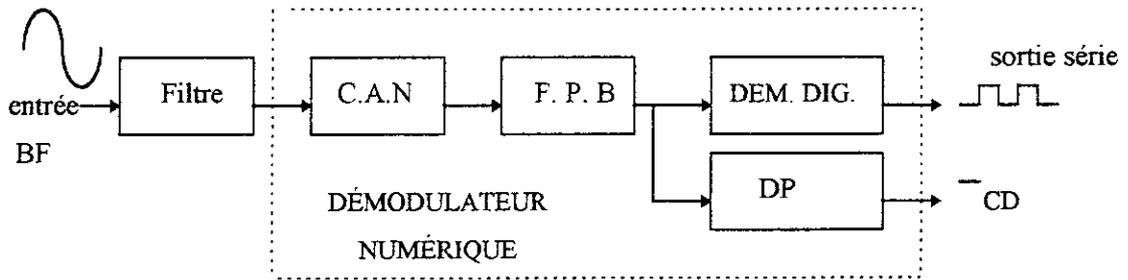
fig. (3.29) : Schéma fonctionnel du modem AM 7910.

Il est constitué de quatre blocs ; le bloc émetteur (sortie analogique TC), bloc récepteur (entrée analogique RC), bloc de contrôle d'interface et le bloc du circuit horloge. Il possède deux convertisseurs, analogique / numérique et numérique / analogique, quatre filtres, 1.3 K octets de mémoire RAM, 24 K octets de mémoire ROM, un microprocesseur et une logique de commande [61], [49]. Le principe de conversion du modulateur / démodulateur du circuit 7910 est illustré par la figure (3.30) et la figure (3.31).



G.sinus. : générateur sinusoïdal. F.P.B : Filtre Passe Bas.

fig.(3.30) : Principe de conversion analogique/ numérique du AM 7910.



DEM.DIG. : Démodulation Digitale.

DP : Détection de Porteuse.

fig. (3.31) : Principe de conversion analogique / numérique du AM 7910

6.1.1 Configuration du modem

La configuration du modem se fait par l'intermédiaire des entrées MC0 – MC4. Ces entrées permettent de sélectionner 19 modes de fonctionnement différents. Le tableau (3.8) résume quelques configurations possibles. La configuration du modem se fait par programmation manuelle des entrées MC0 - MC4 grâce à un ensemble de microswitchs. Le mode choisi est le mode CCITT V23 mode 2 (1200 bit/s) halph duplex.

MODE	MC ₄	MC ₃	MC ₂	MC ₁	MC ₀	Baud rate	Duplex	Fréq. Emission space (hz) mark	Fréq. réception	Fréq. réponse
Originatc	0	0	0	0	0	300	Full	1070 1270	2025 2225	---
Answer	0	0	0	0	1	300	Full	2025 2225	1070 1275	2225
Originatc	0	0	1	0	0	300	Full	1180 980	1850 1650	---
Answer	0	0	1	0	1	300	Full	1850 1650	1180 980	2100
V.23 Mode 1	0	1	1	1	0	600	Half	1700 1300	1700 1300	2100
V.23 Mode 2	0	0	1	1	0	1200	Half	2100 1300	2100 1300	2100

Tableau (3.8) : Configurations du AM 7910.

6.1.2 Circuit d'initialisation et d'horloge

L'initialisation du circuit AM 7910 se fait grâce à un circuit RC qui permet d'appliquer un niveau bas sur l'entrée RESET à chaque mise sous tension ($R = 1M\Omega$, $C = 47\text{ nF}$).

Le 7910 est doté d'un oscillateur interne. Il suffit alors de connecter un quartz de valeur 2.4576 Mhz, et deux condensateurs C1 et C2 ($C1=C2=22\text{ pF}$) entre les broches XTAL1 et XTAL2, voir figure (3.32).

6.2 Interface série

La conversion parallèle - série et série - parallèle nécessaire pour les opérations d'émission et de réception sont effectués par le circuit émetteur - récepteur USART 8251A. En effet la donnée à transmettre est convertie sous forme sérielle, puis présentée à l'entrée du modem TD. La sortie TC (analogique) ne présentera le signal modulé que si les entrées de contrôle DTR et RTS sont actives.

Le signal analogique BF est reçu sur l'entrée RC, le circuit extrait l'information par démodulation et la converti en données sérielles qu'il présentera à la sortie RD. Puis, l'USART se chargera de la désérialisation de ces dernières. Cette entrée est protégée de tous les signaux reçus et dépassant une amplitude de 1.6 volts.

Le signal de sortie TC est réduit en amplitude grâce à un circuit diviseur ; ceci pour l'adapter à l'émetteur/récepteur radio. Ces circuits exigent en général des tensions très faibles en entrée. La valeur de la résistance R7 doit être fixée selon les caractéristiques de l'émetteur/récepteur radio utilisé.

la figure (3.32) illustre le schéma développé de l'interface radio. Un connecteur est utilisé pour relier la station à l'émetteur récepteur radio. Des sorties d'alimentation et de contrôle sont prévues pour une éventuelle utilisation par l'émetteur récepteur radio.

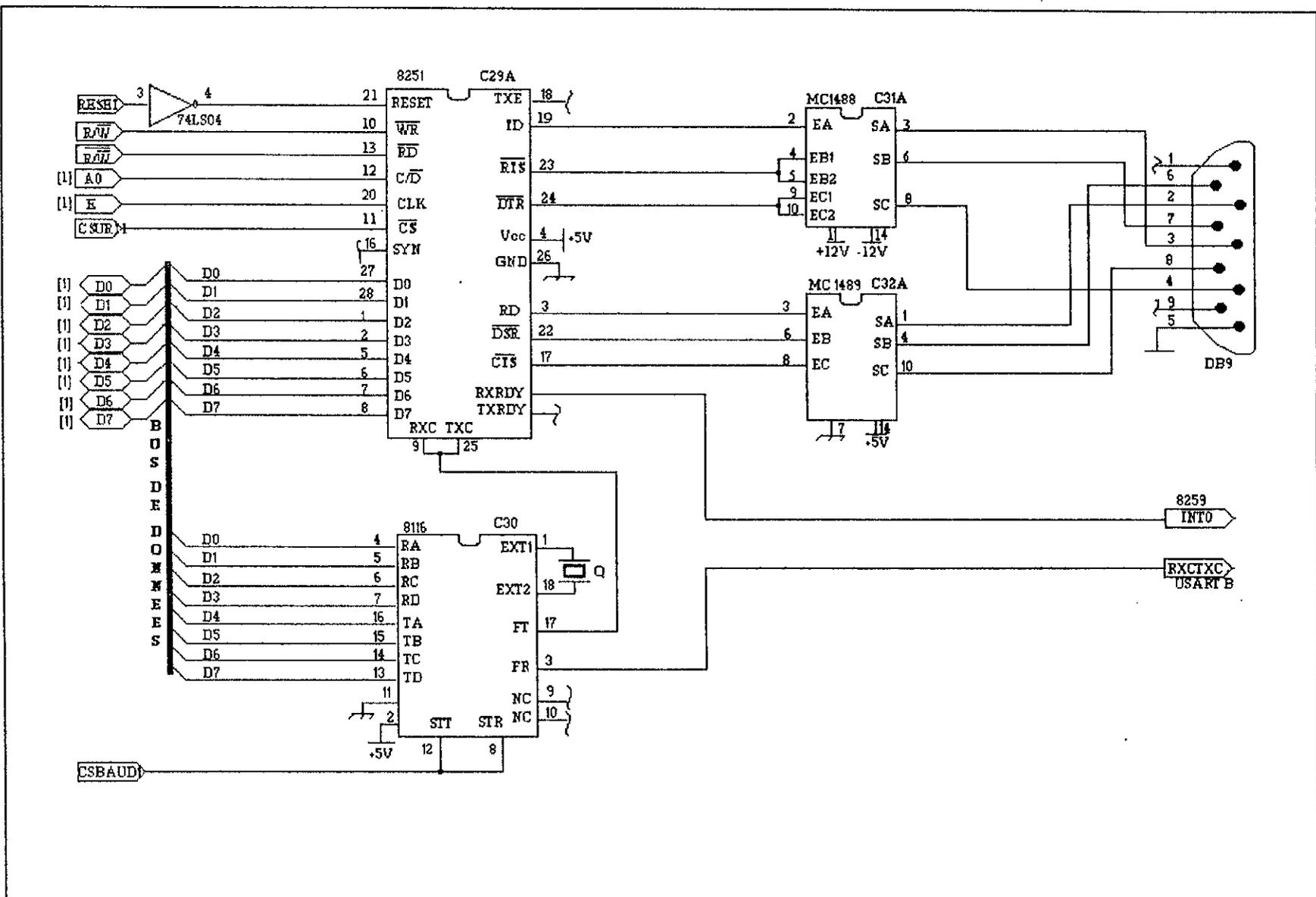


Fig. (3.25) : Interface série pour liaison station-PC.

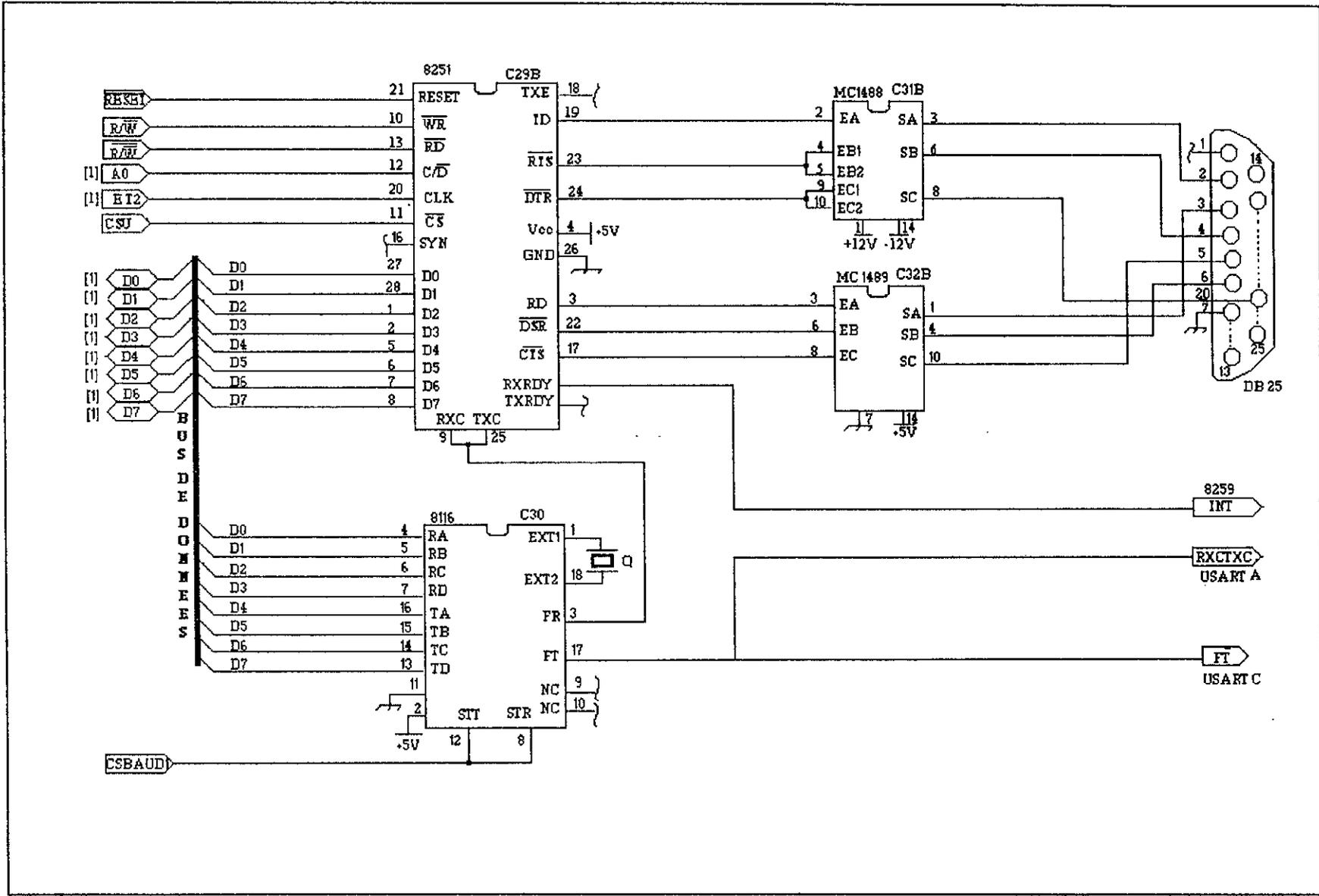


Fig. (3.28) : Interface série pour liaison téléphonique .

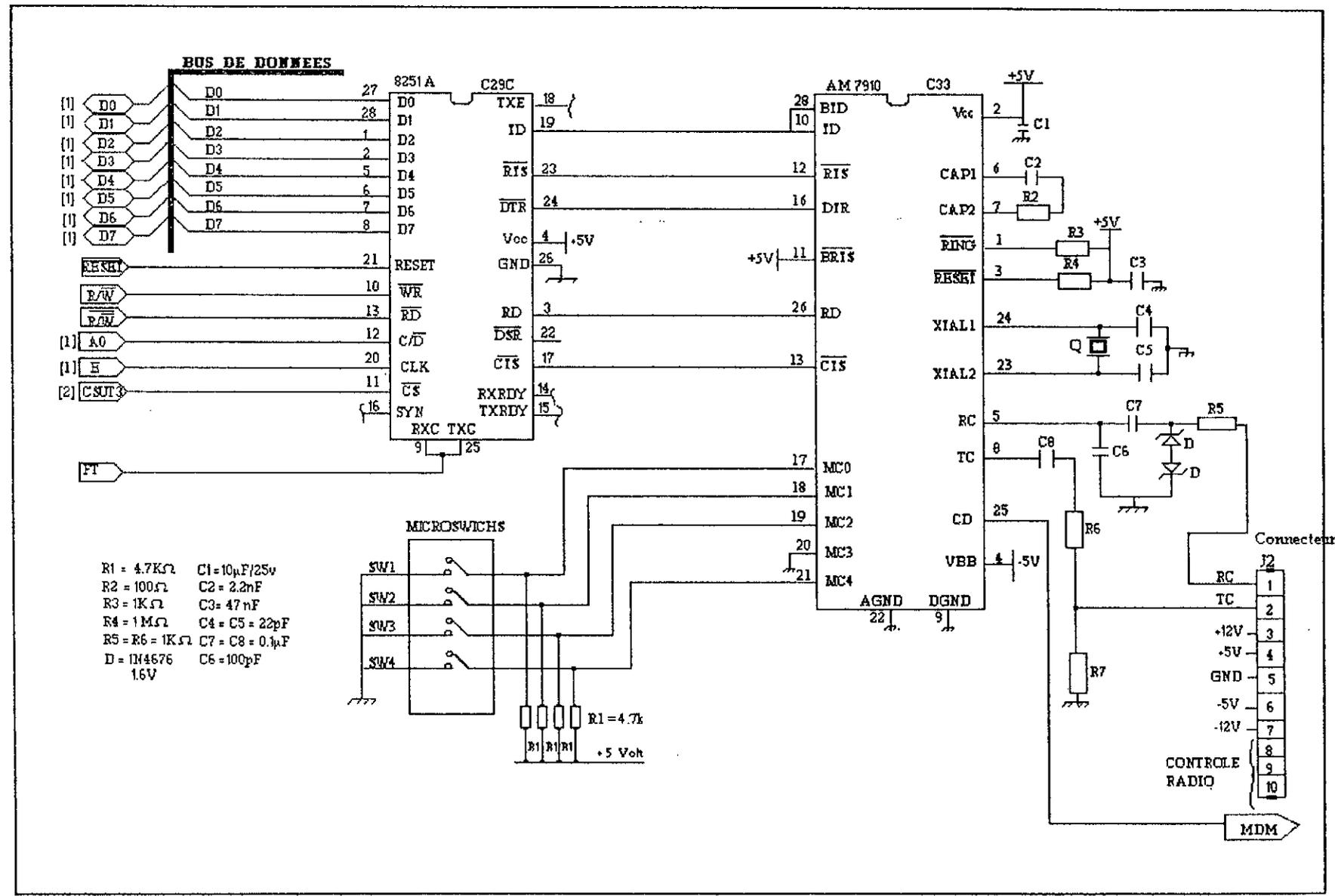


Fig. (3.32) : Interface RADIO.

7. STOCKAGE DES DONNÉES SUR MÉMOIRE MORTE

Dans le cas du fonctionnement en mode isolé, la station peut stocker les données sur une mémoire morte " EPROM ". La durée de stockage prévue est de 30 jours. Le circuit qui permet de réaliser cette fonction est un circuit programmeur d'EPROM, qui assure lecture et écriture (programmation) sur EPROM du type 2732. Ce circuit est illustré par la figure (3.33).

7.1 Fonctionnement de l'EPROM 2732.

L'EPROM 2732 contient 4 Koctets mémoire ou 4096 octets programmable individuellement. Elle a l'avantage de pouvoir être programmée au coeur d'un système en fonctionnement. Elle possède 5 modes de fonctionnement ; le mode lecture, le mode attente, le mode programmation, le mode vérification de programmes et le mode inhibition de programmes [57].

Le fonctionnement en mode lecture, se fait en liaison directe avec le les bus du microprocesseur. Deux lignes permettent de commander ce mode ; la ligne OE validation de sortie, et la ligne CE sélection de boîtier. Par contre, en mode programmation, pour écrire un octet ; il faut appliquer à l'entrée OE/Vpp une tension de + 25 volts, et mettre la donnée à programmer ainsi que son adresse aux entrées correspondantes de l'EPROM. Une fois que la donnée et l'adresse sont stables, il faut alors, appliquer une impulsion de programmation à l'entrée CE. Cette impulsion est à niveau TTL bas et sa durée est de 50 ms. Elle doit être appliquée pour chaque adresse devant être programmée. Le schéma synoptique de ces deux modes est donné par la figure (3.34).

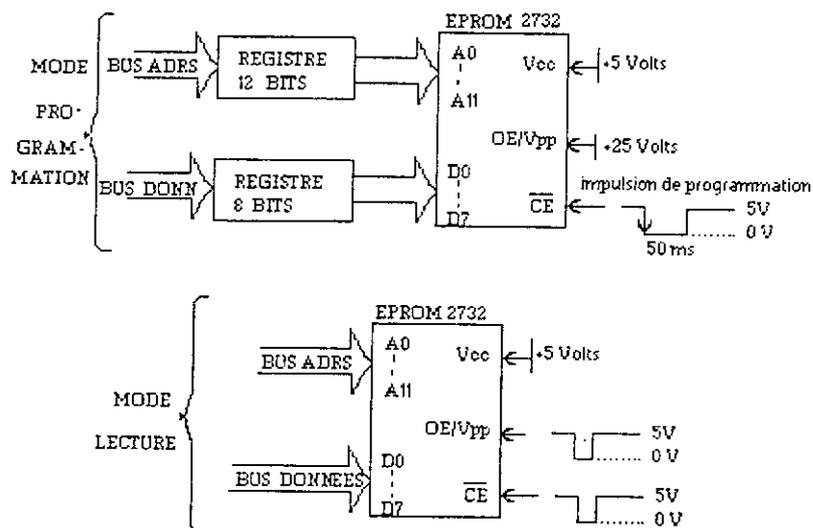


fig. (3.34) : Schéma synoptique des modes lecture et écriture de la 2732.

En mode programmation, le besoin d'une impulsion de programmation de durée 50 ms asynchrone exige l'emploi de registres externes capables de maintenir la donnée et l'adresse stables durant l'impulsion de programmation. Ceci exige donc, l'emploi d'un interface périphérique programmable Tel que le PPI 8255 de INTEL.

7.2 Fonctionnement du PPI 8255

Le 8255A est un circuit d'entrée / sortie programmable. Il comprend 3 ports d'entrée / sortie, 4 registres à huit bits, à savoir :

- un registre de commande ;
- deux registres de données 8 bits, A et B ;
- un registre de données et d'état 2×4 bits , C.

Le schéma fonctionnel du 8255A est donné par la figure (3.35). Ce dernier, peut fonctionner selon trois modes différents [29] :

- mode 0 : entrée / sortie de base ;
- mode 1 : entrée / sortie échantillonnée ;
- mode 2 : entrée / sortie bidirectionnelle.

En mode 0, le PPI fonctionne en configuration E/S de base. Tous les bits des ports A, B ou C peuvent être configurés en entrée ou en sortie. Les sorties sont mémorisées, tandis que les entrées ne le sont pas. Le positionnement du mode d'utilisation et de direction des ports d'entrée sortie est défini dans le registre de commande.

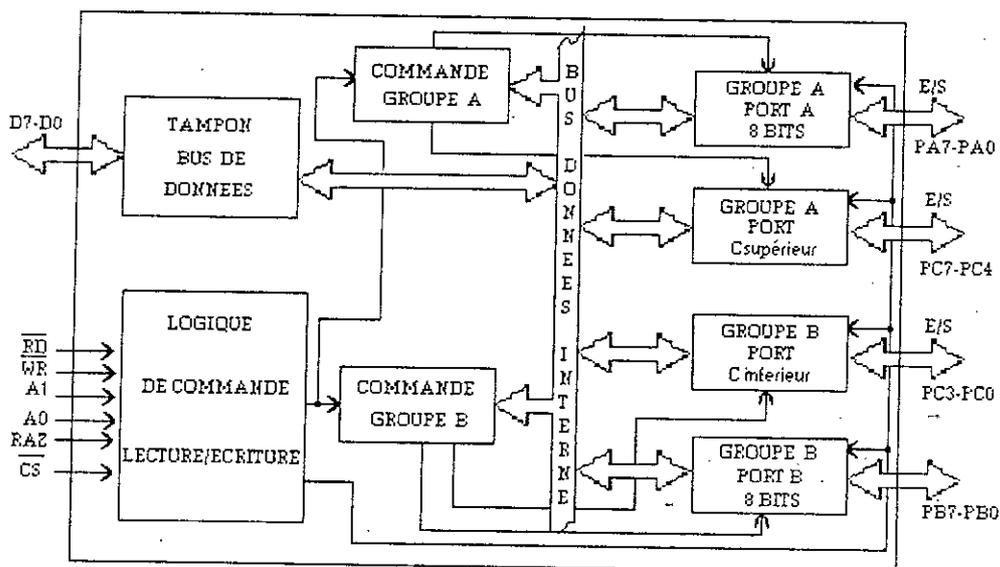


fig. (3.35) : Schéma fonctionnel du PPI 8255A.

7.3 Fonctionnement du circuit programmeur d'EPROM

Dans le circuit programmeur d'EPROM, le PPI est configuré pour fonctionner en "mode 0". Les opérations d'accès de base sont résumées au tableau (3.9).

A ₁	A ₀	RD	WR	CS	OPERATION
0	0	0	1	0	entrée : canal A vers bus de données
0	1	0	1	0	entrée : canal B vers bus de données
1	0	0	1	0	entrée : canal C vers bus de données
0	0	1	0	0	sortie : bus de données vers canal A
0	1	1	0	0	sortie : bus de données vers canal B
1	0	1	0	0	sortie : bus de données vers canal C
1	1	1	0	0	sortie : bus de données vers registre de commande
x	x	x	x	1	pas de transaction
1	1	0	1	0	illégal
x	x	1	1	0	pas de transaction

Tableau (3.9) : Accès aux registres du PPI.

Les entrées A₀ et A₁ permettent d'accéder à l'un des quatre registres du PPI, tandis que RD et WR déterminent le sens de transfert des données. Le PPI est positionné à l'adresse 6000H, ainsi ces ports ont les adresses suivantes :

- port A : 60E0 H,
- port B : 60E1 H,
- port C : 60E2 H,
- mot de commande : 60E3 H.

