

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOULOU MAMMERI, TIZI-OUZOU



FACULTE DE GENIE ELECTRIQUE ET DE L'INFORMATIQUE
DEPARTEMENT D'ELECTRONIQUE

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention

Du Diplôme de Master II en Electronique

Option : Réseaux et Télécommunications

Thème :

***Acquisition des données météorologiques en utilisant le
réseau GSM de Mobilis de TIZI OUZOU.***

Application: cas de la température

Proposé et dirigé par :
Mr. LAHDIR .M
Mr. LAHDIRI .T

Présenté par :
M^{lle}. SELMANI Sonia
M^r. AMARNI Amar

Année universitaire 2010/2011

Remerciements

Nous remercions tout d'abord, notre dieu qui nous a donné toutes les capacités et le courage pour terminé nos études et élaborer ce modeste travail.

Nous tenons à exprimer nos plus sincères remerciements à notre promoteur Mr.Lahdir Mourad, qui nous a aidés tout au long du travail.

Un grand merci à notre Co-promoteur Mr. LAHDIRI Toufik pour ses encouragements et ses orientations qui nous ont beaucoup aidés aux cours de notre projet.

Un grand merci à Mr HAMDAD Karim, Mr. LAHDIR Smail et toute l'équipe de Mobilis pour leurs informations qui nous a beaucoup servis.

Nous tenons à remercier également nos amis (es) et nos familles pour leurs aides considérables.



Dédicaces

Au nom de dieu miséricordieux

Je dédie ce travail :

A tous ceux qui me sont très chers,

Mes chers parents.

A mes chères sœurs Talzes, Kahina et leurs maris et ma belle sœur Farida.

A mes chers frères Elman, Massinissa, Amar, Reda et Koceila .

A mes très chères nièces Tinhinan, Ouiza, Marissa et Sarah.

A mes chers(es) cousins et cousines et ma grand-mère.

A toute ma famille sans exception.

A mes chers amis(es)

A mon binôme Amar

A tous ceux qui font partie de ma vie et qui sont chers (es) à mon cœur.

Que dieu nous protège et nous préserve le bonheur et la santé.

Je dédie avec ma profonde affection, ce travail.

SONIA



Created with

 **nitro**PDF[®] professional

download the free trial online at nitropdf.com/professional



Dédicaces

Au nom de dieu miséricordieux

Je dédie ce travail :

A tous ceux qui me sont très chers,

Mes chers parents.

A mes chères grands-mères

A mes chers frères Mohammed et Ahmed.

A mes chères sœurs Lila, Nadia, Akila, Sarah.

A toute ma famille sans exception.

A ma binôme Sonia

A mes chers amis(es) et tous les étudiants de MASTER II

A tous ceux qui font partie de ma vie et qui sont chers (es) à mon cœur.

Que dieu nous protège et nous préserve le bonheur et la santé.

Je dédie avec ma profonde affection, ce travail.

Amar



Sommaire

SOMMAIRE

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

Chapitre I : généralité sur le réseau GSM

I. Introduction au GSM	2
I.1. Architecture du réseau GSM	2
I.1.1 La station mobile	3
I.1.2.Le sous system de transmission radio(BSS)	3
I.1.2.1.La station de base de transmission (BTS)	3
➤ Les macros BTS	4
➤ Les micros BTS	4
➤ Les BTS ciblées.....	5
➤ Les Amplificateurs	5
I.1.2.2.Le contrôleur de station de base (BSC)	5
I.1.3.Le sous-système réseau	6
I.1.3.1.Le centre de commutation mobile (MSC)	6
I.1.3.2.L'enregistreur de localisation nominale (HLR)	7
I.1.3.3.Le centre d'authentification (AUC).....	7
I.1.3.4.L'enregistreur de localisation des visiteurs (VLR).....	8
I.1.4.Sous-système opération OSS (Opération and Support System)	8
I.2. Le Handover	8
I.3.Les interfaces réseau	9
I.3.1.L'interface Um	9
I.3.2.L'interface A-bis.....	9
I.3.3.L'interface A	9
I.3.4.L'interface X.25	10
I.3.5.Interface E	10
I.3.6.Interfaces B, C, D, G, H	10
I.4.Les caractéristiques du réseau GSM	10
I.4.1.Le multiplexage	10
I.4.1.1.Le multiplexage FDMA	10
I.4.1.2.Le multiplexage TDMA	11
I.4.2.La modulation GMSK	11
I.4.3.Les bandes fréquentielles	13
I.5.Conclusion	13