Le circuit programmeur d'EPROM peut fonctionner selon deux modes ; le mode lecture et le mode écriture. Selon le mode de fonctionnement choisi le PPI est configuré différemment (voir figure 3.36). Le tableau (3.10) résume ces deux modes.

BITS DU REGISTRE DE COMMANDE	D ₄ D ₃ D ₂ D ₁ D ₀				PORT A	PORT C SUP.	PORT B	PORT C INF.
	Lecture	1	0	0				
Programmation	0	0	0	0	sortie	sortie	sortie	sortie

Tableau (3.10) : Configuration en mode 0 du 8255.

7.3.1 Mode programmation

En mode programmation, le port A du PPI contient la donnée à écrire (8 bits), le port B et Cinf (les 4 bits de poids faible du port C) contiennent l'adresse (16 bits). Le port Csup (les 4 bits de poids fort du port C) contient les commandes à appliquer à l'EPROM.

La tension 25 volts, nécessaire en mode programmation, est commandée par un circuit à base d'un relais 5 volts. Les bits du port Csup sont définies comme suit :

- PC4 : sélection du PPI (PC4 = 0 pendant 50 ms) ;
- PC5 : commande du relais (relais fermé sur position 25 volts = 1) ;
- PC6 : V_{pp} = relais au repos (x) ;
- commande d'affichage (= 0 mode programmation).

Les impulsions de programmation (durée 50 ms) nécessaires à la programmation de l'EPROM sont générées par soft. En effet, un programme qui permet de générer autant d'impulsions que de données à programmer est développé dans ce sens.

7.3.2 Mode lecture

En mode lecture, le port A contient les données à lire, le port B et Cinf contiennent l'adresse à lire. Le port Csup contient les commandes de l'EPROM. Ces commandes sont :

- PC4 : sélection EPROM (CE = 0) ;
- PC5 : relais au repos (= 0) ;
- PC6 : commande OE (= 0) ;
- PC7 : commande affichage (= 1).

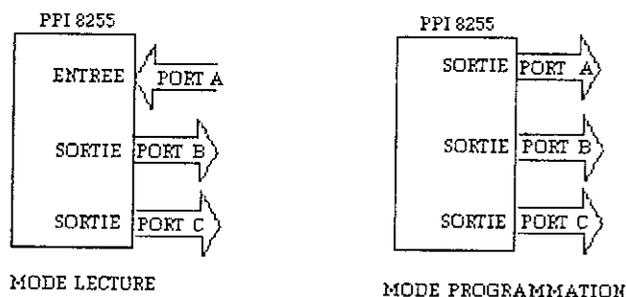


fig. (3.36) : Modes de configuration du PPI.

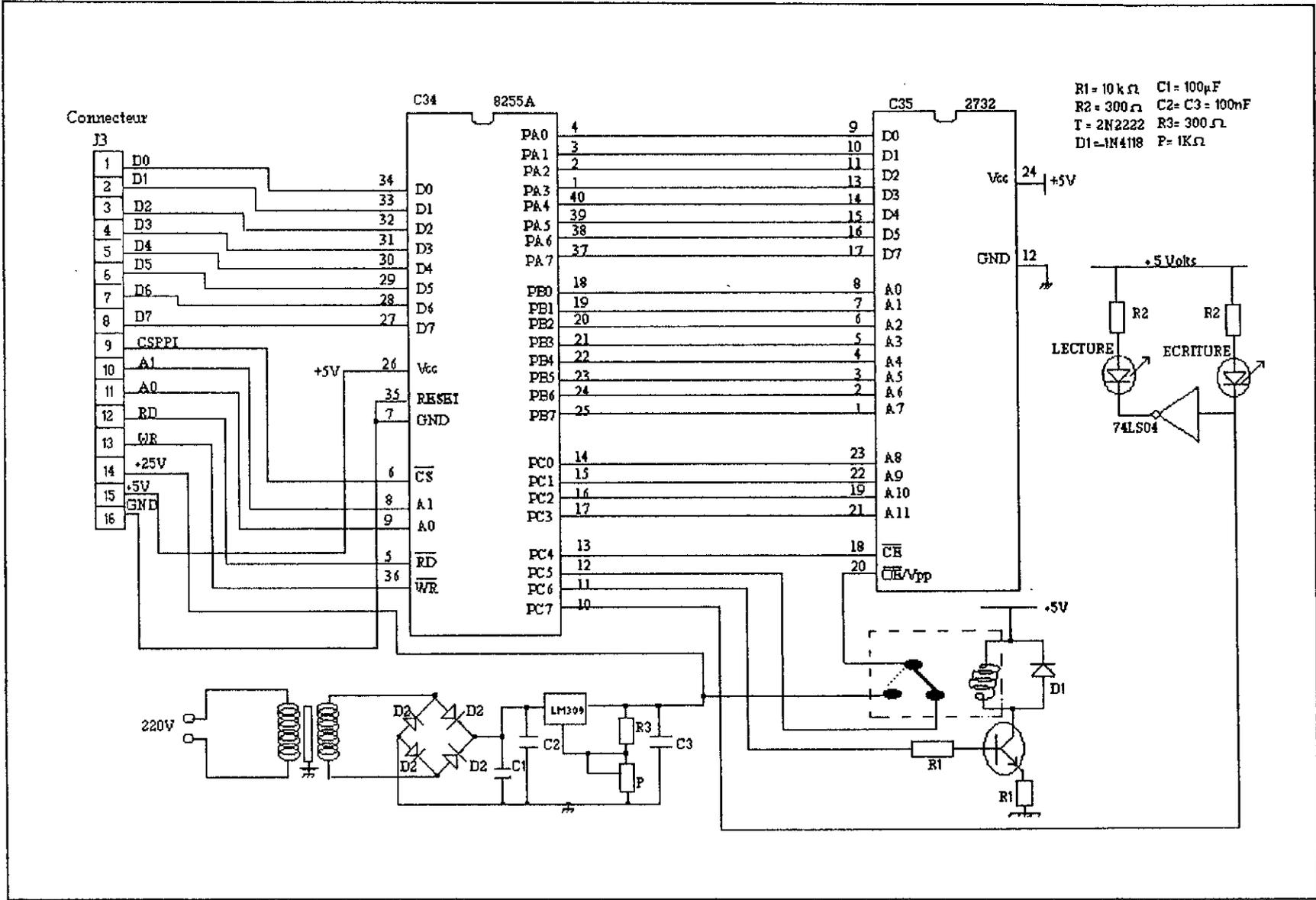


fig. (3.33) : Circuit programmeur d'EPROM.

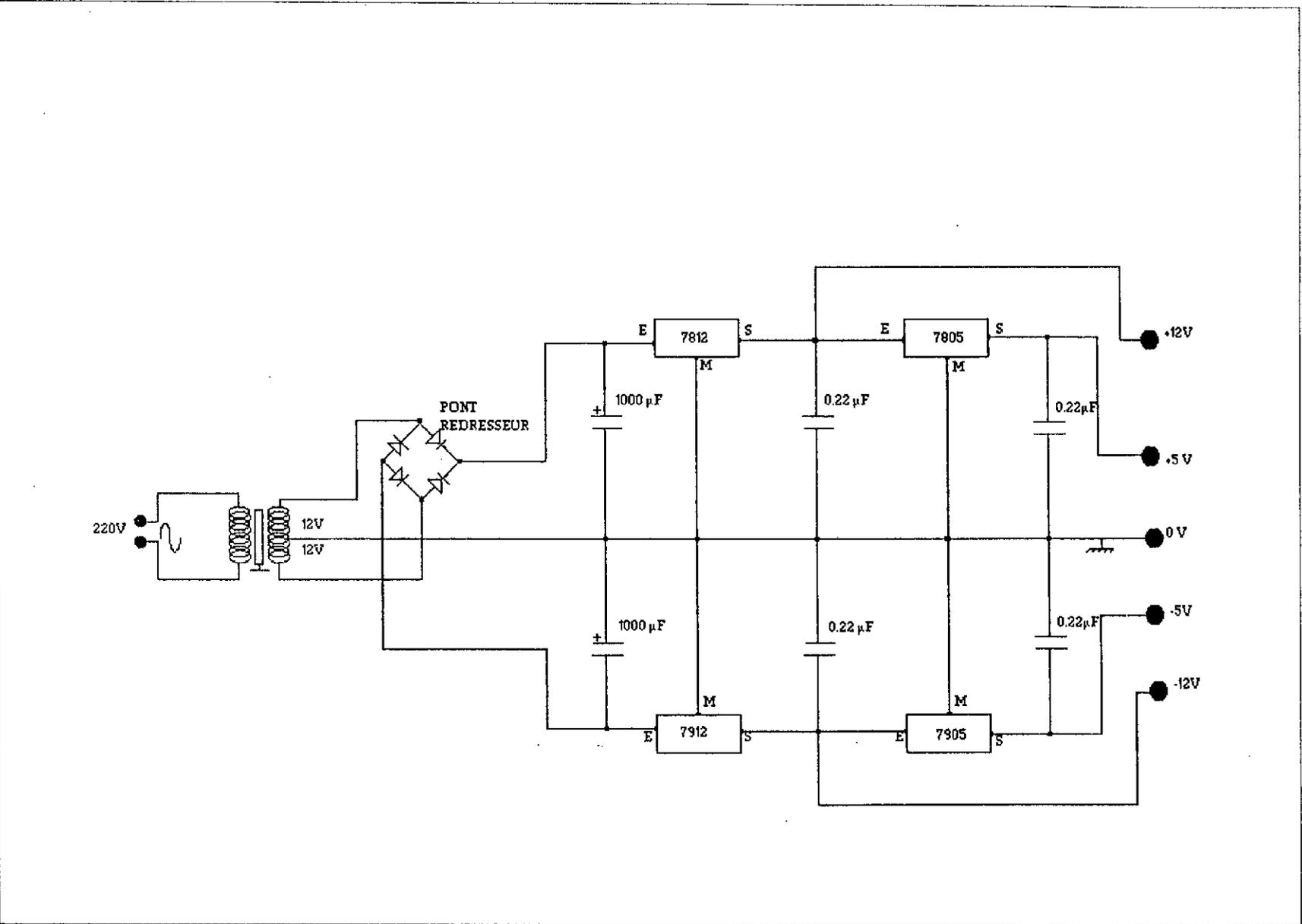


fig. (3.37) : Circuit d'alimentation.

Le circuit de mémorisation de données sur EPROM est réalisé sur un module séparé. Il est connecté à la station d'acquisition lorsque cette dernière est exploitée en mode isolé. La tension + 25 volts nécessaire à la programmation des données est fournie par une alimentation utilisant un transformateur 2×15 volts et un régulateur intégré le LM309 (fig. 3.33). Cette tension peut être fournie par un circuit externe lorsqu'elle est disponible (entrée 14).

Les tensions nécessaires au fonctionnement de la station d'acquisition sont fournies par le circuit d'alimentation illustré par la figure (3.37).

8. ORGANISATION LOGICIELLE DE LA STATION

Pour la gestion interne des stations, deux configurations sont prévues. La configuration en mode réseau et la configuration en mode isolé. Chacune de ces deux configurations exige un certain ordonnancement des fonctions assurées par la station.

Les programmes qui assurent ces fonctions sont classées d'après leurs fonctions à savoir les programmes de traitement de routines d'interruptions, les programmes de traitements de données, le programme d'initialisation et le programme principal.

8.1 Organisation logicielle en mode réseau

8.1.1 Programme principal

Le programme principal permet au microprocesseur de lire continuellement le buffer d'entrée des commandes, et détecte si une commande manuelle externe de la part de l'opérateur à lieu et exécute par conséquent ou non le programme correspondant. Ce programme est illustré par l'organigramme de la figure (3.38).

8.1.2 Programmes de traitement de données

Les programmes de traitement regroupent le programme d'acquisition de données, le programme de test de vraisemblance, calcul de maximum et de minimum.

- **Acquisition de données**

Le microprocesseur est interrompu 1 fois par seconde pour la lecture des paramètres dont les fluctuations sont inférieures à 2 secondes. Et toutes les 64 secondes pour les paramètres dont les fluctuations sont inférieures à 5 minutes. L'organigramme illustrant le processus d'acquisition est donné par la figure (3.39).

- **Test de vraisemblance**

Le principe de test de vraisemblance consiste à définir pour chaque paramètre d'entrée une fourchette de valeurs vraisemblables. Chaque valeur lue est comparée à un minimum et à un maximum prédéfinis qui constituent les limites vraisemblables. Chaque fois que le microprocesseur détecte une valeur invraisemblable, il la considère comme du bruit et n'en tient pas compte. Si la même valeur se répète un certain nombre de fois, le microprocesseur considère qu'il y a un problème soit au niveau du capteur, soit au niveau de la liaison capteur station et déclenche par conséquent une alarme pour signaler ce fait (figure 3.39).

- **Calcul de maximum et de minimum**

Chaque fois que le microprocesseur lit une donnée, il la compare à la valeur maximale et minimale déjà enregistrée. Si c'est un nouveau maximum ou minimum il le mémorise en tant que tel, et en tant que valeur instantanée. Sinon, il la mémorise seulement comme valeur instantanée (figure 3.39).

8.1.3 Programmes de traitement des interruptions

Deux interruptions matérielles sont utilisées NMI et IRQ. L'interruption NMI est utilisée pour l'acquisition de données. Par contre, l'interruption IRQ est utilisée par le contrôleur d'interruptions 8259A pour répondre à 8 demandes d'interruptions. Ces programmes sont illustrés par les figures (3.41) et (3.42).

1. IR0 : Communication directe avec PC
2. IR1 : Communication par RADIO.
3. IR2 : Communication par voie téléphonique (modem).
4. IR3 : Commande conversion A/N.
5. IR4 : entrée ON/OFF.
6. IR5 : Compteur d'événements 1.
7. IR6 : Compteur d'événements 2.
8. IR7 : Compteur horloge.

8.1.4 Programme d'initialisation.

Les tâches effectuées par le microprocesseur pendant cette phase sont résumées par l'organigramme de la figure (3.40).

Les programmes d'affichage, de test et d'alarme permettent d'afficher, de tester et de mémoriser l'état de la station à tout moment. En effet, on peut afficher l'adresse de la station et les valeurs instantanées. Les programmes de test vérifient la fonctionnalité de la RAM et des capteurs. L'état d'alarme détecté après un test de vraisemblance est mémorisé et envoyé à la centrale avec la première transmission de données, ou stocké sur EPROM à la fin de sa programmation.

8.2 Organisation logicielle en mode isolé.

En mode isolé, la station a pour tâche principale l'acquisition et la mémorisation des données sur EPROM, et ce, pour une durée de 30 jours. Le programme principal reste le même que celui utilisé pour le mode réseau. Le programme d'acquisition de donnée reste globalement le même, tout ce qui change c'est la fréquence d'acquisition des mesures qui va diminuer, le nombre de paramètres acquis va aussi diminuer. Ceci est dû au fait qu'on est limité en espace mémoire.

Cinq paramètres sont acquis à raison de huit fois par 24 heures. Pour chaque paramètre on mémorise la valeur instantanée, la valeur maximale et la valeur minimale. Chaque EPROM programmée doit contenir l'adresse de la station (au début) et les états d'alarme.

Les organigrammes qui illustrent les modes programmation et lecture de l'EPROM sont donnés par les figures (3.43), et (3.44).

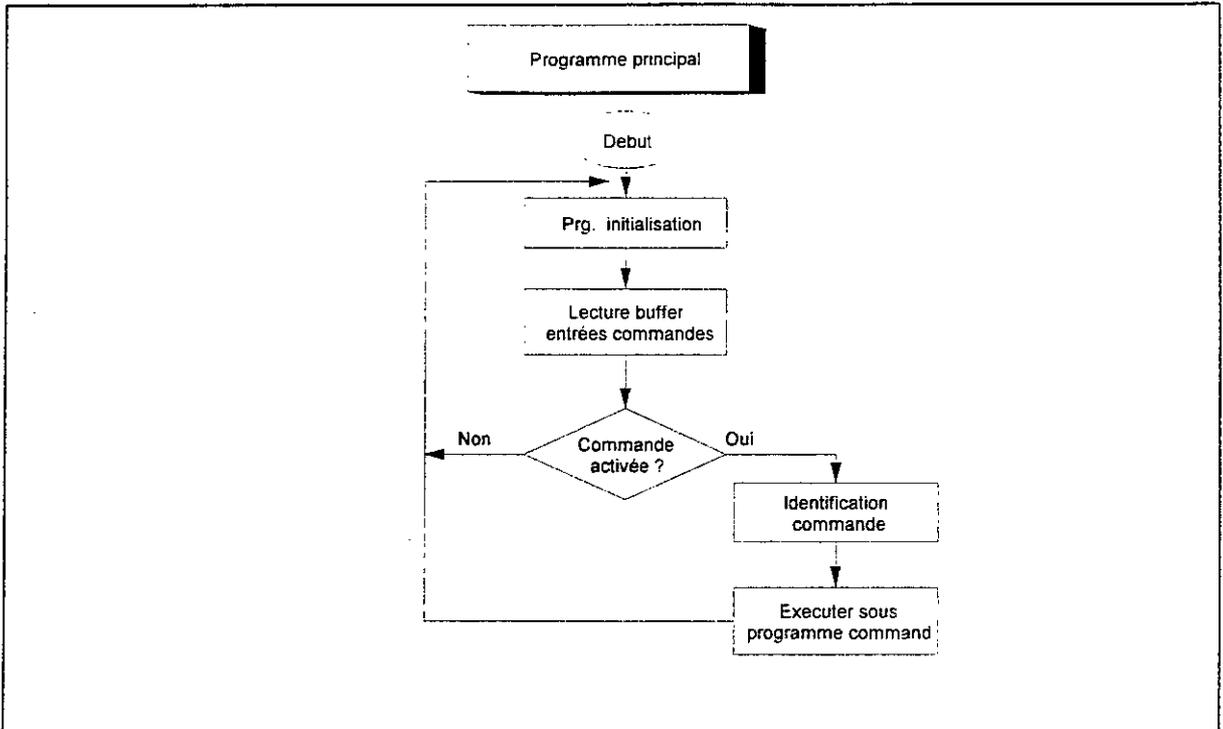


fig. (3.38-a) : organigramme principal.

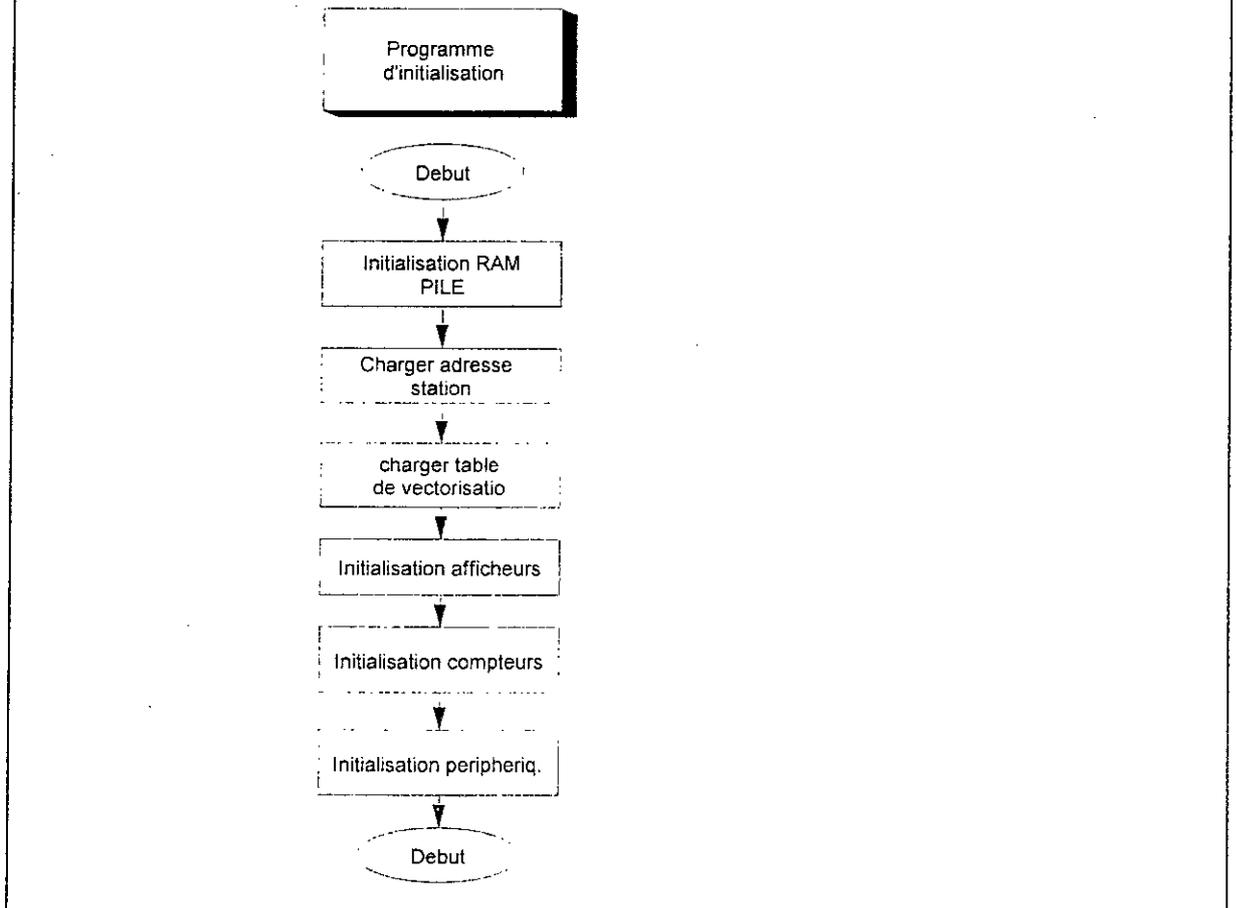


fig. (3.40) : Organigramme d'initialisation.

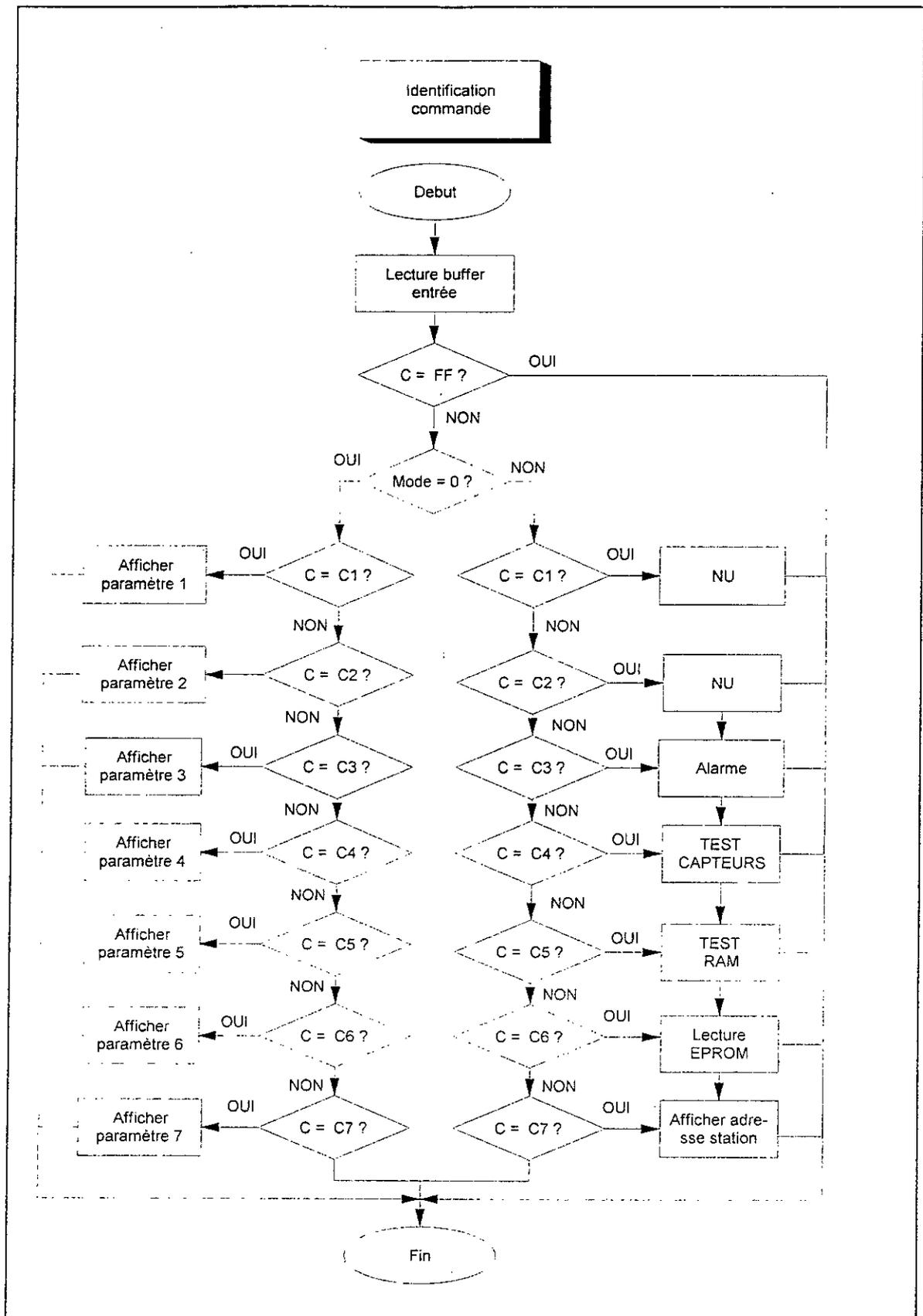


fig. (3.38- b) : Identifications des touches de commandes.

CS

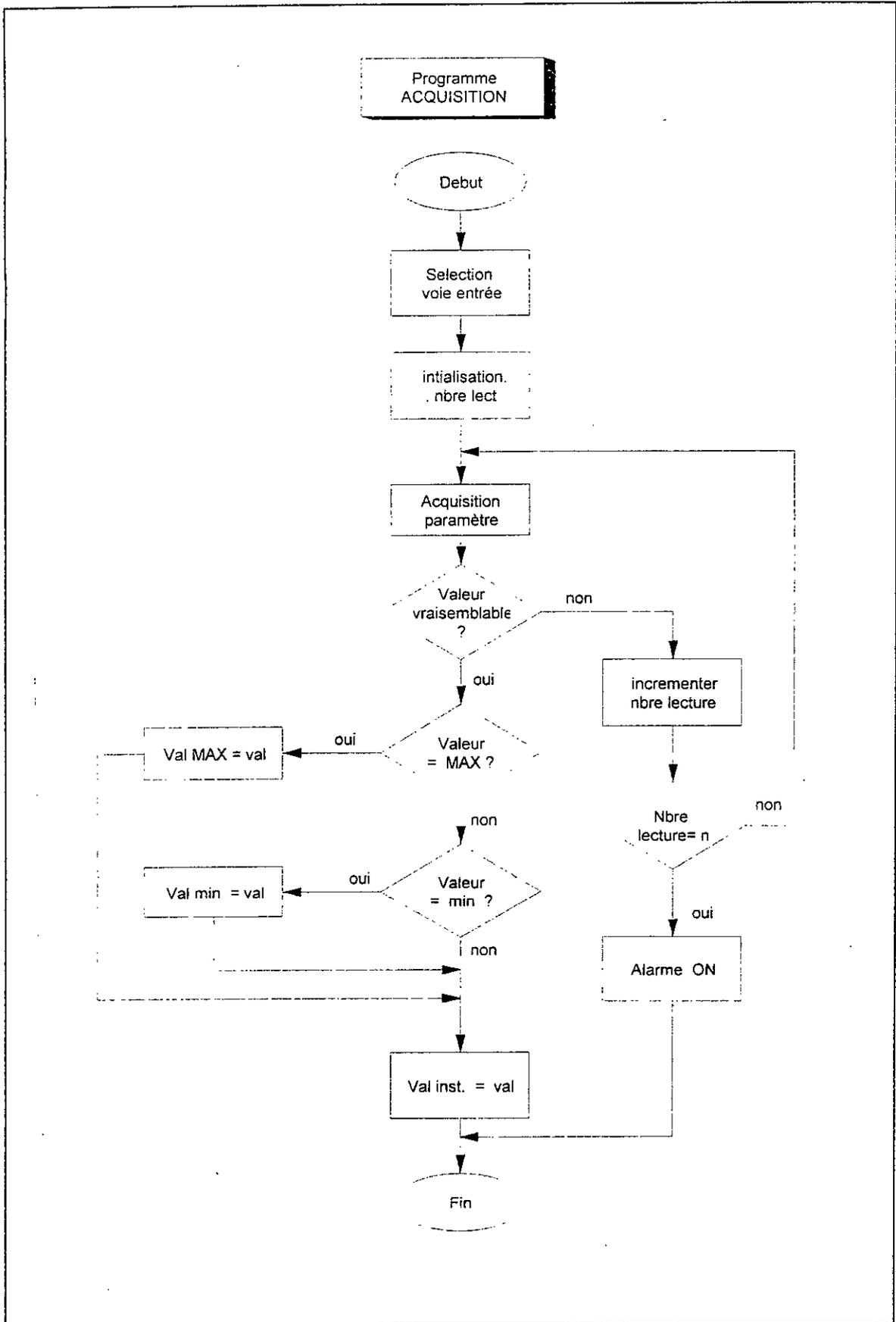


fig. (3.39) : Acquisition et traitements de donnée

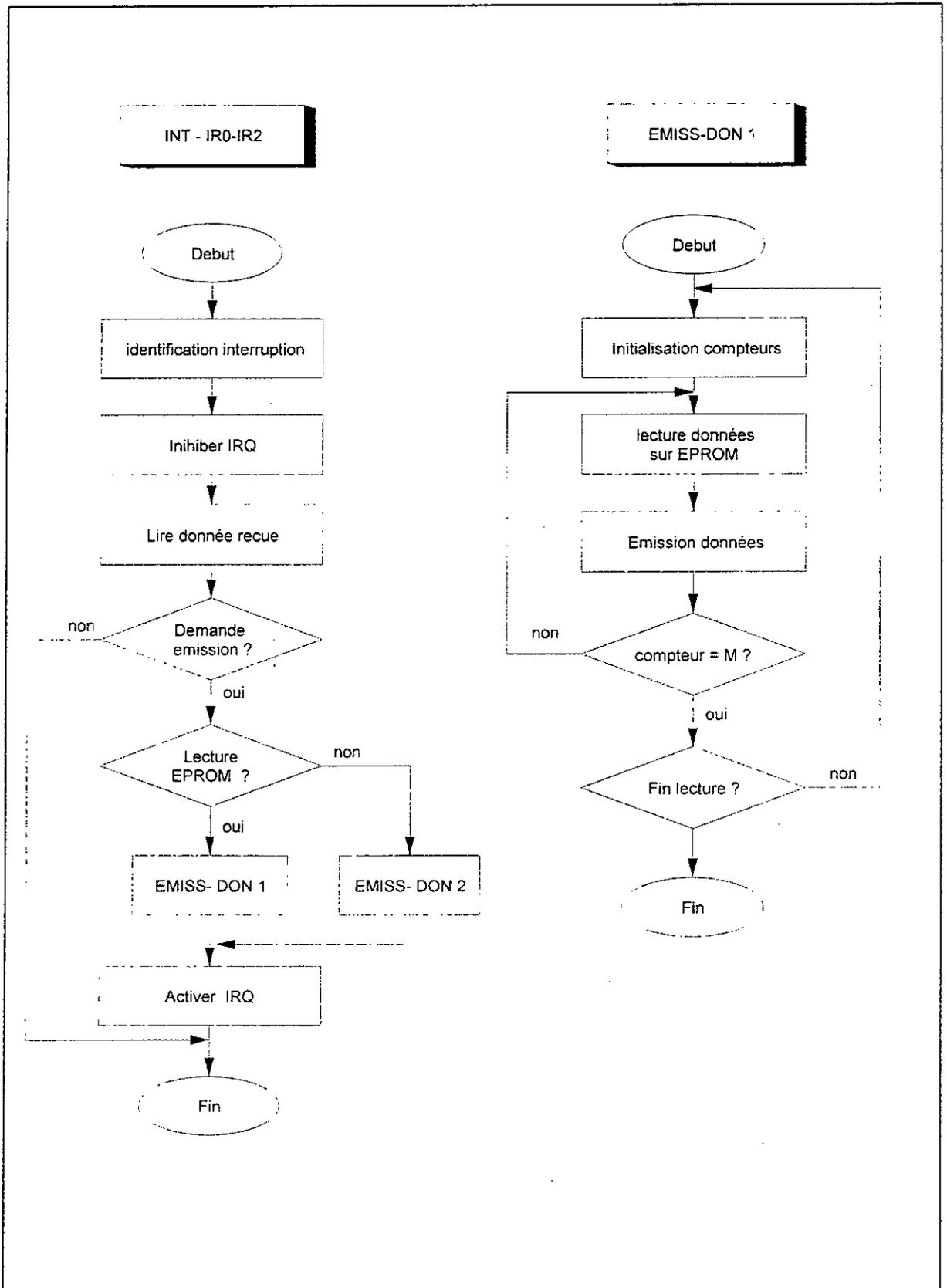


fig. (3.41) : Traitement des interruptions IR0-IR1.

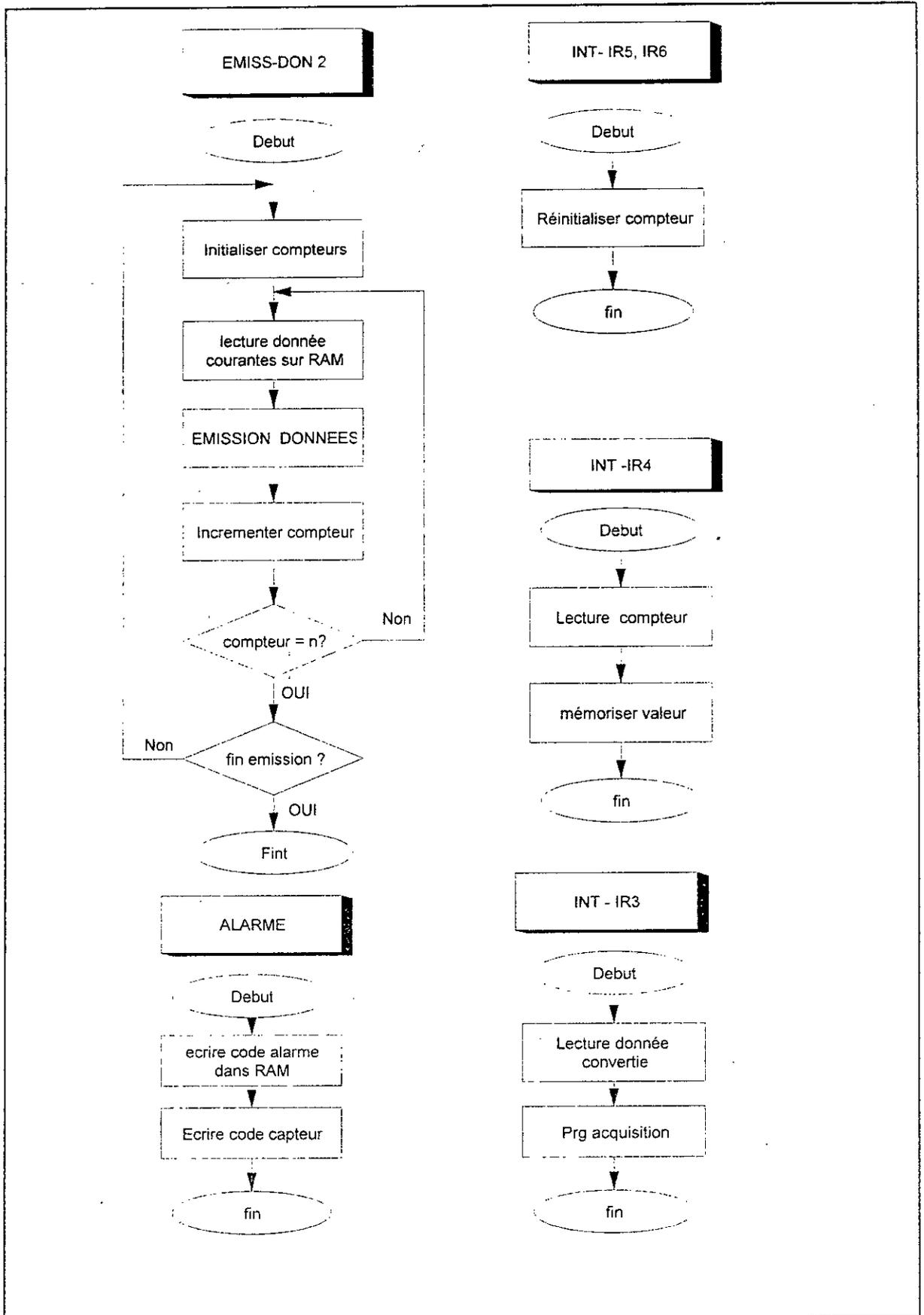


fig. (3.42) : Traitement des interruptions IR3- IR4-IR5.

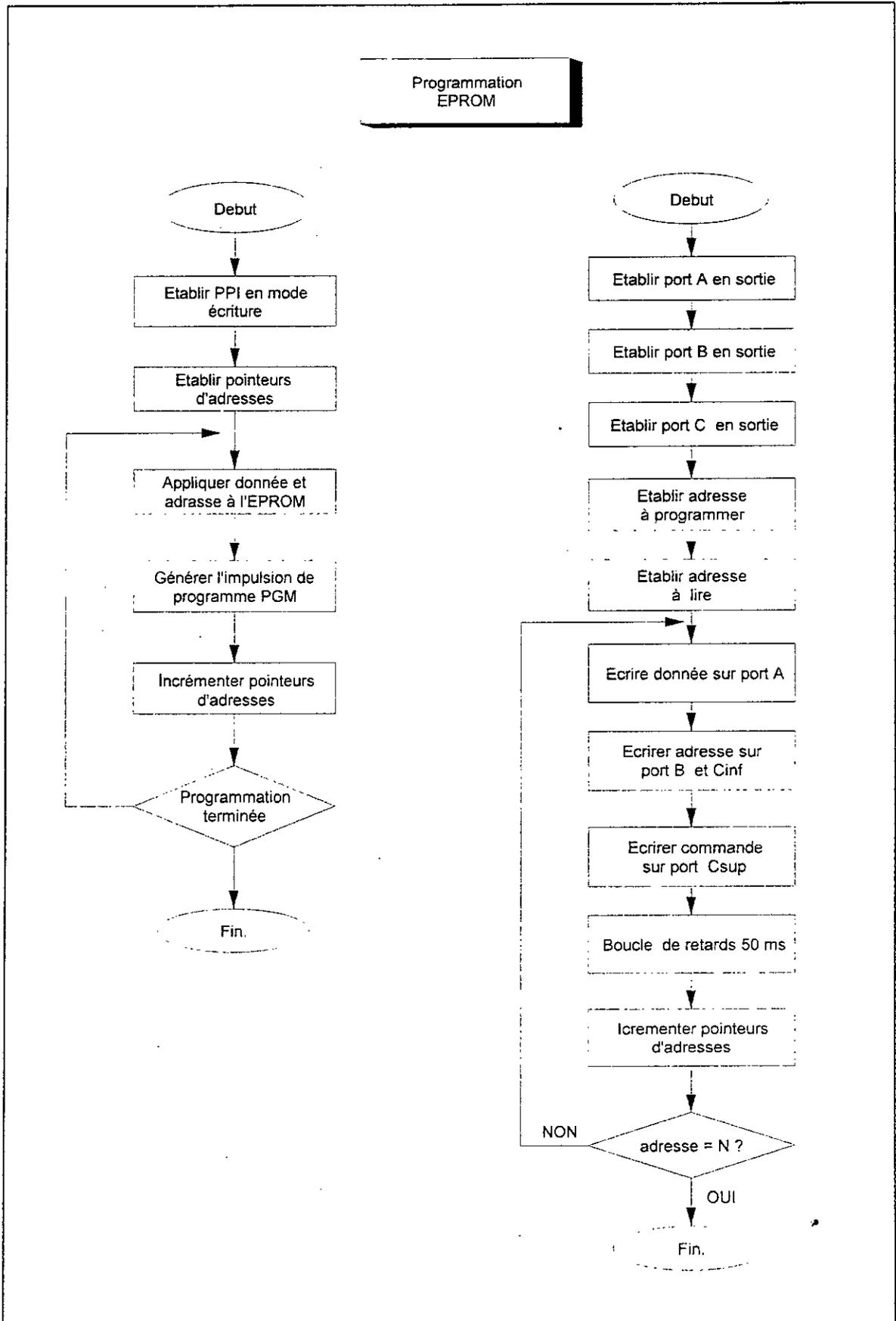


fig. (3.43) : Programmation d'EPROM.

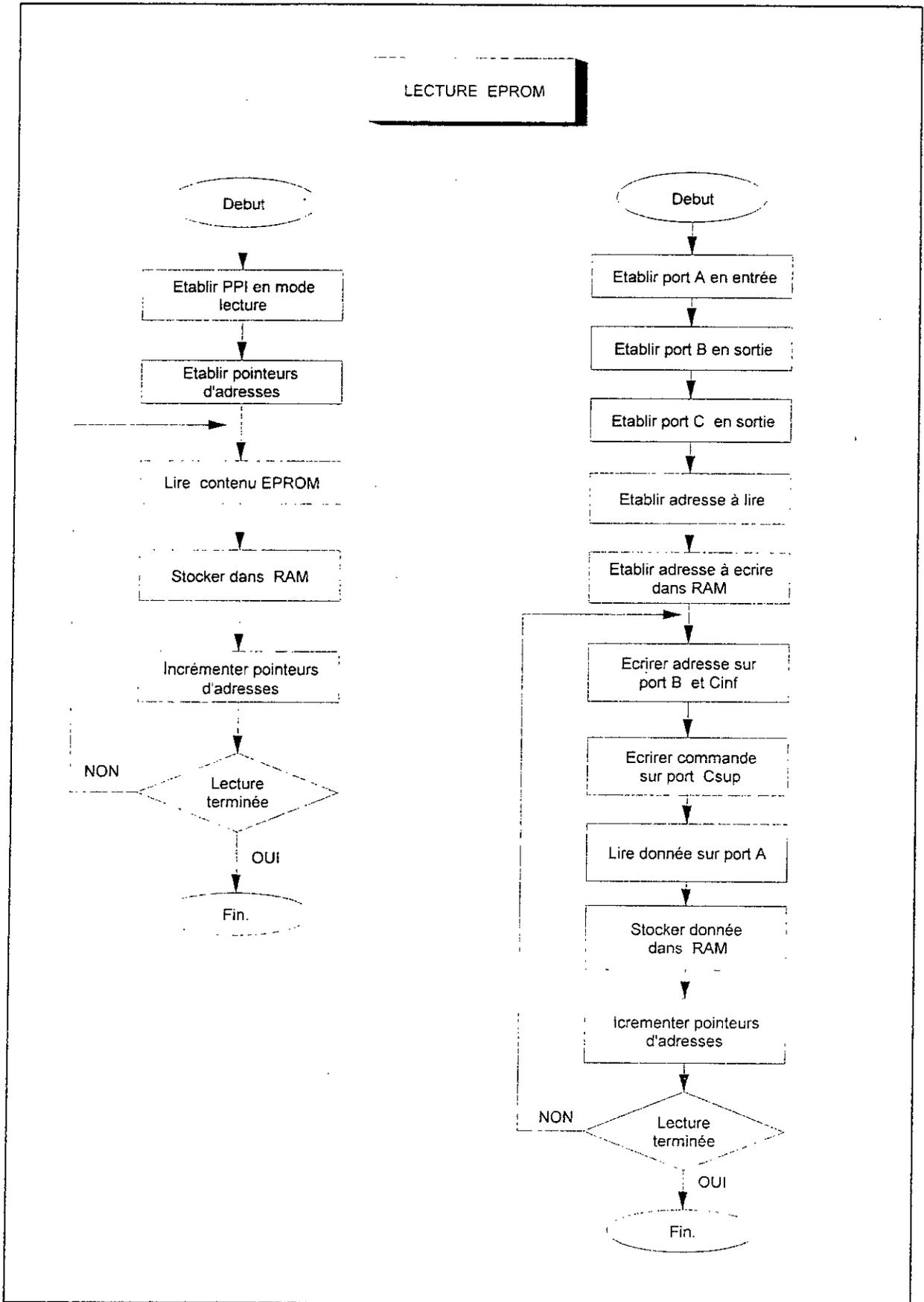


fig (3.44) : Lecture d'EPROM.

CHAPITRE IV

*"Les méthodes sont une chose merveilleuse,
mais du point de vue du technicien,
la théorie la plus élégante jamais conçue est totalement inutile
si elle ne nous aide pas à construire des systèmes pour le monde réel".*

Grady Booch.

CHAPITRE IV

CONCEPTION D'UN SYSTÈME DE COLLECTE D'INFORMATIONS EN CLIMATOLOGIE

Dans ce chapitre, nous présentons dans un premier temps, le service de collecte d'informations climatologiques de l'Algérie, offert par l'Agence Nationale des Ressources en Hydraulique (ANRH). Puis, dans un deuxième temps, nous donnons une synthèse du service actuel et ses insuffisances. Enfin, nous donnons les solutions proposées et la conception du nouveau système.

1. INTRODUCTION

L'influence du climat sur la vie de l'être humain est infinie, c'est pourquoi il l'a observé, étudié, et quantifié pour mieux le connaître. Son désir de le commander l'a incité à rechercher les moyens d'en modifier certaines caractéristiques pour obtenir en espace clos des atmosphères conforme aux conditions de bien être de l'homme, de bon développement pour les animaux et les végétaux, ainsi qu'une bonne conservation pour des produits ou des matériaux.

En Algérie, l'observation du climat date du début de la colonisation, les premières mesures ont été effectuées par les responsables de pépinières et directeurs de ports.

- En 1830 l'Algérie comptait 30 stations d'observations ;
- En 1873 naquit le service météorologique Algérien ;
- En 1908 l'Algérie comptait 83 stations ;
- En 1942 création du service des études scientifiques (S.E.S) ;
- En 1972 création de l'Institut National des Ressources Hydrauliques, et vu de son importance pour le développement de l'Hydraulique dans le pays, il bénéficia alors du statut d'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (ANRH) qui est un établissement à caractère administratif et à vocation scientifique et technique " Art.1 du décret n°81-167 du 25 Juillet 1981, modifié et complété par le décret n°87-129 du 19 Mai 1987 ".

2. PRÉSENTATION DE L'ANRH

L'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques a pour mission principale de mettre en application en conformité avec les objectifs du plan national de développement, et dans les conditions fixées par l'autorité de tutelle ; les programmes d'inventaire des ressources en eaux et en sols du pays.

L'Agence établit et tient à jour les données nécessaires à l'élaboration des plans et des programmes de mobilisation, d'utilisation et de conservation des ressources en eau.

3. ORGANISATION DE L'ANRH

L'ANRH est organisée en six départements centraux et quatre antennes régionales auxquelles sont rattachées 26 secteurs. L'ANRH compte environ 572 stations au 31 Décembre 1992 avec 1000 observateurs .