Chapitre II : étude de sous système radio

II. Introduction	14
II.1.Définition d'une station de base	14
II.1.1.Les BTS en Algérie	14
II.1.1.1.Les fonctions de la BTS	14
II.1.2.L'architecture de la BTS.....	15
II.1.2.1.Le système d'Antennes	15
➤ Les antennes	15
➤ L'amplificateur TMA (Tower Mounted Amplifier)	15
➤ L'intercepteur de foudre (lighting protection)	16
➤ Les câbles d'alimentations	16

II.1.2.2.L'unité radio (émetteur /récepteur)	16
II.1.2.3.Le cabinet de transmission TMR	16
II.1.2.4.L'RBS	16
II.1.2.4.1.Définition de l'RBS	16
II.1.2.4.2.Les caractéristiques de l'RBS	16
II.1.2.4.3.L'architecture de l'RBS	17
➤ Unité de connexion AC(ACCU)	17
➤ Unité de connexion DC(DCCU)	18
➤ Unité combinatoire et de distribution (CDU)	18
➤ Unité de configuration de commutateur (CXU)	18
➤ Unité d'émission /récepteur double d TRU	18
➤ Unité de communication de distribution (DXU 21)	18
➤ Unité de contrôle de la ventilation FCU	19
➤ Unité d'alimentation de puissance (bloc alimentation PSU)	19
➤ Filtre DC	19
➤ Unité d'antennes partagées(ASU)	19
➤ Unité d'expansion facultative (OXU)	10
➤ Les bus de connexion	20
➤ Bus local (local bus)	20
❖ X-bus	20
❖ Bus CDU	20
❖ Boucle de communication de puissance	21
II.1.2.5.Trame de distribution(DF) et les alarmes externes.....	21
II.1.2.5.1.Les alarmes externes	21
II.1.2.5.2.Les étapes de connexion des alarmes	22
II.1.2.6Le cabinet de transmission TMR.....	23
II.1.2.7.Le climatiseur	23
II.1.2.8.Le système des batteries BBS (backup battery)	24
II.2.La station de base de contrôle BSC	24
➤ Le standard 2Mbit/s (E1)	25
➤ Le standard 1,5 (T1)	25

Chapitre III : conception matériel et logiciel

Partie A : conception matériel.

III. Introduction	26
III.A.1. principe de fonctionnement de la carte d'acquisition.....	26
III.A.1.1.Etude des différents blocs	26
III.A.1.1.1.Microcontrôleur 16F876A.....	26
III .A.1.1.1.a .Le choix du microcontrôleur : le 16F876A	26
III.A.1.1.1.b .Les éléments de base PIC 16F876A	27
➤ les mémoires du PIC 16F876A	29
➤ L'horloge	29
➤ Les ports d'entre/ sortie	30
➤ Circuit de reset	30
➤ Le module MSSP en mode I2C	31
➤ Le bus I2C	31
➤ Le module USART	32
➤ Liaison RS232	33
III.A.1.1.2.avantages d'utilisation du pic 16F876A.....	33

III.A.1.2.Capteurs.....	34
III.A.1.2.1.Capteur de température à sortie I2CDS1621.....	34
➤ Le diagramme fonctionnel du DS1621	35
III.A.1.3.Bloc affichage.....	35
III.A.1.3.1.Afficheur LCD	36
III.A.1.3.2.Le brochage de l’afficheur LCD	36
III.A.1.3.3.Fonctionnement de l’afficheur LCD	36
III.A.1.4.Bloc alimentation	36

Partie B : conception logiciel

III.B.1.Choix d’un langage de programmation (langage C)	38
III.B.1.1.Le compilateur C de CCS dans sa version PWH.....	38
III.B.1.2.Environnement de travail sous ccs	40
III.B.1.2.1.Création d’un projet.....	40
III.B.1.2.2Edition d’un programme	41
III.B.2.Les étapes de programmation du pic avec WinPic800_3.55G.....	42