1- Antenne régionale centre avec siège à Blida, et comprend les secteurs suivants: Alger, Koléa, El khemis, Chlef, Médea, Djelfa, Aflou, Sour el gozlane, Bordj- Bou- arreridj, Tizi ousou, Beni Slimane.

2- Antenne régionale Est avec siège à Constantine, et comprend les secteurs suivants: Constantine, Biskra, Batna, Annaba, Djijel, Tébessa.

3- Antenne régionale Ouest avec siège à Oran, et comprend les secteurs de Oran, Relizane, Tiaret, Tlemcen, Saida, El biad sidi cheikh, Bechar.

4- Antenne régionale Sud avec siège à Ouargla et comprend les secteurs de Ghardaia et Magharia.

3.1 Missions d'une antenne régionale

Les missions d'une antenne régionale sont :

- l'installation, l'exploitation et l'entretien du réseaux hydro-climatologique ;
- la collecte, le dépouillement et la vérification des données hydroclimatologiques ;
- la gestion du réseau de surveillance des eaux ;
- la réalisation des études agro-pédologiques et hydro-climatologiques.

3.2 Missions d'un secteur

Le secteur est l'organisme intermédiaire entre les stations d'observations et l'antenne ; il a pour mission :

- procéder à la collecte, au contrôle, et au dépouillement des données hydro-climatologiques ;
- l'approvisionnement et le contrôle régulier des moyens de mesure et d'observations ;
- l'analyse des eaux et des sols ;
- la transmission des données à l'antenne.

3.3 Mission du service de climatologie

Le service de climatologie comprend deux sections :

1°) La section réseau climatologique et gestion des données, elle a pour mission :

- le suivi de la mise en place du réseau de collecte de données climatologiques à travers tout le territoire national ;
- la gestion des opérations d'équipement de ce réseau ;
- la gestion des fichiers climatologiques ;
- l'élaboration de la partie climatologique de l'annuaire ;
- l'élaboration et la diffusion du bulletin pluviométrique mensuel.

2°) La section d'études climatologiques ; elle a pour mission :

- la réalisation des différentes études climatologiques générales et particulières ;
- élaboration des cartes pluviométriques à différentes échelles et différents pas de temps ;
- élaboration de l'étude générale intensité - durée et fréquence.

4. CLIENTS DU SERVICE CLIMATOLOGIE

Plusieurs catégories de clients s'adressent à l'ANRH, à savoir, les planificateurs, les aménagistes, les agriculteurs privés, les chercheurs, les biologistes, les médecins, les économistes, les sociologues et les ministères. Par exemple, dans le domaine de l'aménagement du territoire, pour assurer la sécurité des constructions, il faut évaluer les charges climatiques (pluie, vent, neige). Les demandes des clients sont de deux sortes : demandes de données climatologiques sur une certaine période, ou bien des demandes d'études climatologiques (étude générale ou études spécifiques).

Étude climatologique :

Une étude climatologique est basée sur l'exploitation des séries de données relatives à une région donnée (à étudier). Ces données sont recueillies pendant des périodes plus ou moins longues, continues ou discontinues.

Les méthodes de traitement de données (séries d'une variable climatique) exigent une homogénéité des composantes de celles-ci. En réalité les séries de données archivées sont souvent douteuses et le chargé d'études est obligé de procéder à une homogénéisation de la série douteuse par une consultation des fichiers historiques (recherche des informations qualitatives) ou par troncature.

Les séries peuvent présenter des lacunes qui peuvent être de plusieurs années, dues au fait que certaines stations sont observées plus que d'autres, ou que certaines stations sont tronquées d'une partie de leurs données lors d'une opération homogénéisation.

5. POSITION DU PROBLÈME

L'ANRH dispose d'un réseau de stations d'observations climatiques qui s'étend sur tout le territoire national. Les informations collectées sont indispensables au déroulement des études menées à l'agence et sont d'une importance capitale pour la réussite des projets de divers clients du service climatologique.

Cependant les chargés études au siège de l'agence sont confrontés au problème de non fiabilité de l'information (lacunes, données douteuses, longues périodes de non observation,...), absence de détails concernant l'opération de collecte (survenue de phénomènes météorologiques, changement de l'observateur ou de l'appareil de mesure ,...) et sont surtout confrontés au problème de retard dans l'arrivée des documents contenant les relevés climatologiques (délais de restitution de l'information très long); ce qui les amènes fréquemment à avoir recours à des moyens informels pour acquérir ces informations ou ces documents.

Les responsables d'études considèrent que ces problèmes sont dues essentiellement à un manque de rigueur et de méthodologie dans les opérations de collecte et de contrôle adoptées au niveau des stations, des secteurs et des antennes de l'ANRH ; et proposent par conséquent de revoir les procédures de travail, et qu'une décentralisation du traitement de l'information est désormais nécessaire.

6. SYNTHÈSE DU SERVICE DE COLLECTE EXISTANT A L'ANRH

6.1 Processus de collecte de données climatologiques

Le relevé des différents paramètres climatologiques est effectué par des observateurs au niveau des stations d'observations; le nombre de paramètres relevé dépend du type d'installation. Aussi, distingue-t-on trois types de stations :

6.1.1 Station climatologique complète

Dans ce type de station, on observe tous les paramètres climatiques : pluie, température, vent, pression, humidité, évaporation et insolation.

6.1.2 Postes pluviométriques

Ce sont des stations installées pour observer la pluviométrie. Ces stations sont équipées d'un pluviomètre accompagné d'un bac à évaporation, elles peuvent être équipées ou non d'un pluviographe.

6.1.3 Postes pluviographiques

Ce sont des stations installées pour observer la pluviographie. Ces stations sont équipées d'un pluviographe accompagné toujours d'un pluviomètre.

L'observateur procède au relevé des différents paramètres climatiques de façon journalière. La fréquence dépend du paramètre lui-même :

- 1 fois / jour pour l'observation des paramètres évaporation du bac et insolation ;
- 3 fois / jour (8h, 13h, 18h) pour la lecture de la vitesse du vent ;
- 2 fois / jour (8h, 18h) pour la mesure de la hauteur de pluie dans le seau du pluviomètre ;
- 3 fois / jour (des fois plus) pour les paramètres restants.

Remarque : Tous les paramètres relevés sont inscrits sur des documents d'observations (08 documents - support en papier -)

6.2 Procédure d'acheminement des informations collectées

Les données climatiques transmises par les observateurs sont dépouillées, complétées et contrôlées au niveau du secteur qui les transmettra aux antennes où elles vont subir une vérification avant d'être transmises au siège de l'ANRH. Au siège elles sont classées, contrôlées une troisième fois, puis archivées.

6.2.1 Circulation du flux d'informations

Les différentes étapes d'acheminement des informations sont illustrées par la figure (4.1).

- 1 : Transmission des documents contenant les relevés climatologiques.
- 2 : Demande de renseignement complémentaire concernant les relevés douteux.
- 3 : Remise des renseignements complémentaires (par écrit, par téléphone, verbalement).
- 4,5 : Envoi des relevés climatologiques.
- 6 : Diffusion des documents de relevés climatologiques.
- 7 : Envoi des documents pour saisie.
- 8 : Restitution des documents ainsi que les listings des données saisies.

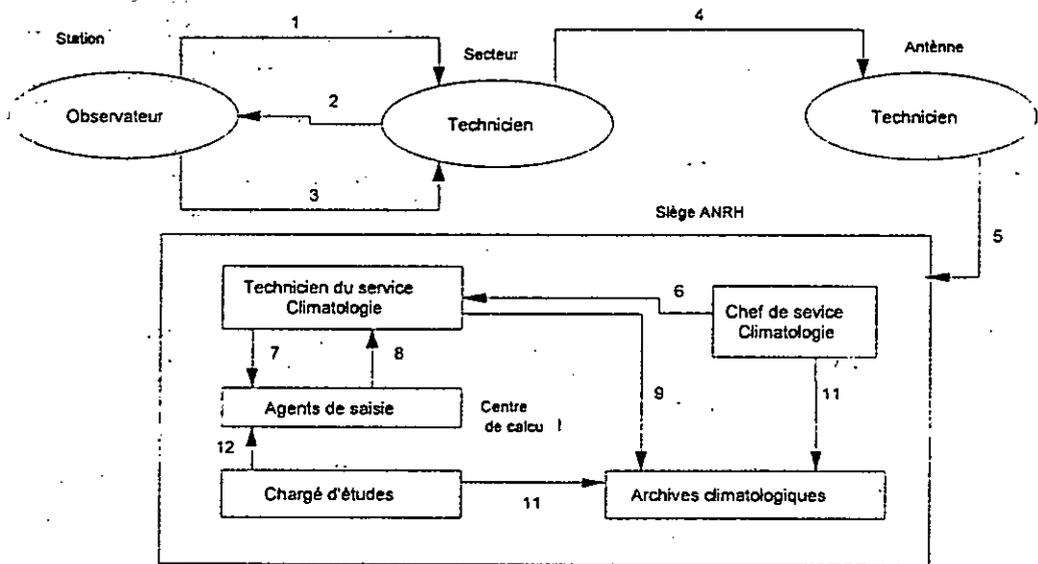


fig. (4.1) : Étapes d'acheminement des informations

- 9 : Envoie des données pour archivages.
- 10 : Recherche d'informations qualitatives dans les documents des relevés climatologiques.
- 11 : Récupération des données climatologiques sur documents, afin de les préparer pour le client.

6.2.2 Délais de restitution

La transmission des relevés climatologiques se fait à partir des stations vers les secteurs correspondants, puis vers l'antenne auquel elles sont rattachées, puis vers le siège. A chaque fois ces documents sont portés par messenger. Les limites de temps de réception des données par le siège peuvent être schématisées par la figure (4.2) :

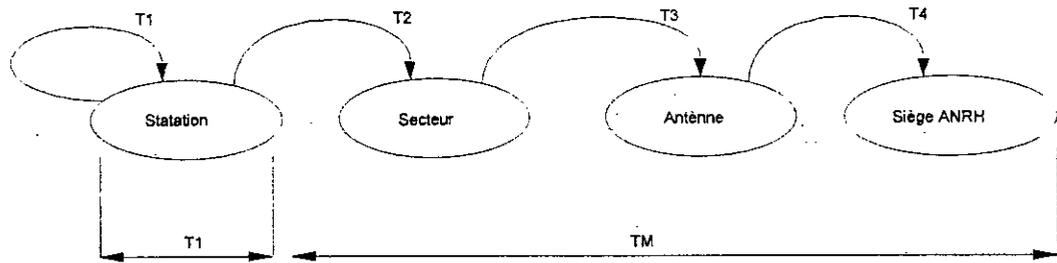


fig. (4.2) : Délais de restitution des informations.

T1: temps d'établissement des différents documents contenant les relevés climatologiques = 1 mois.

T2: temps de réception des données par les secteurs = 4 à 5 jours, temps de dépouillement = 2 à 3 jours.

T3: temps de réception des documents par les antennes = 4 à 5 jours, temps de dépouillement = 4 à 5 jours.

T4: temps de réception des documents par le siège = 5 à 6 jours, temps de dépouillement de 4 à 5 jours pour l'ensemble des stations.

Donc, le temps de réception des documents contenant les relevés climatologiques d'un mois est égal à « T_m », $T_m = T_2 + T_3 + T_4 = 13$ à 16 jours. Le temps de réception de documents contenant les relevés climatologiques journaliers est théoriquement égal à $T_j = T_m + T_1 = 44$ (47), 43 (46), 42 (47), 41 (44), jours selon que les mois sont de 31, 30, 29, 28.

6.3 Opérations de contrôle et de dépouillement

Ces opérations sont effectuées au niveau du secteur pour chacune des stations gérées par ce dernier. Elles se résument au :

- contrôle des données pluviométriques,
- vérification des pluies douteuses.

7. CRITIQUES ET SUGGESTIONS

D'après l'étude du service de climatologie existant, on déduit qu'on est en présence d'un service de collecte non organisé (voir chapitre I). Les insuffisances observées sont :

- 1- au niveau des procédures de collecte dans les stations d'observation ;
- 2- au niveau de l'acheminement de l'information climatologique ;
- 3- au niveau des procédures de traitement de l'information ;
- 4- au niveau de l'organisation générale.

7.1 Insuffisances relatives à la procédure de collecte

Il est constaté que:

1- La majorité des paramètres sont transcrit sur des supports papier, par des observateurs à partir d'enregistrements graphiques multipistes ou capteurs mécaniques ; or cette méthode possède plusieurs lacunes : limitation du nombre de paramètres pouvant être surveillés, long délai de dépouillement des mesures, imprécision des mesures et impossibilité de traitement automatique. Par exemple, la température est mesurée de trois façons à la station à l'aide des thermomètres maxima et minima à l'aide du psychromètre (température à sec) et à l'aide du thermographe ; il faut s'en tenir à la plus fiable à fin de déterminer les valeurs extrêmes de chaque journée de la semaine. De plus, la manipulation de supports papier n'est pas pratique, et peut engendrer une perte, ou une détérioration des documents.

2- Le manque de méthodologie de travail au niveau des stations d'observations. En effet, les observateurs procèdent différemment au relevé des mesures et des conditions de mesure. Ainsi, les séries de mesure peuvent présenter des erreurs fréquentes. Ces erreurs sont le plus souvent causées par :

- une panne d'un appareil de mesure ; par exemple, un pluviomètre qui présente une fuite, par conséquent la valeur mesurée sera erronée ;
- déplacement d'un appareil de mesure d'un site A vers un site B ;
- changement du type d'appareil de mesure. Ainsi, un appareil de type 1 peut avoir tendance à surestimer, ou sous estimer les grandeurs à mesurer par rapport à un appareil de type 2.

3- Succession d'observateurs à une station : Souvent, à la même station d'observation plusieurs observateurs plus ou moins qualifiés se succèdent au relevé des paramètres climatiques. Leurs façons de procéder diffère, d'où l'obtention de séries de mesures non homogènes. Par exemple l'un a tendance à arrondir les mesures Par défaut, l'autre a tendance à les arrondir par excès. Lorsqu'il y a de la neige, certains observateurs ne tiennent pas compte de l'eau de fusion dans le total pluviométrique journalier, tandis que d'autres l'y incluent sans pour autant le signaler.

4- Changement de l'environnement de la station, tel que, le changement d'altitude ou le déplacement d'une station.

7.2 Suggestions

En vue de garantir l'acquisition d'une information fiable et facile à traiter on propose :

- d'installer des stations de mesure automatiques au niveau des stations d'observation ;
- de changer les appareils de mesures actuels par des capteurs électroniques ;
- de limiter ou annuler l'intervention de l'observateur dans la station d'observation.

7.3 Insuffisances relatives à l'opération d'acheminement de l'information

Il est constaté que, les observateurs transmettent aux secteurs les relevés climatologiques sur documents (dossiers relevés, dossiers diagrammes). Ces documents sont contrôlés, dépouillés et complétés à chaque niveau.

Très souvent, ces documents comportent des ratures et sont parfois illisibles à cause des contrôles successifs et des éventuelles corrections. On constate aussi que le siège dépend entièrement des antennes dans le sens où il est mis en attente. Ainsi, il faut en moyenne normale 13 à 16 jours du mois (N) pour recevoir les relevés climatologiques du mois (N-1). En réalité, ce retard peut aller de quelques mois à une année entière. Ce retard est du essentiellement au fait que :

- à chaque niveau, il y a absence de désignation d'un corps s'occupant de récupérer à temps les données collectées par le niveau précédent ;
- absence de procédure rigoureuse et rapide pour le contrôle et le dépouillement des données.

7.4 Suggestions

Organiser le circuit d'acheminement des données climatologiques de telle sorte à permettre leur acquisition par chaque niveau dans des délais raisonnables ; pour cela on propose :

- d'installer au niveau de chaque secteur un système de télémessure permettant la collecte d'informations à partir de toutes les stations d'informations rattachées à ce secteur ;
- relier les différents secteurs à l'antenne régionale via un réseau de télécommunications ;
- Relier les antennes régionales au siège de l'ANRH, via un réseau de télécommunication.

7.5 Insuffisance relative aux procédures de traitement de l'information

Il a été constaté que:

- les procédures de dépouillement et de contrôle des données adoptées par les techniciens des secteurs et des antennes sont rudimentaires; et à part les données pluviométriques les autres données collectées ne sont vérifiées à aucun niveau ;
- les procédures de contrôle sont fastidieuses et répétées, ce qui fait augmenter les lacunes et les difficultés d'exploitation de ces données ; en particulier par les chargés d'études toujours en quête d'information fiable ;

- les procédures d'études sont freinées par un fastidieux va et vient du chargé d'étude entre son bureau et la salle des archives à la recherche d'informations qualitatives qui lui permettent d'homogénéiser et compléter les lacunes des séries douteuses.

7.6 Suggestions

- 1- Contrôler l'information dès la source, pour cela il faut élaborer des procédures complètes de contrôle de la totalité des données (contrôle de vraisemblance , Contrôle de compatibilité d'interdonnées) ; et ce au niveau de la station et du secteur.
- 2- Élaboration d'une base de données au niveau de chaque secteur et chaque antenne.
- 3- Installer un réseau local au niveau du siège.
- 4- Élaboration d'une base de données nationale au niveau du siège de l'ANRH.
- 5- Introduction d'un nouveau paramètre qui permettra de signaler tout incident ou tout changement survenant à la station. Ainsi, le chargé d'étude pourra consulter automatiquement, donc rapidement les informations factuelles.

7.7 Insuffisances relatives a l'organisation générale

Pour ces insuffisances on propose de réaliser un système d'information opérationnel au niveau du siège.

8. ARCHITECTURE DU NOUVEAU SYSTÈME DE COLLECTE

Toute étude climatologique est basée sur l'exploitation de séries de données recueillies pendant des périodes plus ou moins longues, continues ou discontinues. L'exactitude d'une étude dépend de l'exhaustivité et la fiabilité des informations collectées. Notre objectif est de rationaliser les flux d'informations depuis la naissance de la donnée climatique jusqu'à son exploitation et son archivage. Pour cela, on propose un nouveau système de collecte avec une nouvelle organisation qui permet de palier à toutes ces insuffisances et qui permet aux chargés d'études de disposer à tout moment d'une information fiable, pertinente, et sous toutes les formes souhaitée à fin d'améliorer la qualité des services rendus par le service de climatologie de l'ANRH.

8.1 Architecture du système de collecte

D'après l'analyse détaillé du service de collecte actuel et d'après l'étude des besoins internes et externes, apparaît la nécessité de mettre en place un système de collecte organisé avec une architecture semi-centralisée à trois niveaux (figure 4.4).

8.1.1 Au niveau du siège

Le système est organisé sous la forme d'un réseau en étoile bidirectionnel, qui permet de relier les quatre antennes régionales au siège de l'ANRH. Cette architecture est illustrée par la figure (4.3).

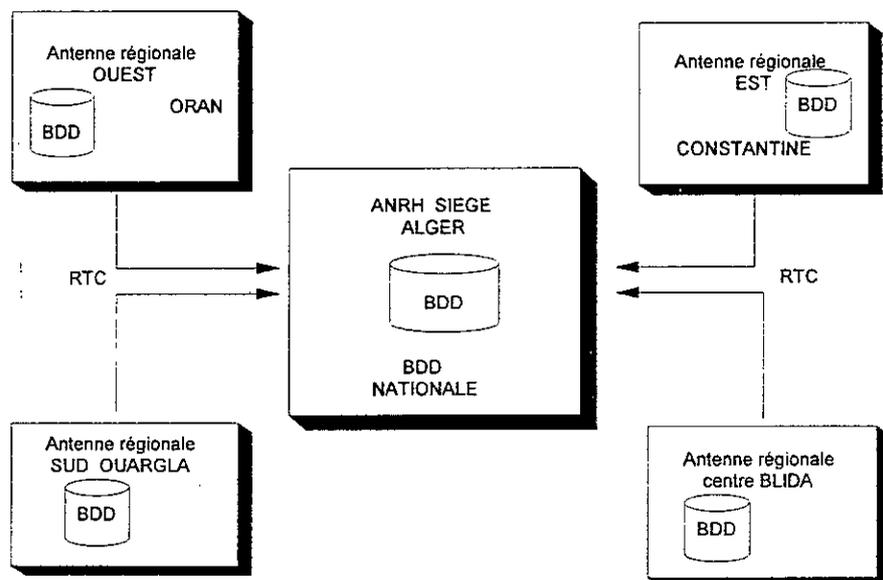


fig. (4.3) : organisation du nouveau système.

Au niveau du siège un réseau local constitué de PC pilotés par un système d'exploitation standard (Netware de Novell) doit être installé. L'architecture du réseau local la plus adaptée aux besoins du siège de l'ANRH est l'architecture arborescente. Cette architecture présente plusieurs avantages sur le plan organisationnel et technique, et permet une mise en place progressive. Au niveau du siège une base de données nationale sera installée. Elle collectera toutes les données climatiques régionales en provenance des quatre antennes. Les antennes auront un fonctionnement autonome. Chaque antenne sera dotée de moyens matériels et logiciels nécessaires pour réaliser cette fonction, et elle disposera à son niveau d'une base de données régionale qui regroupera toutes les données climatiques de la région. Ainsi, les clients pourront s'adresser directement à l'antenne pour leurs besoins en séries de données ou en études climatiques.

- **Choix du système de communication**

Le système de communication permet de relier les antennes régionales au siège, afin d'assurer la transmission des données, pour la mise à jour et/ou la consultation des bases de données régionales et centrale. Pour ce faire, trois solutions sont envisageables :

- **les LS** : les lignes spécialisés sont des liaisons permanentes établies entre deux points déterminés. Elles offrent le maximum de sécurité pour la transmission de données, mais sont d'un coût relativement élevé pour une exploitation intermittente.

- **le DZ-PAC** : le réseau de transmission de données par paquets DZ-PAC a été conçu en ALGÉRIE pour répondre aux exigences de la nouvelle ère téléinformatique. Il permet une exploitation rapide, efficace, et facile ; mais les coûts de raccordements et d'exploitation du réseau sont relativement élevés.

- **le RTC** : le réseau téléphonique commuté couvre pratiquement tout le territoire nationale. Il permet des coûts d'abonnement et d'exploitation raisonnables ; mais l'inconvénient majeur dans les liaisons RTC est la non disponibilité immédiate des liaisons.

Vu que le siège de l'ANRH ainsi que les antennes sont déjà abonnés au réseau RTC, vu que les communications ne sont en aucun cas urgentes, et vu que le RTC permet des liaisons sans infrastructure spécifique, ni coût additionnel ; la solution RTC est retenue. Il faut alors, équiper le siège et les antennes avec des modems pour permettre la transmission de données sur RTC. Toutes fois, un raccordement au réseau DZ-PAC est le meilleur choix, et reste possible une fois que les frais auront diminués.

8.1.2 Au niveau de l'antenne

L'ANRH dispose de quatre antennes régionales, 26 secteurs et 572 stations. Donc, chaque antenne va encadrer six secteurs pour assistance logistique est technique, et chaque secteur gèrera en moyenne 22 stations d'observations. A chaque antenne sera relié 6 secteurs via un système de communication dont l'architecture est identique à celle du système de communication utilisé pour relier les antennes au siège. Chaque secteur transmettra les données collectées à partir des stations et les transmettra à l'antenne régionale. Ces données permettront la mise à jour des bases de données régionales. Au niveau du secteur les données brutes sont collectées, converties, complétées, mémorisées et traitées pour former les bases de données locales. La figure (4.4) illustre cette organisation.

Les moyens matériels dont doit disposer l'antenne au minimum sont : un micro-ordinateur, un modem, et un logiciel de communications.

8.1.3 Au niveau du secteur

Au niveau de chaque secteur un système de télémesure STP1, constitué d'un réseau de 22 stations d'acquisitions - STP1- est installé. La centrale de collecte est située au niveau du secteur. La liaison entre la centrale et les stations se fait par lignes spécialisées (voie téléphonique).

Le système de communication télémesure est organisé sous la forme d'un réseau en étoile. Les liaisons entre les stations configurées en mode réseau sont exploitées en mode half duplex (figure 4.4). Dans les zones inhabitées (les services des PTT n'ont pas encore atteint), ou d'environnement hostile ; on prévoit d'installer des stations d'acquisition STP1 configurés en mode isolé. Au niveau de chaque secteur une base de données est élaborée. Cette base de données est du type relationnel, elle permet une meilleure gestion des opération d'acquisition, de traitement et d'élaboration des séries de données.

8.1.4 Au niveau de la station d'observation

Au niveau de chaque station d'observation est installée une station d'acquisition et de traitement automatique STP1. La majorité des paramètres climatiques sont prévus pour permettre l'utilisation de stations de collecte complètes.

8.1.4.1 Paramètres

Les paramètres acquis dans une station complète sont :

1. température de l'air,
2. température de l'air à 30 cm du sol ,
3. température de l'air à la surface du sol ,
4. température en sous sol à -20 cm ,
5. température en sous sol à -40 cm ,
6. température en sous sol à -60 cm ,
7. température en sous sol à -80 cm ,
8. vitesse du vent ,
9. direction du vent ,
10. pluviométrie ,
11. évaporation ,
12. insolation ,
13. humidité relative ,
14. humidité du feuillage ,
15. pression atmosphérique.

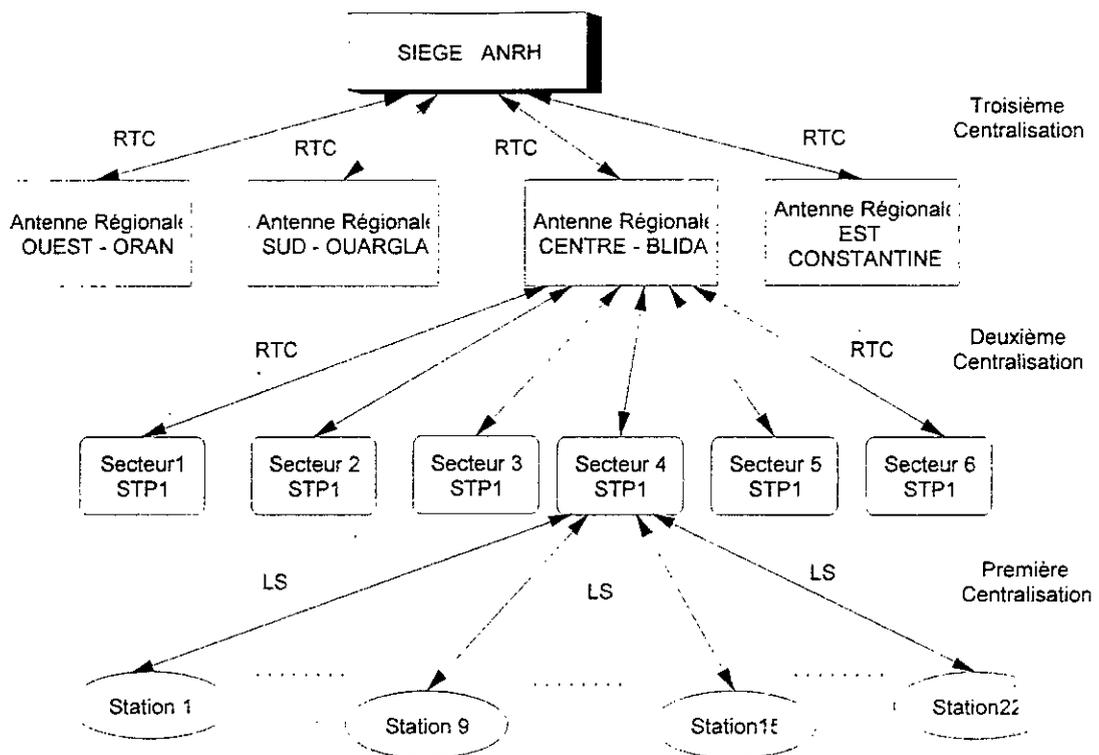


fig.(4.4) : Architecture du système de collecte.

8.1.4.2 Les capteurs utilisés

L'ANRH dispose de capteurs météorologiques de la série 7 de la société SIAP SISTEMI. La majorité de ces capteurs sont à sortie analogique, le courant de sortie est indépendant de la ligne et des variations de sa charge avec la température. La valeur de bas d'échelle des capteurs est différente de zéro. Ce qui permet de mettre en évidence une interruption de la ligne ou une panne du capteur. Les capteurs utilisés sont illustrés par la figure (4.5), leurs caractéristiques sont donnée en annexe C.

- **Capteur de température** (sortie analogique) :
 - TM 9720 : capteur de température de l'air par ventilation naturelle ;
 - TM 9756 : capteur de température à la surface du sol ;
 - TM 9755 : capteur de température à l'intérieur du sol.
- **Capteurs anémométrique** (sortie analogique) :
 - VT 9705 : capteur de mesure de la composante horizontale du vent ;
 - VT 9710 : capteur de mesure de la direction du vent.

- **Capteur de précipitations pluvieuses** (sortie impulsionnelle)
 - **UM 7515** : capteur de pluviométrie dont la capacité du réservoir étalonné est de 400 cm³. Une impulsion est délivrée à la sortie pour chaque 0.2 mm d'eau.

- **Capteur d'évaporation** (sortie analogique)
 - **EV 7700** : capteur constitué d'une cuve d'évaporation.

- **Capteur d'humidité** (sortie analogique, ON/OFF)
 - **UM 9730** : capteur d'humidité relative protégé ;
 - **UM 7315** : capteur d'humidité du feuillage.

- **Capteur d'insolation** (sortie ON/OFF)
 - **SO 1110** : capteur qui mesure la durée de présence solaire.

- **Capteur de pression atmosphérique** (sortie analogique)
 - **PA 5750** : mesure la pression atmosphérique reporté au niveau de la mer du lieu ou se trouve le capteur.

Avec ces paramètres acquis, de nouvelles informations qualitatives complémentaires doivent être collectées, à savoir : les phénomènes météorologiques les plus probables (tonnerre, grêle, neige, brouillard) et les événements survenus à la station d'observation (modification des capteurs, déplacement de la station, déplacement des appareils de mesure).

8.1.4.3 Fréquence d'acquisition

Les fréquences d'acquisition des mesures et les différents traitements qui doivent être effectués au niveau du secteur sont résumés au tableau (4.1). Au niveau du secteur sont effectuées les vérifications de paramètres douteux, les étapes de cette vérification sont montrées par l'organigramme de la figure (4.6) appliqué aux quantités de pluie ; et sont déterminés aussi les mesures dérivées :

- la température du point de rosée ;
- les tendances de températures ;
- la tendance de la pression atmosphérique ;
- l'abaissement de température du au vent.

PARAMÈTRE	FRÉQUENCE	TRAITEMENTS
Pluviométrie en mm	8 h	Pluviométrie journalière : $Q_j = Q_8 + Q_{18}$
	18 h	Pluviométrie mensuelle : $Q_M = \sum Q_j$
		Pluviométrie mensuelle à 8 Heures : $Q_M = \sum Q_8$ Pluviométrie mensuelle à 18 Heures : $Q_M = \sum Q_{18}$ Indiquer jour de pluie et jour sans pluie
Températures en °C	8 h	Moyenne quotidienne : T_{moy}
	13 h	Moyenne quotidienne plus basse : T_{QN}
	18 h	Moyenne quotidienne plus élevée : T_{QX} Moyenne mensuelle des minimums : $T_N = \sum T_{min}$ Moyenne mensuelle des maximums : $T_X = \sum T_{max}$ Calcul du minimum absolu + date Calcul du maximum absolu + date
Vitesse du vent en Km/h	8 h	Moyenne journalière : V_j
	13 h	Moyenne mensuelle : V_{moy}
	18 h	Moyenne mensuelle maximale : V_X Moyenne mensuelle minimale : V_N
Direction du vent en degrés	8 h	
	13 h	-- -- -- --
	18 h	
Insolation	13 h	Durée d'insolation avant 13 heures Durée d'insolation après 13 heures
Évaporation * en mm	8 h	Évaporation journalière : $EV_j = EV_8 + EV_{13} + EV_{18}$
	13 h	Évaporation mensuelle : $EV_M = \sum EV_j$
	18 h	
Humidité relative en %	8 h	
	13 h	-- -- -- --
	18 h	
Humidité du feuillage	8 h	
	13 h	-- -- -- --
	18 h	
Pression atmosph. En mbar	8 h	Moyenne journalière : P_j
	13 h	Moyenne mensuelle : P_{moy}
	18 h	Moyenne mensuelle maximale : P_X Moyenne mensuelle minimale : P_N

Tableau (4.1) : Fréquence d'acquisition des paramètres climatiques.

8.1.2.4 Interface des capteurs

Les entrées (sorties des capteurs) courant 4 - 20 mA sont converties en entrées tensions 0 - 5 volts grâce à des résistances 250Ω. Chaque entrée analogique est protégée des signaux parasites grâce à un circuit parallèle constitué d'une diode zener et d'une capacité avec un résistance en série (voir figure 4.7).

8.1.2.5 Calibrage

Pour convertir les données brutes acquises au niveau de la station, en données significatives on doit appliquer la règle suivante : valeur calibrée = valeur brute* MULT/ DIV + BASE. Les coefficients de calibrage MULT, DIV et BASE dépendent du capteur lui même.

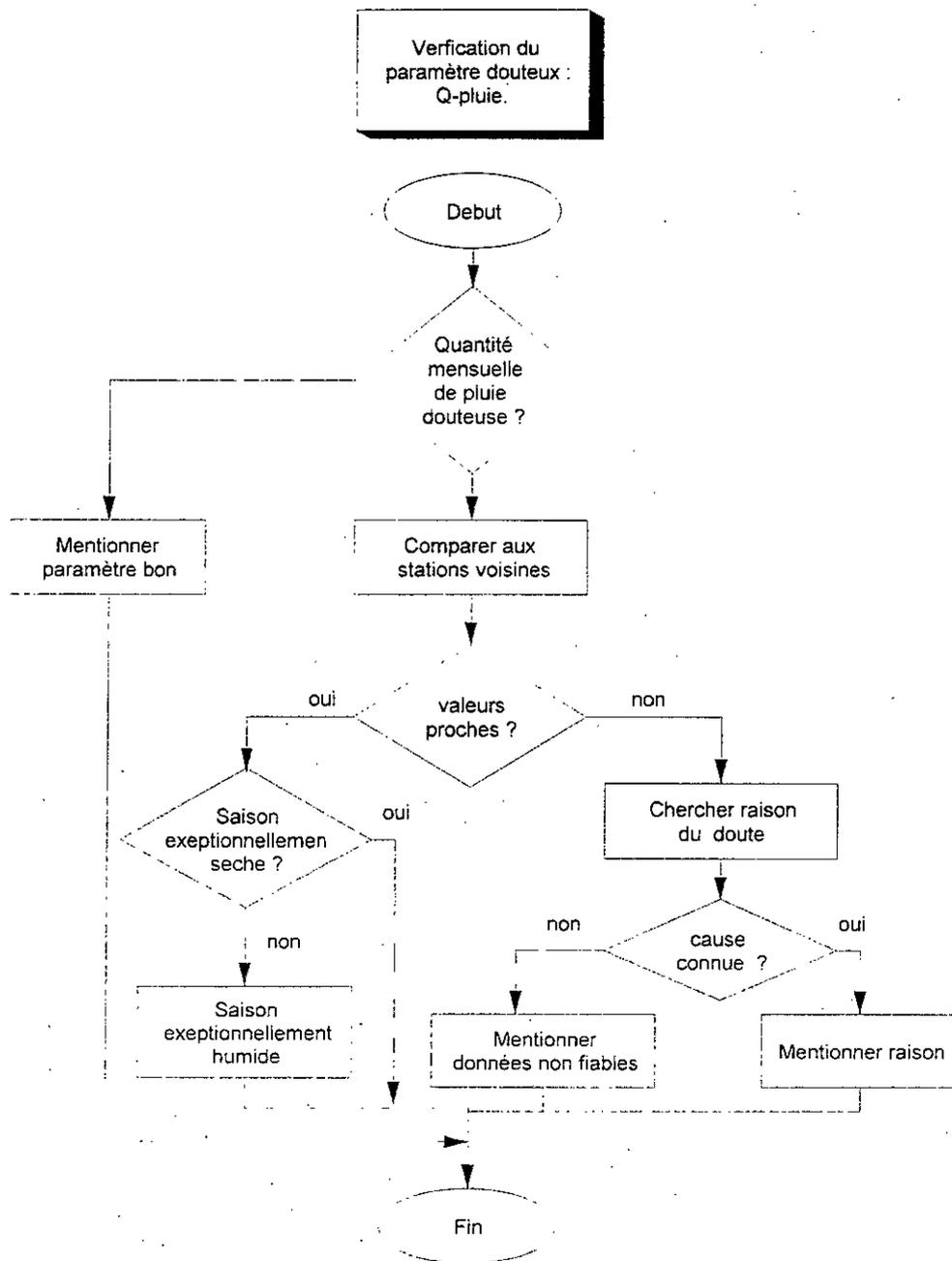


fig. (4.6) : Vérification de paramètres douteux.

8.2 Gestion du système de télémesure

La centrale de collecte située au niveau du secteur est chargée d'assurer la gestion des opérations de collecte, d'acquisition, de saisie, de traitement, de visualisation, d'impression, de stockage et de gestion des données.

8.2.1 Discussion

L'utilisateur du système de télémesure (opérateur non expert) doit pouvoir gérer la centrale de manière simple. Il ne doit pas s'occuper de savoir comment les données doivent être stockées, il ne doit pas non plus prendre part aux décisions concernant l'ordonnement des tâches et des traitements. Cependant, il doit manipuler au moins 20 fichiers par station ; ce qui donne 440 fichiers par secteur. Il doit également gérer au minimum 1000 enregistrements par jour, donc 30 000 enregistrements par mois. De plus, d'après l'analyse des besoins, plusieurs conditions doivent être satisfaites, principalement :

- l'information doit être persistante,
- les données doivent être partagées par plusieurs applications ,
- les structures d'informations mettent en jeu un grand nombre d'instances,
- il y a des recherches complexes dans la structure d'informations,
- on doit générer des rapports évolués à partir des informations stockées,
- on doit traiter des transactions avec l'utilisateur,
- on a besoin de l'historique pour le redémarrage du système,
- on doit stocker les données en des endroits aussi peu nombreux que possible vu la capacité limitée de la mémoire.

Partant de toutes ces considérations, le besoin d'un système d'informations supporté par une base de données s'impose déjà.

8.2.2 Logiciel CLIMAX

Le logiciel CLIMAX est le logiciel d'exploitation du système de télémesure (STP1). Il assure la gestion de 30 stations d'acquisition au maximum. Les données sont stockées dans une base de données relationnelle, qui assure simplicité et indépendance des données. Le schéma synoptique de la base de données est illustré par la figure (4.8). Le système CLIMAX permet :

- la gestion des transmissions avec les stations distantes,
- le traitement des informations,
- les éditions des paramètres sur écran et sur imprimante,

- l'archivage automatique des données,
- des éditions triées sur archives avec sélections opérateur multicritère,
- le programme de création et de modification de la base de données permet à l'utilisateur de paramétrer lui-même son application. L'accès est protégé par un mot de passe avec deux niveaux de sécurité,
- le logiciel CLIMAX peut être complété par des modules logiciels d'applications.

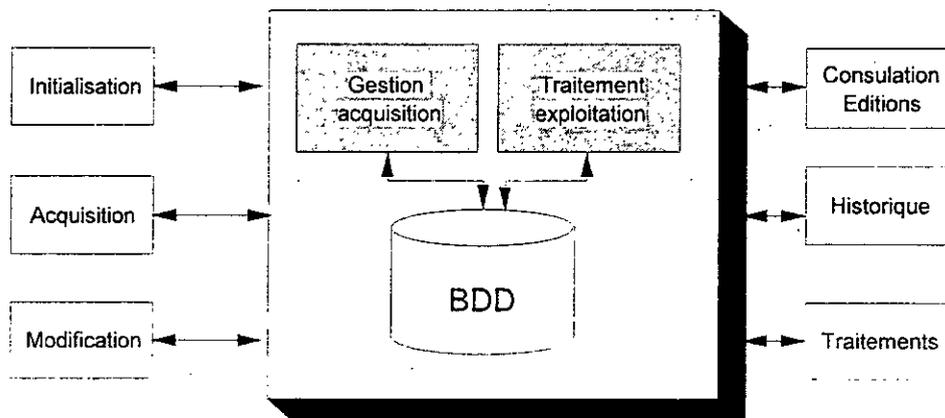


fig. (4.8) : Schéma synoptique de la base de donnée.

8.2.2 Interface Homme - Machine

L'interface Homme - Machine est conçue pour une aide permanente à l'opérateur au niveau du secteur, et qui lui permet d'accéder aux fonctionnalités de l'application. Elle est constituée d'une succession hiérarchique de menus à barres, permettant une acquisition contrôlée des informations afin de garantir la cohérence de la base de données. La présentation de l'écran est organisée pour fournir le maximum de moyens à l'opérateur. Ce dernier, peut :

- créer, modifier, supprimer des éléments de la base de données,
- ajouter/supprimer des stations d'observation,
- ajouter/supprimer des capteurs,
- afficher des valeurs existant dans la BDD,
- possibilité de faire des éditions et d'archiver des données triées (chronométrique, périodique).

Les étapes de conception et de réalisation du système CLIMAX sont données au chapitre cinq.

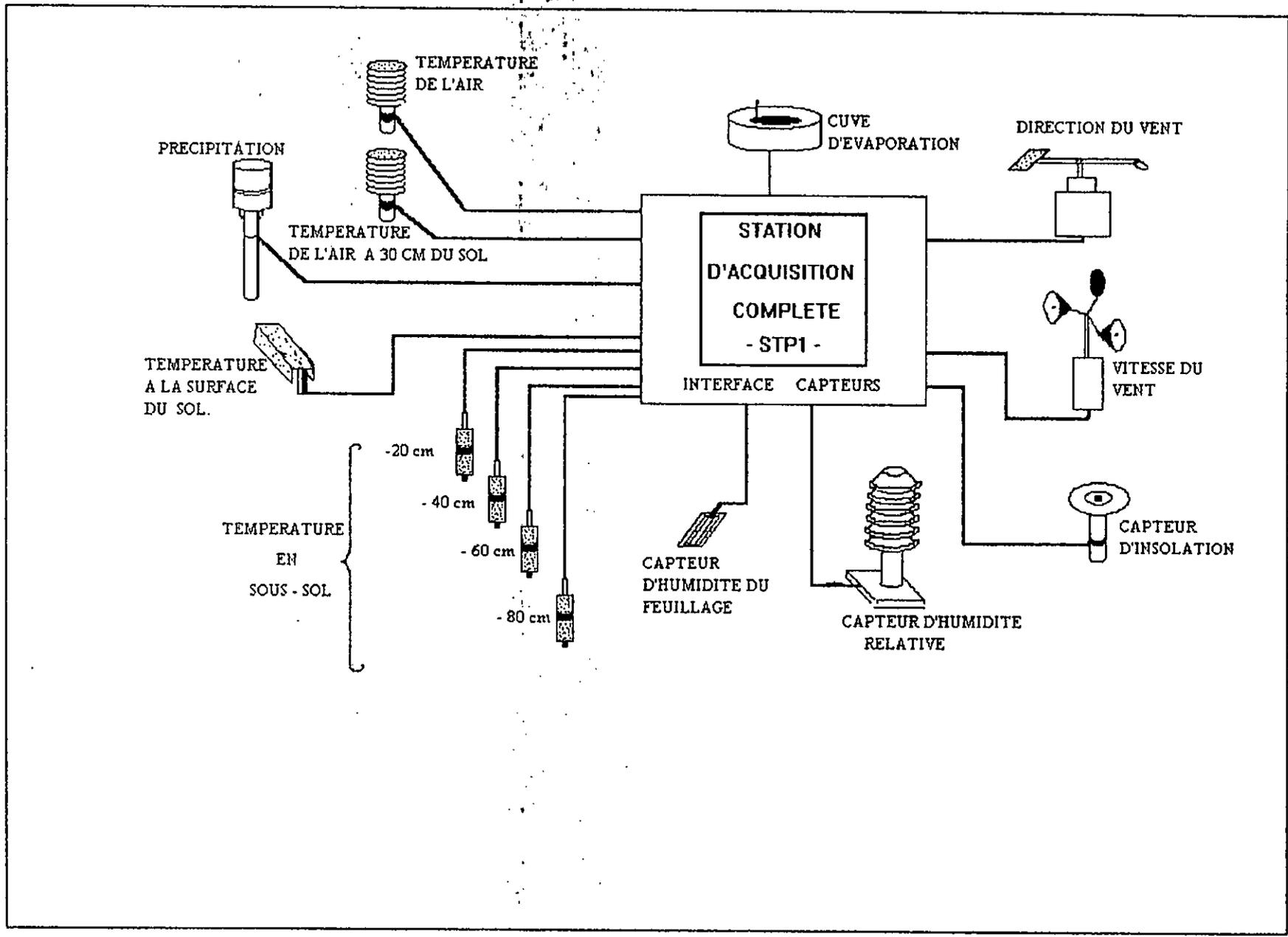


fig. (4.5) : Connexion des capteurs à la station d'acquisition.

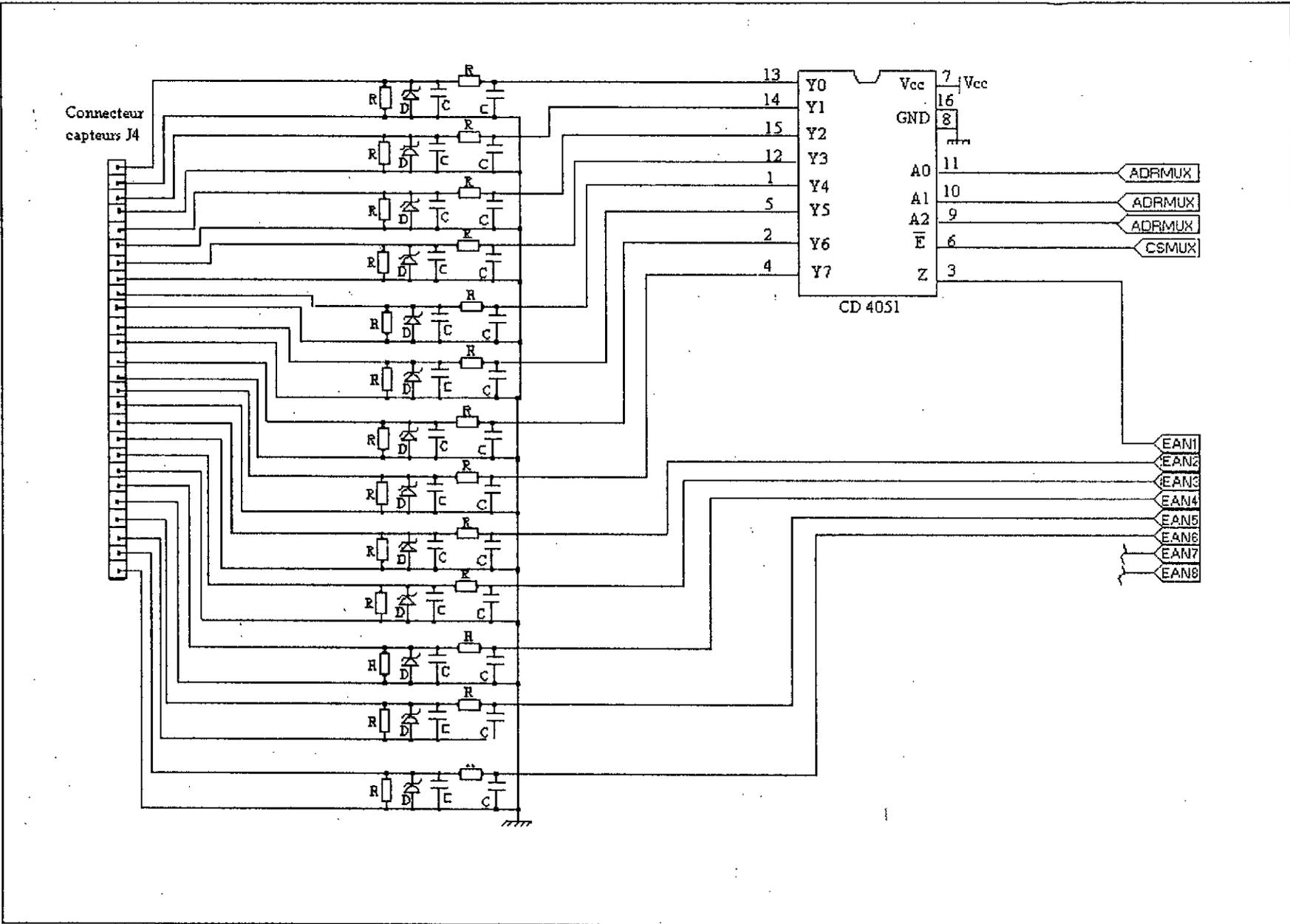


fig. (4.7) : Circuit d'interface des capteurs.

CHAPITRE V

" La tâche essentielle de toute science est la conception "
Mintzberg.

CHAPITRE V

CONCEPTION ET REALISATION DU SYSTEME CLIMAX

1. INTRODUCTION

L'évolution des logiciels de télémessure s'est longtemps caractérisée par la prolifération des fichiers de stockage classiques (séquentiels) ; conduisant ainsi à une redondance de données, à une incohérence de l'information; à des formats incompatibles et à une maintenance problématique.

Actuellement, les systèmes de télémessure utilisent une technologie de bases de données relationnelles permettant de structurer les données d'après l'organisation de l'application envisagée. Ce type de base de données est bien adapté aux systèmes où les données doivent évoluer fréquemment, ou doivent être largement distribuées, aux systèmes de requête et aux systèmes d'aide à la décision.

2. CONCEPTS DE BASE

2.1 Description des données

Les données sont une des formes de l'information au même titre que le langage naturel ou les images. L'idée de décrire les données des applications de manière indépendante des traitements est apparue dès 1965. La séparation de la description des données des programmes d'application permet d'assurer l'administration centralisée des données. La description des données consiste à définir les propriétés d'ensembles d'objets modélisés dans la base de données. On distingue ainsi, deux notions essentielles [20]:

- **Notion 1** : type d'objets

Ensemble d'objets possédant des caractéristiques similaires et manipulables par des opérations identiques.

- **Notion 2** : occurrence d'objet

Élément d'un ensemble d'objet.

2.2 Modèle de description de données

Le modèle de description de données est un ensemble de concepts et de règle de composition de ces concepts permettant de décrire des données. Un modèle de description de données est souvent représenté par un formalisme graphique. Il est mis en oeuvre par un langage de description données.

- **Langage de description de données:** langage supportant un modèle et permettant de décrire les données d'une base de données d'une manière assimilable par une machine.
- **Schéma:** description au moyen d'un langage déterminé d'un ensemble de données particulier.

2.3 Niveaux de description

Pour construire les bases de données, l'architecture ANSI/SPARC répond à plusieurs objectifs des bases de données, le niveau conceptuel, le niveau externe et le niveau interne[9], [43].

2.3.1 Niveau conceptuel

c'est le niveau central, il exprime la sémantique des données. on y raisonne en terme de types, de caractéristiques et de liens. On définit le réel à présenter et les sens qu'on veut connaître sur ce réel. Il existe plusieurs modèles pour décrire le niveau conceptuel : modèle objet / lien / entité, modèle entité / association et le modèle individuel (ou objet)

2.3.2 Niveau externe

Le niveau externe est orienté utilisation ; il comprend un ensemble de vues ou sous schémas représentant une donnée spécifique aux applications.

2.3.3 Niveau interne

Le niveau interne correspond à la structure de stockage supportant les données. Il permet de décrire les données telles qu'elles sont stockées dans la machine. On le découpe généralement en deux niveaux : le niveau logique et le niveau physique. Le niveau logique permet d'avoir une structure de données optimisée en termes de volumes et d'accès pour décrire ce niveau. Le niveau physique est celui de la description des données dans un langage de description de données spécifique et de l'implantation.

3. NOTION DE BASE DE DONNÉES

3.1 Définition d'une base de données

D'une manière très simple une base de données est un réservoir commun de données partagées par des utilisateurs ayant des besoins différents en information [10], [20],[12].

Une base de données peut être aussi perçue comme l'ensemble des données associé à l'abstraction d'un univers réel. Cette abstraction appelée schéma conceptuel est dérivée de cet univers par application d'un modèle de données : modèle hiérarchique, modèle réseau, modèle relationnel.

Le schéma conceptuel est constitué d'objets représentant l'abstraction d'une part du réel qui ont une signification pour l'utilisateur et des liens sémantiques entre les objets.

3.2 Les objectifs d'une base de données

Les objectifs d'une base de données sont :

- Centraliser les données ;
- la suppression de la redondance ;
- l'unité de l'acquisition ;
- la centralisation des contrôles.
- interface entre les ensembles de données ;
- assurer l'intégrité ;
- le partage des données ;
- assurer l'indépendance physique ;
- assurer l'indépendance logique.

Les bases de données sont définies et gérées sur support informatique grâce à des logiciels appelés systèmes de gestion de bases de données ou SGBD.

3.3 système de gestion de bases de données

On désigne par Système de Gestion de Bases de Données, ou SGBD, le système qui gère la base de données. C'est un ensemble de logiciels qui permettent de répondre aux objectifs des bases de données ; ils permettent de réaliser les fonctions suivantes [20] :

- description des données ;
- manipulation des données ;
- sécurité des données ;
- gestion des accès concurrents aux données ;
- confidentialité des données.

3.4 Types de bases de données

Dans le théorie des bases de données, il est fait état de trois modèles de bases de données :

- le modèle hiérarchique ;
- le modèle réseau ;
- le modèle relationnel

Le modèle relationnel est le plus utilisé vu les très nombreux avantages qu'il apporte tel que description simplifiée des données, indépendance des informations par rapport aux structures physiques de stockage, langage de haut niveau pour décrire et manipuler des données, et prise en compte des problèmes d'intégrité.

4. BASES DE DONNÉES RELATIONNELLES

Le modèle relationnel a été inventé par P.CODD à IBM - San José en 1970. A la fin des années quatre vingt, les systèmes relationnels ont complètement dominé l'industrie des BDD et des SGBD, ils offrent un point de vue simple et logique sur les données stockées dans la base. Au modèle relationnel est associé une théorie de normalisation des relations qui ne peut être séparée du modèle [20], [43]. Cette théorie a pour but :

- d'éliminer les comportements anormaux des relations lors des mises à jour ;
- d'éliminer la redondance des données ;
- de mieux comprendre les relations sémantiques entre données.

4.1 Notions de base du modèle relationnel

Le concept de relation découle directement de la théorie des ensembles.

- **Domaine** : ensemble de valeurs.
- **Produit cartésien** : Le produit cartésien d'un ensemble de domaines D_1, D_2, \dots, D_n noté $D_1 \times D_2 \times \dots \times D_n$ est l'ensemble des n-uplets ou tuples $\langle V_1, V_2, \dots, V_n \rangle$ tel que $V_i \in D_i$.
- **Attribut** : les attributs ou constituants des relations sont les variables qui prennent leurs valeurs dans les domaines sur lesquels les relations sont définies. Un attribut représente une variable dans le schéma d'une relation.
- **Définition d'une relation** : Une relation est un sous ensemble du produit cartésien d'une liste de domaines. Elle est caractérisée par un nom.

Une relation n-aire notée $R [A_1 \times A_2 \times \dots \times A_n]$ est :

- la donnée d'un ensemble d'attributs $A_1 \times A_2 \times \dots \times A_n$ associés aux domaines $D_1, D_2 \dots D_n$.

- la donnée d'un prédicat qui permet d'associer une valeur V_i du domaine D_i à l'attribut A_i associé au domaine

Une relation n-aire est l'ensemble des affectations $A_i = V_i$ pour laquelle le prédicat est vrai.

D'une manière très simple une base de données relationnelle est une base dont le schéma est un ensemble de schémas de relations et dont les occurrences sont des tuples de ces relations.

- **Clé de relation** : la notion de clé de relation est un concept essentiel du modèle relationnel. Une clé est un ensemble minimum d'attributs qui détermine tous les autres. Autrement, une clé est un sous ensemble X des attributs d'une relation $R (A_1 , A_2 , \dots A_n)$ tel que:

1 - $X \rightarrow A_1 , A_2 , \dots A_n$.

2 - Il n'existe pas de sous ensembles $Y \subset X$ tel que $V \rightarrow A_1 , A_2 , \dots A_n$.

- **Dépendance fonctionnelles (DF)** : la dépendance fonctionnelle permet de caractériser des relations qui peuvent être décomposées sans perte d'informations.

Soit $R (A_1 , A_2 , \dots A_n)$ un schéma de relation et X et Y des sous ensembles de $(A_1 , A_2 , \dots A_n)$, on dit que $X \rightarrow Y$ (X détermine Y , ou Y dépend fonctionnellement de X) si pour toute extension r de R , pour tout tuple $t1$ et $t2$ de r , on a :

$$\Pi X(t1) = \Pi X(t2) \Rightarrow \Pi Y(t1) = \Pi Y(t2).$$

Les DF doivent obéir à des règles d'inférences (axiomes D'AMSTRONG), voir annexe. La recherche des DF se fait en étudiant les dépendances fonctionnelles qui existent entre les phénomènes du réel représentés par les attributs des relations.

- **Formes normales des relations** : les trois premières formes normales ont pour objectif de permettre la décomposition des relations sans perte d'informations [], [20], à partir de la notion de dépendance fonctionnelles. L'objectif de cette décomposition est d'aboutir à un schéma conceptuel représentant les relations du monde réel.

1. **Première forme normale** : une relation est en première forme normale si tout attribut contient une valeur atomique. La première forme normale permet simplement d'obtenir des tables, et permet d'éviter les domaines composés de plusieurs valeurs.

2. Deuxième forme normale:

une relation est en deuxième forme normale si et seulement si:

- elle est en première forme normale.

- tout attribut n'appartenant pas à une clé ne dépend pas que d'une partie de cette clé.

La deuxième forme normale permet d'assurer l'élimination de certaines redondances en garantissant qu'aucun attribut n'est déterminé seulement par une partie de cette clé.

3. **Troisième forme normale** : une relation est en troisième forme normale si et seulement si:

- elle est en deuxième forme normale .

- tout attribut n'appartenant pas à une clé ne dépend pas d'un attribut non clé.

La troisième forme normale permet d'assurer l'élimination des redondances dues aux dépendances transitives. Pour aboutir à la troisième forme normale on utilise des algorithmes de décomposition en troisième forme normale.

4.2 Bases de données relationnelles

Les bases de données relationnelles contiennent des données structurées grâce à des tableaux (relations). Chaque tableau représente un relation n-aire définie sur les ensembles de valeurs sur les quels sont prises les valeurs des n attributs de la relation.

Les principaux avantages des bases de données relationnelles sont :

1. une bonne adéquation entre la représentation conceptuelle des données grâce à un modèle et une implantation grâce à un SGBD relationnel,
2. une représentation grâce à des tableaux et grâce à des diagrammes logiques,
3. une souplesse d'utilisation grâce aux opérateurs des langages de manipulation des SGBD relationnels,
4. une évolution relativement aisée des structures des données,
5. les données sont quasiment indépendantes des traitements.

5. CONCEPTION DU SYSTÈME " CLIMAX "

5.1 Méthode de conception

Pour la conception du système CLIMAX et de la base de données la méthode choisie est la méthode par les sorties [11]. Cette conception se fait en deux grandes étapes :

1. Conception logique.
2. Conception physique.

5.1.1 Conception logique.

L'objectif visé par la conception logique est d'identifier, en premier lieu, les sorties. C'est à dire tous les flux sortants que devra produire le système. Pour chaque flux sortant, déterminer le contenu, le destinataire, la fréquence et le volume. Les étapes à suivre sont :

5.1.1.1 Conception des données

Il s'agit de réaliser les opérations suivantes :

- Identifier les fichiers nécessaire à a production de chaque flux sortant. Donc, il faut faire un recensement des informations de chaque flux sortant, d'établir les dépendances fonctionnelles et de dériver les fichiers.

- Regrouper les différents fichiers en éliminant les redondances.Établir les relations entre les fichiers. A la fin de cette étape on aboutit au diagramme de la structure des données ou DSD.

LES FLUX SORTANT :**• Flux 1 : Identification secteur**

Le destinataire : l'opérateur.

La description : donne des informations relatives au secteur, à savoir, le code, le nom, la localisation, les coordonnées, appartenance antenne, nombre de stations connectées.

Les dépendances fonctionnelles :

Code secteur → nom secteur, date d'installation, adresse, N° commune, N° antenne, nombre stations connectées, nombre stations isolées.

N° commune → nom commune, N° wilaya.

N° wilaya → nom wilaya.

N° antenne → nom antenne.

Les fichiers dérivés : SECTEUR, ANTENNE, COMMUNE, WILAYA.

• Flux 2 : Identification station.

Le destinataire : l'opérateur.

La description : donne des informations relatives à la station, à savoir, code, nom, coordonnées, localisation, date d'installation, mode de travail, nombre et types de capteurs installés.

Les dépendances fonctionnelles :

Code station → nom station, date d'installation, longitude, latitude, altitude, mode de travail, N° secteur, N° commune, nombre capteurs.

Code station et code capteur → hauteur.

N° commune → nom commune, N° wilaya.

N° wilaya → nom wilaya.

Code secteur → nom secteur, date d'installation, adresse, N° commune, N° antenne, nombre stations connectées, nombre stations isolées.

Les fichiers dérivés : STATION, CAPTEUR/ STATION; CAPTEUR, SECTEUR, COMMUNE, WILAYA.

• Flux 3 : Pluviométrie par heure.

Le destinataire : l'opérateur.

La description : donne la pluviométrie (quantité) instantanée.

Les dépendances fonctionnelles :

Code station → nom station, date d'installation, longitude, latitude, altitude, mode de travail, N° secteur, N° commune, nombre capteurs.

Code secteur → nom secteur, date d'installation, adresse, N° commune, N° antenne, nombre stations connectées, nombre stations isolées.

Code station, date, heure → Quantité de pluie.

Les fichiers dérivés : STATION, SECTEUR, PLUVIOMÉTRIE.

- **Flux 4 : Pluviométrie journalière.**

Le destinataire : l'opérateur.

La description : donne la pluviométrie à 8 heures, à 18 heures, la pluviométrie journalière totale, indique les jours sans pluie.

- **Flux 5 : Pluviométrie mensuelle.**

Le destinataire : l'opérateur.

La description : donne la pluviométrie mensuelle à 8 heures, à 18 heures, la pluviométrie mensuelle totale, indique les jours pluvieux, et les jours non pluvieux.

- **Flux 6 : Pluviométrie annuelle.**

Le destinataire : l'opérateur.

La description : donne la pluviométrie mensuelle à 8 heures, à 18 heures, la quantité mensuelle totale, la pluviométrie annuelle totale, indique les mois pluvieux, et les mois non pluvieux.

- **Flux 7 : Pluviométrie par tranches.**

Le destinataire : l'opérateur.

La description : donne la pluviométrie à 8 heures, à 18 heures, la quantité journalière totale entre deux dates données, indique les jours pluvieux et les jours non pluvieux.

Les flux 4, 5, 6, et 7 sont identiques au flux 3 car ils utilisent les mêmes fichiers. Ils diffèrent seulement dans les traitements. Ils donnent des résultats calculés à partir des fichiers dérivés du flux 3.

- **Flux 8 : Température par heure.**

Le destinataire : l'opérateur.

La description : donne le type de température, la valeur de la température instantané ou à une heure donnée, la valeur max. et la valeur min.

Les dépendances fonctionnelles :

Code station → nom station, date d'installation, longitude, latitude, altitude, mode de travail, N° secteur, N° commune, nombre capteurs.

Code secteur → nom secteur, date d'installation, adresse, N° commune, N° antenne, nombre stations connectées, nombre stations isolées.

Code station, date, heure → type, température instantanée, température minimale, température maximale.

Les fichiers dérivés : STATION, SECTEUR, TEMPÉRATURE.

- **Flux 9 : Température par jour.**

Le destinataire : l'opérateur.

La description : donne le type de température, la valeur de la température instantané à 8, à 13 et à 18 heures, les valeurs max. et les valeurs min, température moyenne journalière, maximum journalier et minimum journalier.

- **Flux 10 : Température mensuelle.**

Le destinataire : l'opérateur.

La description : donne le type de température, la valeur de la température instantané à 8, à 13 et à 18 heures, les valeurs max. et les valeurs min, température moyenne journalière, maximum et minimum journalier, moyenne mensuelle minimale, moyenne mensuelle maximale, minimum absolu, maximum absolu.

- **Flux 11 : Température annuelle.**

Le destinataire : l'opérateur.

La description : donne le type de température, température moyenne journalière, maximum et minimum journalier, moyenne mensuelle minimale, moyenne mensuelle maximale, minimum absolu, maximum absolu pour chaque mois de l'année.

- **Flux 12 : Température par tranche.**

Le destinataire : l'opérateur.

La description : donne le type de température, température moyenne journalière, maximum et minimum journalier, moyenne mensuelle minimale, moyenne mensuelle maximale, minimum absolu, maximum absolu entre deux dates données.

Les flux 9, 10, 11, et 12 sont identiques au flux 8 car ils utilisent les mêmes fichiers. Ils diffèrent seulement dans les traitements. Ils donnent des résultats calculés à partir des fichiers dérivés du flux 8.

- **Flux 13 : Insolation journalière.**

Le destinataire : l'opérateur.

La description : donne la durée d'insolation avant et après 13 heures et insolation journalière.

Les dépendances fonctionnelles :

Code station → nom station, date d'installation, longitude, latitude, altitude, mode de travail, N° secteur, N° commune, nombre capteurs.

Code secteur → nom secteur, date d'installation, adresse, N° commune, N° antenne, nombre stations connectées, nombre stations isolées.

Code station, date → insolation avant 13 h, insolation après 13 h.

Les fichiers dérivés : STATION, SECTEUR, INSOLATION.

- **Flux 14 : Insolation mensuelle.**

Le destinataire : l'opérateur.

La description : donne la durée d'insolation avant et après 13 heures et insolation journalière, insolation max. et min., insolation moyenne par mois.

- **Flux 15 : Insolation annuelle.**

Le destinataire : l'opérateur.

La description : donne la durée d'insolation journalière, insolation max. , min., insolation moyenne par mois, pour toute l'année année.

- **Flux 16 : Insolation par tranche.**

Le destinataire : l'opérateur.

La description : donne la durée d'insolation journalière, insolation max. , min., insolation moyenne par mois, entre deux dates.

Les flux 14, 15, et 16 sont identiques au flux 13 car ils utilisent les mêmes fichiers. Ils diffèrent seulement dans les traitements. Ils donnent des résultats calculés à partir des fichiers dérivés du flux 13.

- **Flux 17 : Vitesse du vent par heure.**

Le destinataire : l'opérateur.

La description : donne la vitesse du vent, vitesse max. et vitesse min. par heure .

Les dépendances fonctionnelles :

Code station → nom station, date d'installation, longitude, latitude, altitude, mode de travail, N° secteur, N° commune, nombre capteurs.

Code secteur → nom secteur, date d'installation, adresse, N° commune, N° antenne, nombre stations connectées, nombre stations isolées.

Code station, date, heure → vitesse du vent, vitesse max., vitesse min.

Les fichiers dérivés : STATION, SECTEUR, VITESSE DU VENT.

- **Flux 18 : Vitesse du vent par jour.**

Le destinataire : l'opérateur.

La description : donne la vitesse du vent, le maximum et le minimum à 8, à 13 et à 18 heures, la vitesse moyenne journalière et le maximum et le minimum de la vitesse par jour.

- **Flux 19 : Vitesse du vent mensuelle.**

Le destinataire : l'opérateur.

La description : donne la vitesse du vent moyenne, maximale et minimale par jour, la vitesse moyenne, maximale, minimale mensuelle.

- **Flux 20 : Vitesse du vent annuelle.**

Le destinataire : l'opérateur.

La description : donne la vitesse du vent moyenne, maximale, minimale mensuelle.

- **Flux 21 : Vitesse du vent par tranche.**

Le destinataire : l'opérateur.

La description : donne la vitesse du vent moyenne, maximale et minimale par jour entre deux dates.

Les flux 18, 19, 20 et 21 sont identiques au flux 17 car ils utilisent les mêmes fichiers. Ils diffèrent seulement dans les traitements. Ils donnent des résultats calculés à partir des fichiers dérivés du flux 17.

- **Flux 22 : Direction du vent par heure.**

Le destinataire : l'opérateur.

La description : donne la direction du vent par heure .

Les dépendances fonctionnelles :

Code station → nom station, date d'installation, longitude, latitude, altitude, mode de travail, N° secteur, N° commune, nombre capteurs.

Code secteur → nom secteur, date d'installation, adresse, N° commune, N° antenne, nombre stations connectées, nombre stations isolées.

Code station, date, heure → direction du vent.

Les fichiers dérivés : STATION, SECTEUR, DIRECTION DU VENT .

- **Flux 23 : Direction du vent par jour.**

Le destinataire : l'opérateur.

La description : donne la direction du vent, à 8, à 13 et à 18 heures par jour.

- **Flux 24 : Direction du vent mensuelle.**

Le destinataire : l'opérateur.

La description : donne la direction du vent, à 8, à 13 et à 18 heures par jour pour un mois.

- **Flux 25 : Direction du vent annuelle.**

Le destinataire : l'opérateur.

La description : donne la direction du vent, à 8, à 13 et à 18 heures par jour pour une année.

- **Flux 26 : Direction du vent par tranche.**

Le destinataire : l'opérateur.

La description : donne la direction du vent, à 8, à 13 et à 18 heures par jour entre deux dates.

Les flux 23, 24, 25 et 26 sont identiques au flux 22 car ils utilisent les mêmes fichiers. Ils diffèrent seulement dans les traitements. Ils donnent des résultats calculés à partir des fichiers dérivés du flux 22.

- **Flux 27 : Évaporation par heure.**

Le destinataire : l'opérateur.

La description : donne l'évaporation par heure .

Les dépendances fonctionnelles :

Code station → nom station, date d'installation, longitude, latitude, altitude, mode de travail,
N° secteur, N° commune, nombre capteurs.

Code secteur → nom secteur, date d'installation, adresse, N° commune, N° antenne, nombre
stations connectées, nombre stations isolées.

Code station, date, heure → évaporation.

Les fichiers dérivés : STATION, SECTEUR, ÉVAPORATION.

- **Flux 28 : Évaporation par jour.**

Le destinataire : l'opérateur.

La description : donne l'évaporation à 8, à 13 et à 18 heures, et la moyenne par jour.

- **Flux 29 : Évaporation mensuelle.**

Le destinataire : l'opérateur.

La description : donne l'évaporation à 8, à 13 et à 18 heures, et la moyenne journalière et
mensuelle.

- **Flux 30 : Évaporation du vent annuelle.**

Le destinataire : l'opérateur.

La description : donne l'évaporation à 8, à 13 et à 18 heures, et la moyenne journalière et
mensuelle.

- **Flux 31 : Évaporation par tranche.**

Le destinataire : l'opérateur.

La description : donne l'évaporation à 8, à 13 et à 18 heures, et la moyenne journalière entre deux dates.

Les flux 28, 29, 30 et 31 sont identiques au flux 27 car ils utilisent les mêmes fichiers. Ils diffèrent seulement dans les traitements. Ils donnent des résultats calculés à partir des fichiers dérivés du flux 27.

- **Flux 32 : Humidité par heure.**

Le destinataire : l'opérateur.

La description : donne le type et le pourcentage de l'humidité par heure .

Les dépendances fonctionnelles :

Code station → nom station, date d'installation, longitude, latitude, altitude, mode de travail, N° secteur, N° commune, nombre capteurs.

Code secteur → nom secteur, date d'installation, adresse, N° commune, N° antenne, nombre stations connectées, nombre stations isolées.

Code station, date, heure → type, humidité.

Les fichiers dérivés : STATION, SECTEUR, HUMIDITÉ.

- **Flux 33 : Humidité par jour.**

Le destinataire : l'opérateur.

La description : donne le type de l'humidité et sa valeur à 8, à 13 et à 18 heures pour un jour.

- **Flux 34 : Humidité mensuelle.**

Le destinataire : l'opérateur.

La description : donne le type et le taux d'humidité à 8, à 13 et à 18 heures par jour pour un mois.

- **Flux 35 : Humidité annuelle.**

Le destinataire : l'opérateur.

La description : donne le type et le taux d'humidité à 8, à 13 et à 18 heures par jour pour un an.

- **Flux 36 : Humidité par tranche.**

Le destinataire : l'opérateur.

La description : donne le type et le taux d'humidité à 8, à 13 et à 18 heures par jour entre deux dates.

Les flux 33, 34, 35 et 36 sont identiques au flux 32 car ils utilisent les mêmes fichiers. Ils diffèrent seulement dans les traitements. Ils donnent des résultats calculés à partir des fichiers dérivés du flux 32.

- **Flux 37 : Pression par heure.**

Le destinataire : l'opérateur.

La description : donne la pression instantané ou à une heure donnée, la valeur max. et la valeur min.

Les dépendances fonctionnelles :

Code station → nom station, date d'installation, longitude, latitude, altitude, mode de travail, N° secteur, N° commune, nombre capteurs.

Code secteur → nom secteur, date d'installation, adresse, N° commune, N° antenne, nombre stations connectées, nombre stations isolées.

Code station, date, heure → pression instantanée, pression minimale, pression maximale.

Les fichiers dérivés : STATION, SECTEUR, PRESSION.

- **Flux 38 : Pression par jour.**

Le destinataire : l'opérateur.

La description : donne pression instantané, la pression maximale et la pression minimale à 8, à 13 et à 18 heures, la moyenne, le maximum journalier et le minimum journalier.

- **Flux 39 : Pression mensuelle.**

Le destinataire : l'opérateur.

La description : donne la pression instantané moyenne, à 8, à 13 et à 18 heures, maximum et minimum journalier, moyenne mensuelle minimale, moyenne mensuelle maximale, minimum absolu, maximum absolu.

- **Flux 40 : Pression annuelle.**

Le destinataire : l'opérateur.

La description : donne la pression moyenne mensuelle minimale, maximale, minimum absolu, et maximum absolu pour chaque mois de l'année.

- **Flux 41 : Pression par tranche.**

Le destinataire : l'opérateur.

La description : donne les pressions moyenne journalières, maximum et minimum journalier entre deux dates données.

Les flux 38, 39, 40, et 41 sont identiques au flux 37 car ils utilisent les mêmes fichiers. Ils diffèrent seulement dans les traitements. Ils donnent des résultats calculés à partir des fichiers dérivés du flux 37.

- **Flux 42 : Événements.**

Le destinataire : l'opérateur.

La description : donne les événements survenus au niveau de la station.

Les dépendances fonctionnelles :

Code station → nom station, date d'installation, longitude, latitude, altitude, mode de travail, N° secteur, N° commune, nombre capteurs.

Code secteur → nom secteur, date d'installation, adresse, N° commune, N° antenne, nombre stations connectées, nombre stations isolées.

Code station, date → brouillard, tonnerre, averse, orage, grêle, bruine, brune.

Les fichiers dérivés : STATION, SECTEUR, ÉVÉNEMENT.

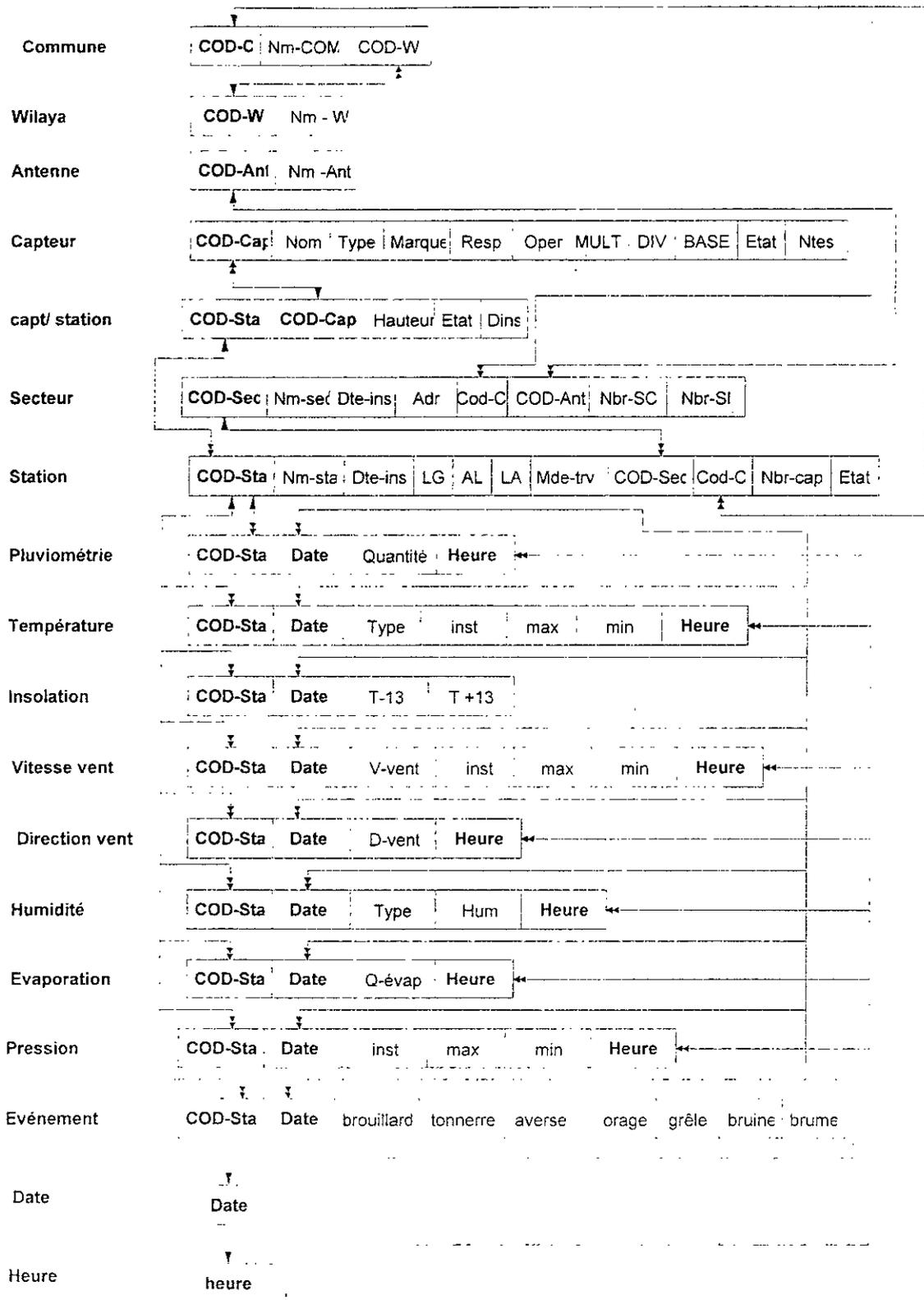
DIAGRAMME DE STRUCTURE DE DONNÉES -DSD :

Le diagramme de structure de données nous donne la structure de la base de données. La figure (5.2) illustre le DSD. Le tableau (5.1) résume les éléments d'informations caractéristiques relatifs aux fichiers de la base données.

5.1.1.2 Conception des traitements

L'objectif de cette étape est de concevoir les traitements qui interagissent avec les données. On distingue deux types de traitements nécessaires à la production de flux sortant, les requêtes et les mises à jour des différents fichiers.

- Analyse des requêtes de production des flux sortants : pour chaque flux sortant, il s'agit d'identifier les fichiers concernés par ce flux sortant, par quel chemin passer pour la production du flux sortant et le nombre de lectures.
- Logique de traitement : c'est l'algorithme à suivre pour produire le flux sortant.
- Analyse des mises à jours : il s'agit d'analyser les différentes mises à jour sur le DSD pour chaque fichier.



Les clés des relations (qui sont toutes en troisième forme normale) sont données en gras.

fig. (5.2) : Diagramme de structure de données.

FICHER	ATTRIBUTS	CODE	TYPE
Commune	Code commune	Cod - com	Numérique
	Nom commune	Nm - com	Alphabétique
	Code wilaya	Cod - w	Numérique
Wilaya	Code wilaya	Cod - w	Numérique
	Nom wilaya	Nm - w	Alphabétique
Antenne	Code antenne	Cod - ant	Numérique
	Nom antenne	Nm - ant	Alphabétique
Capteur	Code capteur	Cod - cap	alphanumérique
	Nom capteur	Nm - cap	Alphabétique
	Type capteur	Type	Alphanumérique
	Marque	Marque	Alphanumérique
	Responsabilités	Resp	Alphabétique
	Opérationnel	Oper	Alphabétique
	MULT, DIV, BASE	MULT, DIV, BASE	Numérique
	Etat	Etat	Alphabétique
	Notes	Ntes	Alphabétique
Cap/station	Code station	Cod - sta	Numérique
	Code capteur	Cod - cap	Alphanumérique
	Hauteur	Hauteur	Numérique
	Etat	Etat	Alphabétique
Secteur	Code secteur	Cod - sec	Numérique
	Nom secteur	Nm - sec	alphanumérique
	date installation	dte - ins	Numérique
	adresse	adr	alphanumérique
	Code commune	Cod - com	Numérique
	Code antenne	Cod - ant	Numérique
	Nombre stations connectées	Nbr - SC	Numérique
	Nombre stations isolées	Nbr - SJ	Numérique
	Station	Code station	Cod - sta
Nom station		Nm - sta	alphanumérique
date installation		dte - ins	Numérique
Longitude, Altitude, Latitude		LG- AL -LA	Numérique
Mode de travail		Mde - trv	Alphabétique
Code secteur		Cod - sec	Numérique
Code commune		Cod - com	Numérique
Pluviométrie	Code station	Cod - sta	Numérique
	Date	Date	Numérique
	Heure	Heure	Numérique
	Quantité pluviométrique	Quantité	Numérique
Température	Code station	Cod - sta	Numérique
	Date	Date	Numérique
	Heure	Heure	Numérique
	Type	Type	Numérique
	Température instantanée	inst	Numérique
	Température maximale	max	Numérique
	Température minimale	min.	Numérique
Insolation	Code station	Cod - sta	Numérique
	Date	Date	Numérique
	Heure	Heure	Numérique
	Insolation avant 13 heures	I - 13	Numérique
	Insolation après 13 heures	I +13	Numérique

Tableau (5.1) : Les éléments de la base de données.

FICHER	ATTRIBUTS	CODE	TYPE
Vitesse du vent	Code station	Cod - sta	Numérique
	Date	Date	Numérique
	Heure	Heure	Numérique
	vitesse instantanée	inst	Numérique
	vitesse maximale	max	Numérique
	vitesse minimale	min.	Numérique
Direction du vent	Code station	Cod - sta	Numérique
	Date	Date	Numérique
	Heure	Heure	Numérique
	direction du vent	D-vent	Numérique
Humidité	Code station	Cod - sta	Numérique
	Date	Date	Numérique
	Heure	Heure	Numérique
	Type	D-vent	Numérique
	Humidité	Hum	Numérique
Évaporation	Code station	Cod - sta	Numérique
	Date	Date	Numérique
	Heure	Heure	Numérique
	Évaporation	Evap	Numérique
Pression	Code station	Cod - sta	Numérique
	Date	Date	Numérique
	Heure	Heure	Numérique
	Pression instantanée	inst	Numérique
	Pression maximale	max	Numérique
	pression minimale	min.	Numérique
Événement	Code station	Cod - sta	Numérique
	Date	Date	Numérique
	brouillard, tonnerre, averse, orage, grêle, bruine, brume	brouillard, tonnerre, averse, orage, grêle, bruine, brume	Numérique
Date	Date	date	Numérique
Heure	Heure	Heure	Numérique

Tableau (5.1) : Les éléments de la base de données (suite).

5.1.1.3 Conception des flux entrants

Consiste à identifier les données et les sources nécessaires à la mise à jour et la production des flux sortants.

5.1.2 Conception physique

La conception physique se fait en deux étapes. La première étape de la conception physique consiste en la conception des flux entrants et sortant et la conception de l'interface homme - machine en prenant en considération pour cette phase ; les moyens de saisie, les moyens de conception de l'écran, choix du support de sortie, impression, etc. Pour la seconde étape il faut faire la conception physique des données et la conception physique des traitements des données. Le but est d'aboutir par ces deux étapes au diagramme de la structure technique des traitements.

La base de données est implantées grâce au SGBD relationnel CLIPPER. La version utilisée est la version NANTUCKET CLIPPER 5.2 , qui représente une puissance d'usage importante par rapport aux versions précédantes.

5.1.3 Présentation du SGBD CLIPPER.

CLIPPER est système de développement autonome, qui assure le développement d'applications professionnelles de gestion de données. Les bases de données manipulées par CLIPPER sont des fichiers dont les charges peuvent être du type :

- CARACTÈRE : 32 k octets.
- NUMÉRIQUE : 19 positions.
- DATE : 8 octets.
- LOGIQUE : 1 octet.
- MÉMO : 64 k octet.

CLIPPER est un langage de programmation de haut niveau qui se rapproche des langages de programmation et quatrième génération. Il utilise des commandes souples et puissantes avec des mots proches de l'Anglais habituel et donc facile à reconnaître. Il utilise son propre éditeur de texte, son compilateur et son éditeur de lien. Il permet d'ouvrir jusqu'à 255 fichiers simultanément, il comprend jusqu'à 1024 champs et il permet d'avoir jusqu'à 15 fichiers index par zone de travail et 2048 variables mémoires. Il offre également plusieurs avantages :

- il offre la possibilité de gestion de tableaux et de fonctions définissables par l'utilisateur (UDF : User Define Fonction),
- il permet la programmation modulaire,
- les modules créés par CLIPPER sont autonomes,
- il permet la réalisation de programmes sous réseau.

5.2 SECURITE DU SYSTEME

L'erreur peut être provoquée par un facteur humain ou par une défaillance du matériel, de ce fait des mesures de sécurité sont jugées nécessaires à savoir :

- sécurité du matériel : utilisation d'onduleurs pour éviter la perte d'informations lorsqu'il y a coupure d'électricité.
- Sécurité du logiciel : chaque opérateur doit avoir son propre mot de passe qui lui permet d'accéder au système. Un autre mot de passe de niveau supérieur permet d'initialiser et de modifier certaines données.
- Sécurité des données: sauvegarde périodique des données sur supports magnétiques .

PERSPECTIVES ET CONCLUSIONS

"La perfection est définitive et ce qui est définitif est mort".

P. Parkinson.

PERSPECTIVES ET CONCLUSIONS

La conception et la réalisation d'un système de télémesure est une tâche qui dépend avant tout de l'application à laquelle est destiné le système. En effet, le domaine d'application a un effet radical sur le choix de l'architecture, sur le choix des ressources matérielles et logicielles de mise en oeuvre du système de télémesure.

Les objectifs réalisés dans le cadre de ce projet sont la conception et la réalisation d'un système de télémesure nommé STP1 destiné à la collecte de paramètres climatiques, en premier lieu. Puis, la conception d'un système de collecte de données climatiques de l'ALGERIE.

Le système STP1 est un système à architecture répartie, il est constitué d'un réseau de stations d'acquisition et de traitement de données qui peuvent fonctionner en mode réseau ou en mode isolé. Deux modes de transmission de données sont prévus, à savoir la transmission par voie téléphonique et la transmission par voie RADIO. Les données acquises sont transmises vers une centrale de collecte constitué principalement d'un PC qui assure la réception, la gestion et le stockage des données dans une base de donnée de type relationnelle, qui facilite toute manipulation et tout traitement ultérieur des données.

L'architecture adoptée assure une bonne fiabilité système; une station en panne n'affecte pas le fonctionnement global du système. Elle permet aussi, une meilleure évolution du système dans le temps. La centrale de collecte est déchargée de toutes les opérations d'acquisition, de contrôle et de gestion au niveau des stations.

L'architecture des stations permet au système de télémesure STP1 diverses applications. En effet, il peut être configuré pour n'importe quel type d'application d'acquisition de donnée dans les domaines de :

- Agrométéorologie : le système peut être utilisé pour l'acquisition des paramètres météo nécessaires pour le développement des cultures pour l'étude des caractéristiques des terrains et l'apparition et la diffusion de maladies. Peut servir comme support aux systèmes experts d'aide à la décision pour l'agriculture.

- Supervision de l'environnement : le système peut être utilisé pour le contrôle des caractéristiques chimiques et biologiques des eaux.
- Hydrométéorologie. : pour la surveillance du régime des pluies et des cours d'eau en vue du contrôle hydrométéorologique.

Toute fois ce schéma d'architecture n'est pas bien adapté aux systèmes temps réel dur, pour lesquels nous devons avoir un déterminisme total quand au séquençement des événements.

Nous estimons cependant satisfaisant d'obtenir par notre architecture, et de manière simple, un ensemble conjoint d'avantages et de propriétés :

En ce qui concerne la station d'acquisition ;

- la possibilité de faire l'acquisition de signaux analogiques, numériques et tout ou rien.
- La possibilité d'effectuer un traitement local sur les données.
- la possibilité de sauvegarde temporaire de données sur mémoire volatile.
- la possibilité de sauvegarder les données sur mémoire non volatile pour une durée de un mois.
- L'interface série jouit d'une certaine universalité, puisqu'elle assure la liaison entre station et PC via une liaison RS 232C, une liaison distante via modem et ligne téléphonique et une liaison radio. L'interface radio assure la conversion des données numériques parallèles en données sérielles puis en signaux basse fréquence pouvant être transmis par émetteur récepteur radio.
- La possibilité d'avoir selon les besoins, différentes configurations des stations.

En ce qui concerne la centrale de collecte ; le logiciel élaboré CLIMAX permet la gestion des opérations d'acquisition et de sauvegarde de données dans une base de données relationnelle. Ce système peut être considéré avant tout comme un système d'informations (dans le cadre de son application). L'utilisation de la base de données permet la centralisation des données, l'unicité de l'acquisition et assure des informations persistantes, intègres qui peuvent être partagées par plusieurs applications

En ce qui concerne le système de collecte de l'ANRH ; le système conçu permet aux chargés d'étude de l'ANRH de disposer à tout moment d'une information exhaustive, fiable, pertinente et sous différentes formes. Grâce au logiciel de gestion du système de télémessure plusieurs traitements de données sont possibles, tel que, la vérification de données douteuses, l'édition de bilans et de bulletins mensuels, périodiques, et annuels.

Le nouveau système de collecte d'informations répond aux besoins de l'ANRH, et permet de palier à toutes les insuffisances du système actuel , et plus particulièrement le problème de délai de restitution de l'information. Avec ce nouveau système, les études menés à l'ANRH sont plus précises et la qualité du service offert par le service climatologie est améliorée considérablement. Car dans ce type de systèmes, la qualité et la performance sont mesurées en fonction du service offert.

Nous sommes cependant, conscients que notre système ne deviendra totalement probant que lorsqu'il aura été complété et affiné, d'une part, et lorsqu'il aura été testé en vraie grandeur pendant une période de temps suffisamment longue d'autre part. L'ensemble d'une telle réalisation dépasse de loin le cadre de notre thèse; nous pensons toutes fois avoir donné, lorsqu'il le fallait, assez d'indications pour qu'il soit envisageable de dépasser le stade de notre investigation et de nos premières maquettes.

En revanche nous sommes également conscient que certaines techniques préconisées peuvent être améliorées de manière sensible. De même certains choix relatifs au STP1, comme par exemple l'utilisation d'un microprocesseur huit bits, le réseau de LS, le système d'alimentation, le SGBD CLIPPER ; peuvent être remis en question et remplacés d'autres plus efficaces. Pour cela nous proposons, une amélioration du système aussi bien en amont qu'en aval.

En amont, c'est à dire vers les stations d'acquisition éloignées nous pourrions utiliser un microcontrôleur 16 bits qui permettra d'augmenter la puissance des stations, utiliser une horloge temps réel calendrier qui permettra de mémoriser en mode isolé, la date et l'heure d'acquisition ; un réseau de transmission de données par voie RADIO dont le principal avantage serait la possibilité de transmission indirecte c'est à dire au cas d'échec de transmission , une station peut être interrogée par un autre chemin radio en passant par une autre station. Nous pourrions également utiliser pour le système d'alimentation, une source d'énergie à partir de batteries rechargeables par panneaux solaires, ajouter une EEPROM de taille minimum 250 octet pour permettre une téléconfiguration ; ainsi une gestion du système indépendamment de l'application sera possible.

En aval, on peut envisager le développement d'un logiciel télémessure (utiliser un SGBD relationnel) sous WINDOWS, ce qui permettra une meilleure exploitation des données et des ressources offertes par l'utilitaire WINDOWS.

En fin, en ce qui concerne la réalisation pratique, on pourra regretter le manque de matériel qui a souvent été une cause de perte de temps et d'énergie et qui très souvent nous a dicté certains de nos choix et nos solutions.

En définitive on pourra situer notre travail comme une tentative de mise en relation du monde de l'université et les établissements à caractère scientifique et techniques existant qui sont confrontés aux problèmes réels.



BIBLIOGRAPHIE

"L'art de lire, c'est l'art de penser avec un peu d'aide".

Emile Faquet.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] V. ADAM, M. URBINA, R. SUAREZ , " Telemetric seism data acquisition system ", *IEEE transaction on instrumentation and mesurement*, vol. IM-34, N°.1, pp. 81-84, March 1985.
- [2] D. BATTU , *Guide des modems* , Editions EYROLLES, Paris 1993.
- [3] D. BATTU et FRANCE Câbles et RADIO, *Réseaux de télécommunications et transmission de données*, Editions EYROLLES, Paris 1991.
- [4] H.A. BENSON ; C.J. COLEMAN .; J.W. PARMAN ;" Data collection for grand and white lakes, LUISIANA"; jul 93.
- [5] J. BIANCHINI, " le réseau de téléalarme ", *Les télécommunications Francaises*, S.P.E.I Société anonyme, Paris 1979.
- [6] J.L BRUNA , " Comment aller plus vite en acquisition de données", *Mesures*, pp. 27-32, 15 Avril 1985.
- [7] CH. BURNIAUX, " Les systèmes d'acquisition de données", *Electronique applications*, pp. 69-79, Juin-Juillet 1984.
- [8] C.J. BYRNE, D.J. GAGNE, " Data acquisition and near real time surveillance by EADAS ", *The bell system technical journal*, vol. 62, N°.7, September 1983.
- [9] X. CASTELLANI, *Méthode générale d'analyse d'une application informatique*, Tome 0: Macro-analyse, étude préalable et analyse conceptuelle des SI, Edition MASSON, Paris 1987.
- [10] X. CASTELLANI, *Méthode générale d'analyse d'une application informatique*, Tome 1: Etapes et points fondamentaux de l'analyse organique et de la programmation, Edition MASSON, Paris 1991.
- [11] X. CASTELLANI, *Méthode générale d'analyse d'une application informatique*, Tome 2: Etapes et points fondamentaux de l'analyse fonctionnelle, Edition MASSON, Paris 1991.
- [12] J. CHAUMIER, *Analyse et langages documentaires*, Entreprise Mederne d'Editions, Paris 1982.
- [13] C. DARDANE, *Microprocesseur 6809 périphériques et processeur graphique*, Edition Eyrolles, Paris 1984
- [14] G. DELAMARE, *Dictionnaire des réseaux- Bases de la télématique*, Edition Eyrolles, Paris 1986.
- [15] M. DESJARDINS , *Capteurs de mesure* , Edition La documentation Francaise, Paris 1975.
- [16] A. DEWEZE, *Informatique documentaire*, Edition MASSON , Paris 1989.
- [17] G. DICENET, *Le RNIS techniques et atouts*, Editions MASSON , Paris 1990.
- [18] P. G. FONTOLIET, *Systèmes de télécommunications- bases de transmission*, Edition Dunod, Paris 1987
- [19] P.D. FISHER., S.L.LILLEVICK and A. JONES, " Microprocessor simplify humidity measurements", *IEEE transactions on Instrumentation and Measurement*, Vol. IM - 30, N°.1, March 1981, pp.57 -63.
- [20] G. GARDARIN, *Bases de données les systèmes et leurs langages*, Editions EYROLLES , Paris 1989.
- [21] P. Geule, *Votre ordinateur et la télématique*, Edition ETSF, Paris 1984.

- [22] E. GUERIN, " les liaisons spécialisées de transmission de données", *les télécommunications Francaises*, S.P.E.I Société anonyme , Paris 1979.
- [23] G. GUNTZ, " Les centralisateurs de mesures ", *EMI 2-215*, pp. 67-70, Février 1986.
- [24] J.C INVERNICI, C.SENSTROM, M.GREGOIRE, M.S MITRANI, J.M COLIN DE VERDIERE, L.GIDOUX, " Modems utilisés en téléinformatique ", *Commutation et transmission*, Vol.5, N°1,pp. 17-34, Décembre 1983.
- [25] T. KRIST, *Mesures - Regulation - Automatisation*, Edition Mac Graw Hill, Paris 1985.
- [26] M. LACOUT et D. CADE, *les télécommunications Francaises 1982*, Ministères des PTT, Avril 1983.
- [27] T.T. LANG, *Électronique des systèmes de mesure*, Edition Masson, paris 1983.
- [28] J.LEGARS, " Conception et mise au point d'un système autour d'un microprocesseur ", *EMI 214-15*, janvier 1976,pp.21 -26 .
- [29] S. LEIBSON, *Manuel des interfaces*, Editions Mac Graw Hill, Paris 1984.
- [30] H. LILEN, *Interfaces pour microprocesseurs et micro-ordinateurs*, Editions Radio, Paris 1983.
- [31] H. LILEN, *80286 et ses peripheriques, les circuits clés DIBM AT et compatibles*, Editions Radio, Paris 1987.
- [32] C. MACCHI, J.F. GUILBERT et 13 Co-auteurs, *Téléinformatique transport et traitement de l'information dans les reseaux et systèmes téléinformatiques et télématiques* , Edition Dunod, Paris 1987.
- [33] C. MARCHAIS, *Télématiques sans frontières*, Edition Eyrolles, Paris 1989.
- [34] E.E. MIER, " The future of modems will it be boom or gloom ", *Data Communication*, pp. 55 - 64, September 1986.
- [35] B. MINH DUC, *Programmation en assembleur 6809*, Edition Eyrolles, Paris 1991.
- [36] C. MORVAN, M. CARTO, *Liaisons et transmission serie*, Edition EDITESTS, Paris 1988.
- [37] J.M. MUNIER, *Introduction à la téléinformatique*, Edition Eyrolles, Paris 1986.
- [38] H.NUSSBAUMER, *Téléinformatique I* ,Edition Presses Polytechniques Romandes, Lausanne 1987.
- [39] H.NUSSBAUMER, *Informatique industrielle I* ,Edition Presses Polytechniques Romandes, Lausanne 1986.
- [40] H.NUSSBAUMER, *Informatique industrielle II* ,Edition Presses Polytechniques Romandes, Lausanne 1986.
- [41] C. PAIN, *Télémesures*, ESE, 1981.
- [42] F . PLATET, J.C INVERNICI, " Modems ", *Technique de l'ingénieur, ELECTRONIQUE N° E122*, Fiche E 7230, pp.1-10, Décembre 1988.
- [43] E.PLEETERS, *Conception et gestion de banques de donnée*, les edditions d'organisation, Paris 1984.
- [44] G. PUJOLLE, D.SERET, D. DROMARD, E. HORLAIT, *Réseaux et télématique* , Tome I , Edition Eyrolles, Paris 1987.
- [45] P. R. Rong , D.G LARSEN, J.A. TITUS ; " INWAS : interfacing with asynchronous serial mode ", *IEEE transactions on electronics and control instrumentation*, Vol IECI, N°1, February 1977.
- [46] M. RUDNIANSKI, *Architecture de réseau : le modele ISO rôle et fonctionnalités*, Edition Editests, 1986.
- [47] A. SMATI, *Système de télémesure pour la prévision et l'annonce des crues dans le bassin du SEBAOU*, *Actes et Transactions , 9 eme conférence régionale afro-asiatique des irrigations et du drainage*,Alger, Juin 1995.
- [48] A. TANENBAUM, *Réseaux, architectures, protocoles, applications*, Edition EnterEditions, Paris 1990.
- [49] C. TAVERNIER, *Modems techniques et réalisations*, Edition ETSF, Paris 1986.
- [50] J. TOUSSAINT, P. Masson ; *Les techniques de la télématique*, Edition EDITESTS, Paris 1986.
- [51] A. VINAY et B.H. ABETY; *Contrôle et gestion stratégique de l'entreprise- approche par les systèmes d'informations*, Editions CLET 1989.

- [52] **R. ZACKS**, *Du composant au système - introduction aux microprocesseurs* . Edition SYBEX, Paris 1982 .
- [53] **R. ZACKS, A. LESEA**, *Techniques d'interfaces aux microprocesseurs* . Edition SYBEX, Paris 1978.
- [54] **P.E. ZERMIZOGLOU**, " Services de collecte ", *Technique de l'ingénieur*, ELECTRONIQUE N°E122, Fiche E7140 , pp. 1-8, décembre 1988.
- [55] **GRUPO FIAR**, *SIAP SISTEMI et le monde de la météorologie*. nuove tecnologie per l'ambiente e l'informatica, Milano 1993.
- [56] **INTEL DATA BOOK**, 1984.
- [57] **GENERAL INSTRUMENT CORPORATION**, Microelectronics data catalog, 1982.
- [58] **PC MAGAZINE**, Guide to connectivity (version Arabe), Arab Scientific Publishers, Beyrouth 1992..
- [59] **LE GRAND LIVRE DU NANTUKET ET NANTUKET TOOLS II**, Juillet 1994.
- [60] **GROUPE SAGEM SAT- TELSAT**. Notice N° D9672 NXXNTEC 0892F. Edition 02 Aout 1992.
- [61] **THOMSON EFCIS INTEGRATED CIRCUITS -DATA BOOK**. NOTICE EF7910.

GLOSSAIRE

" Si les mots sont un moyen de communication, les mots nouveaux font parfois barrière à la communication quand ils sont le privilège de quelques uns et incompris du monde extérieur au cercle des initiés".

Jean Carteron.

GLOSSAIRE

Abonné.

Qui à pris un abonnement aux services offerts par les télécommunications (service de téléphonie, service du télex, etc.).

Acquisition de données.

Processus de saisie automatique de données (mesures) ; quand il s'agit d'applications industrielles. On parle de saisie de données pures, quand il s'agit des applications de gestion.

Anémomètre.

Appareil de mesure de la vitesse du vent.

ASCII.

Abréviation du « American Standard Code for Information Interchange ». Standardisé depuis 1970, le code ASCII est à sept bits, il définit le caractère comme unité d'échange d'information.

Asynchrone, transmission.

Mode de transmission généralement associé à une liaison série. Les données sont découpées et transmises bit par bit. Chaque caractère est précédé d'un signal de début (bit start) et suivi d'un signal de fin de caractère (bit stop).

Atténuation.

Diminution de la puissance du signal transmis.

Attribut.

Toute propriété, qualité ou caractéristique qui peut être attribuée à quelqu'un ou quelque chose.

Avis V24.

Normes des types de formes des signaux à échanger sur une jonction entre l'équipement terminal de traitement des données et l'équipement de transmission de données (Avis concernant les vitesses de transmission inférieures ou égales à 19200 bits/s. L'avis V.35 pour les vitesses supérieures à 19200).

Bande passante.

Gamme de fréquences qu'admet un circuit avant atténuation.

Banque de données.

Ensemble de données destinées à faire la somme des informations connues sur un sujet particulier. Ces données sont regroupées sur un fichier et sont accessibles à un groupe d'utilisateurs par l'intermédiaire de terminaux. L'ensemble des techniques nécessaires à l'organisation de ces informations s'appelle base de données.

Base de données.

Ensemble de fichiers reliés entre eux pour rassembler et organiser les données destinés à une ou plusieurs applications.

Capteur.

Élément d'un appareil mesure servant à la prise d'informations relatives à la grandeur à mesurer. (Définition officielle figurant sur la norme NF X07001 de 1970 relative au vocabulaire des instruments de mesurage).

Caractère de synchronisation.

Caractère émis dans une communication pour synchroniser l'émetteur et le récepteur.

CCITT. (International Telegraph and Telephone Consultative Committee)

Comité consultatif international télégraphique et téléphonique . Organisme chargé de normalisation internationale dans le domaine télégraphique et téléphonique. Devenu depuis Mars 1993 le TSB - Telecommunications Standardisation Bureau -.

Centrale de mesure.

Une centrale de mesure est un instrument de mesure complexe, capable de prendre en compte un certain nombre de paramètres, de traiter les données qu'il recueille pour générer des informations partiellement traitées et les présenter en un tableau de bord synthétisant le fonctionnement du processus sous contrôle.

Climax.

Etat idéal d'équilibre atteint par l'ensemble sol - végétation d'un milieu naturel donné.

Collecte de données .

Processus d'acquisition et de transfert de données à distance d'un ou de plusieurs points vers un point central.

Comparateur.

Un comparateur est un circuit d'interface entre les systèmes analogiques et les systèmes numériques. Sa sortie prend deux états en fonction de la différence entre les deux signaux analogiques appliqués aux deux entrées.

Débit.

1 - Rapidité avec laquelle des programmes, des fractions de programmes ou des instructions sont exécutées.

2 - Total des informations traitées ou transmises pendant une période de temps spécifiée.

Débit en Bauds.

Débit d'information mesuré en bauds. Ne peut se confondre avec débit binaire que si la transmission se fait par bits (0 ou 1).

Echantillonneur bloqueur

Il est constitué d'un commutateur associé à un condensateur. Lorsque le commutateur est fermé, la tension aux bornes du condensateur évolue avec la tension d'entrée ; et lorsque le commutateur est ouvert, la capacité conserve cette tension.

Echo.

Défaut de transmission dû à la réflexion d'une partie de l'énergie du signal transmis.

Etablissement d'une ligne.

L'établissement d'une ligne donne lieu à la mise bout à bout de circuits et de tronçons de lignes pour constituer une structure permanente (ligne louée spécialisée) ou temporaire (ligne louée commutée).

Hayes.

Langage de programmation constitué de commandes débutant toutes par " AT ", mis au point par le constructeur Américain Hayes pour établir un dialogue avec un modem

Lacune d'observation.

Jour où il n'y a pas eu observation des paramètres climatiques.

LS.

Liaison Spécialisée, support de transmission pour le téléphone ou pour les données, loué aux PTT pour une utilisation exclusive entre deux ou plusieurs interlocuteurs.

Mesure immédiate.

C'est la mesure où l'évaluation de la grandeur mesurée se fait par comparaison avec la représentation de la mesure ; ce qui n'est possible que pour les longueurs, les masses et le temps.

Mesure par grandeur intermédiaire.

C'est la mesure où l'on a recours presque toujours à des signaux électriques. Ces derniers peuvent être obtenus directement lorsque la grandeur intermédiaire engendre une grandeur électrique (thermoélectricité, piézoélectricité, photoélectricité). Comme ils peuvent être obtenus indirectement lorsque la grandeur intermédiaire est due à une modification des propriétés intrinsèques de l'élément sensible (conductivité, perméabilité,).

Modem.

Appareil permettant la transmission de données numériques sur le réseau téléphonique commuté ou sur liaisons spécialisées. Un modem transforme les données numériques émis en signaux analogiques, et restitue à l'arrivée ces signaux sous forme numérique.

Multiplexeur analogique.

C'est un ensemble de commutateurs à N entrées et une sortie; commandés par un système de logique permettant d'aiguiller l'une des entrées vers la sortie.

Processus.

Un processus peut être considéré comme une séquence d'opérations ou d'actions qui sont conditionnés par des données d'entrée et qui produisent des signaux de sortie. La notion de processus est une notion dynamique, qui permet de rendre compte de l'évolution d'un phénomène ou d'un système [41]. Un processus peut être continu, discret ou mixte.

RTC.

Réseau Téléphonique Commuté; réseau public téléphonique usuel. Accessible à tous, il supporte des débits de 50 à 9600 bit/s, via un modem.

Service.

C'est une activité fournie pour donner aux gens la possibilité d'utiliser quelque chose.

Série de données climatologiques.

C'est une série dont les composantes sont toutes des données d'un même paramètre climatologique observé à une même station et durant une certaine période.

SGBD.

Un Système de Gestion de Base de Données est l'ensemble des programmes nécessaires à la conception et au fonctionnement d'une ou plusieurs bases de données.

Système d'information.

C'est l'ensemble des méthodes et moyens (humains, matériels et logiciels) recueillant, contrôlant, mémorisant et distribuant les informations nécessaires à l'exercice de l'activité en tout point de l'organisation (Cycle de vie de 5 à 6 ans).

Télécommunication.

Le mot télécommunication a été créé en 1904 par Edouard Estaunie qui avait publié un " traité pratique de télécommunication électrique ". Une définition précise en a été donnée en 1947 par la Convention Internationale d'Atlantic City (CIAC).

" Le terme s'applique à toute transmission, émission ou réception de signes, de signaux, d'écrits, d'images ou de renseignement de toute nature par fil optique, radioélectricité ou autres systèmes électromagnétiques".

Téledétection.

On groupe sous le nom de téledétection, l'ensemble des techniques qui permettent d'ausculter " au loin au loin " la surface terrestre.

Télémesure .

Technique d'acquisition de mesures à distance. Les messages d'informations fournis par des appareils de mesure sont transmis vers un centre d'exploitation, de manière continue ou périodique.



ANNEXES

```

* SYSTEME CLIMAX
* Programme principal
clear
set escape on
run ("page1.exe")
***** mot de passe *****
psy='TOM'
mp=space(3)
j=0
@ 12,28 say "MOT DE PASSE : "
set console off
do while mp<>psy
  if j=3
    clear
    quit
  endif
  j=j+1
  accept to mp
enddo
set console on
*****
run ("debut.exe")
set wrap on
set date french
set scoreboard off
set scoreboard off
set escape on
set message to 24 center
set wrap on
set color to /bg,
clear
for i=1 to 24
@ i,0 say replicate("█",80)
next
do openfiles
set color to /w
@ 0,0 clear to 0,79
set color to n/w,w/r
0,0 say " ENP/Dépt Electronique CLIMAX "
@ 1,20 prompt " GESTION CENTRALE " message "Acquisition des données"
@ 1,40 prompt " GESTION BDD" message "Gestion de la base de données"
@ 1,70 prompt " QUITTER " message " Fin session Sortir au dos "
menu to men1
do case
case men1=1
save screen to ms
do acqui
clear
restore screen from ms
case men1=2
save screen to ms
do BDD
clear
restore screen from ms
case men1=3
set color TO
clear
return
ENDCASE
enddo
*****
procedure acquisition
declare tab1[4]
tab1[1]=" EXPLOITATION"
tab1[2]=" VISU SECT/STATION"

```

```

e u to men1
do case
case men1=1
save screen to ms
do centre
clear
restore screen from ms
case men1=2
save screen to ms
do bdd
clear
restore screen from ms
case men1=3
save screen to ms
clear
restore screen from ms
set color TO
clear
return
CASE
do
procedure centre
while .t.
color to w/b
@ 0,20 clear to 0,58
@ 0,30 say " GESTION CENTRALE"
set color to /w
@ 1,0 clear to 1,79
set color to b/w+
@ 1,0 prompt " CONFIGURATION " message " Configuration de la centrale "
@ 1,16 prompt " MISE A JOUR" message " Mise à jour des données "
@ 1,31 prompt " ACQUISITION " message " Acquisition des données "
@ 1,72 prompt " QUITER " message " Revenir au menu précédent "
menu to men2
do case
case men2=1
save screen to ms1
do config
clear
restore screen from ms1
case men2=2
save screen to ms1
do maj
clear
restore screen from ms1
case men2=3
save screen to ms1
do aquit
clear
restore screen from ms1
case men2=4
clear
return
ENDCASE
enddo
return
while .t.
color to w/b
@ 0,20 clear to 0,58
@ 0,30 say " GESTION BDD "
color to /w
@ 1,0 clear to 1,79
set color to b/w+

```

```

1,0 prompt " CENTRALE " message " Consultation des informations concernant la
   centrale "
1,15 prompt " PARAMETRE " message " Consultation des parametres acquis "
1,27 prompt " TRAITEMENT " message " traitements des données "
1,40 prompt " EMISSION " message " Emission et reception des données "
1,51 prompt " SAUVEGARDE " message " Sauvegarde et réorganisation des fichiers

1,72 prompt " QUITER " message " Revenir au menu précédent "
  1 to men3
  case
se men3=1
    save screen to ms2
    do ctrale
    clear
    restore screen from ms2
e men3=2
    save screen to ms2
    do parametre
    clear
    restore screen from ms2
se men3=3
    save screen to ms2
    do traite
    clear
    restore screen from ms2
e men3=4
    save screen to ms2
    do emission
    clear
        restore screen from ms2
se men3=5
    save screen to ms2
    do svg
    clear
    restore screen from ms2
e men3=6
    clear
    return
CASE
  to
return

```

```

tab2[1]=" reinitialisation centrale "
tab2[2]=" réinitialisation station "
TAB2[3]=" modifucation "
@ 4,14 to 8,29
do while .t.
set color to n/w,w/r
res1=achoice(5,15,7,28,tab2)
do case
case res1=1
save screen to ms2
do inic
clear
restore screen from ms2
case res1=2
save screen to ms2
do inis
clear
restore screen from ms2
case res1=3
save screen to ms2
do modif
clear
restore screen from ms2
case lastkey()=27
exit
endcase
enddo
RETURN

```

```

procedure visu
declare t21[2]
t10[1]="EDITION SATATION"
t10[2]="IDENTIFICATION"
@ 4,14 TO 7,25
do while .t.
res21=achoice(5,15,6,24,t21)
do case
case res21=1
save screen to ms10
do liste
clear
restore screen from ms10
case res21=2
save screen to ms10
do ident
clear
restore screen from ms10
case lastkey()=27
exit
endcase
enddo
return

```

```

procedure Acquistion
declare tab1[2]
tab1[1]=" appel satation "
tab1[2]=" lecture "
@ 5,33 to 10,57
do while .t.
set color to n/w,w/r
res=achoice(6,34,10,56,tab1)
do case
case res=1
save screen to ms3
do app

```

```
clear
restore screen from ms3
case res=2
save screen to ms3
do lect
clear
restore screen from ms3
case LASTKEY()=27
exit
endcase
enddo
return
```

```
procedure consultation
declare tab1[5]
tab1[1]=" station "
tab1[2]=" pluviometrie "
tab1[3]=" température "
tab1[4]=" vitesse du vent"
tab1[5]=" pression "
@ 6,16 to 12,33
do while .t.
set color to n/w,w/r
res=achoice(7,17,12,32,tab1)
do case
case res=1
save screen to ms4
do stat
clear
restore screen from ms4
case res=2
save screen to ms4
do pluv
return
clear
restore screen from ms4
case res=3
save screen to ms4
do temp
clear
restore screen from ms4
case res=4
save screen to ms4
do viv
clear
restore screen from ms4
case res=5
save screen to ms4
do prs
restore screen from ms4
case lastkey()=27
exit
endcase
enddo
return
```

```
procedure traitements
declare tab1[3]
tab1[1]=" HISTORIQUE "
tab1[2]=" LACUNES "
tab1[3]=" OBSERVATION "
@ 6,16 to 12,33
do while .t.
set color to n/w,w/r
res=achoice(7,17,12,32,tab1)
```

```
clear
restore screen from ms3
case res=2
save screen to ms3
do lect
clear
restore screen from ms3
case LASTKEY()=27
exit
endcase
enddo
return
```

```
procedure consultation
declare tab1[5]
tab1[1]=" station "
tab1[2]=" pluviometrie "
tab1[3]=" température "
tab1[4]=" vitesse du vent"
tab1[5]=" pression "
@ 6,16 to 12,33
do while .t.
set color to n/w,w/r
res=achoice(7,17,12,32,tab1)
do case
case res=1
save screen to ms4
do stat
clear
restore screen from ms4
case res=2
save screen to ms4
do pluv
return
clear
restore screen from ms4
case res=3
save screen to ms4
do temp
clear
restore screen from ms4
case res=4
save screen to ms4
do viv
clear
restore screen from ms4
case res=5
save screen to ms4
do prs
restore screen from ms4
case lastkey()=27
exit
endcase
enddo
return
```

```
procedure traitements
declare tab1[3]
tab1[1]=" HISTORIQUE "
tab1[2]=" LACUNES "
tab1[3]=" OBSERVATION "
@ 6,16 to 12,33
do while .t.
set color to n/w,w/r
res=achoice(7,17,12,32,tab1)
```

```
enddo
return
*****
procedure sauvegarde
set color to /w
clear
ph1="Mettez la disquette de sauvegarde dans l'unite A"
ph2="taper RETURN pour confirmer ESC pour abandonner"
set color to
@ 10,40-len(ph1)/2 clear to 15,44+len(ph1)/2
set color to w+/b+
@ 9,38-len(ph1)/2 clear to 14,42+len(ph1)/2
@ 9,38-len(ph1)/2 to 14,42+len(ph1)/2
@ 10,40-len(ph1)/2 say ph1
@ 13,40-len(ph2)/2 say ph2
wait''
if lastkey()=27
return
endif
close databases
copy file CENTRALE.dbf to a:CENTRALE.dbf
copy file STATION.dbf to a:STATION.dbf
copy file HIST.dbf to a:HIST.dbf
copy file Trait.dbf to a:Trait.dbf
copy file observ.dbf to a:observ.dbf
set color to w/b
@ 20,30 say "SAUVEGARDE EFFECTUÉE"
wait ""
return
```