Chapitre IV :partie pratique

IV. Introduction.....	45
IV.1.Réalisation pratique.....	45
IV.1.1. Circuit imprimé de la carte.....	45
IV.1.1.1.L’insolation	45
IV.1.1.2.La gravure	45
IV.1.1.3.Le perçage	45
IV.2.Implantation des composantes de la carte.....	45
IV.2.1.Schéma électrique de notre carte	46
IV.2.2.Nomenclature des composants.....	49
IV.2.3.Organigramme de fonctionnement de la carte	50
IV.3.Connexion de la carte avec le DF (comme une alarme externe)	51
IV.3.1Configuration de la base de données (IDB)	51
IV.3.2.Récupération des alarmes au niveau du BSC.....	54
IV.3.2.1.Les commandes utilisées dans ce logiciel.....	54
IV.4.Conclusion	57

Conclusion générale	58
---------------------------	----

Abréviation

Bibliographie

Introduction générale

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Au début des années 80, la plupart des systèmes de téléphonie mobile étaient analogiques, ils étaient incapables de supporter une capacité croissante. Par conséquent, la convergence a eu lieu vers les systèmes numériques qui offrent une signalisation plus facile, moins d'interférences. L'intégration de transmission et de commutation et enfin une aptitude à supporter et à gérer plus de trafic et par suite une capacité meilleure. Durant l'évolution des réseaux cellulaires, plusieurs systèmes ont été développés sans être standardisés ce qui cause beaucoup de problèmes liés surtout à la compatibilité. En tant que solution, le GSM (Global System for Mobile communication) est la première norme de téléphonie cellulaire de seconde génération, elle constitue désormais la référence mondiale pour les systèmes radio mobiles.

L'introduction à la mobilité dans les réseaux téléphonique mobiles nécessite l'intégration des nouvelles fonctions et services. Le système GSM est maintenant opérationnel et largement utilisé. Il a connu beaucoup de succès, le domaine d'utilisation du GSM est vaste. On l'utilise aussi dans la météorologie, comme par exemple la surveillance climatique pour les champs d'agriculture ou bien la surveillance de la température de l'environnement intérieur de la BTS (base transceiver station) du GSM à distance. La mesure des grandeurs physiques en météorologie est réalisée par des sondes et capteurs répondant à des spécifications techniques et des normes d'installation précises. Pour connaître la température intérieure de la BTS, on a pensé à réaliser une carte d'acquisition de la température à base d'un capteur.

Pour ce faire notre mémoire est subdivisé en quatre chapitres. Dans le premier chapitre nous avons étudié les généralités sur le réseau GSM. Dans le deuxième chapitre nous avons étudié le sous système radio. Dans le troisième chapitre nous avons mentionnée les différents composants et logiciels pour la réalisation de la carte d'acquisition. Dans le quatrième chapitre nous avons réalisé la carte d'acquisition de la température ainsi que son implantation dans une BTS au niveau de Mobilis de TIZI OUZOU.

Nous avons terminé notre mémoire par une conclusion générale ainsi que des perspectives

CHAPITRE I

Les généralités sur le réseau GSM

I. Introduction au GSM :

Le système GSM est un système cellulaire et numérique de télécommunication mobile représente l'un des succès industriels les plus marquants de ces dernières années, plus de 180 pays ont adopté cette norme car il offre un très grand nombre de services, il permet la transmission des informations entre les abonnés, chaque point de couverture s'étale sur une cellule de rayon 50Km avec une BTS au centre de chaque cellule, l'utilisateur se trouvant dans cette zone possède une bande fréquentielle statique allouée à son téléphone, qu'il s'occupe avec ou sans communication. Ainsi une station pourrait fournir autant de canaux de communication que de bandes de fréquences disponibles, c'est ce qu'on appelle le multiplexage FDMA (Frequency Division Multiple Access) dans ce chapitre on a étudié l'architecture et les caractéristiques du réseau GSM et le rôle de chacun de ses constituants afin de comprendre le vrai sens du GSM.

I.1. Architecture du réseau GSM :

L'architecture du réseau GSM se divise en quatre sous-systèmes :

- La station mobile.
- Le sous système radio.
- Le sous système réseau ou d'acheminement.
- Le sous système opérationnel ou d'exploitation et de maintenance. ces différents sous-systèmes sont référencés à la figure ci-dessous :

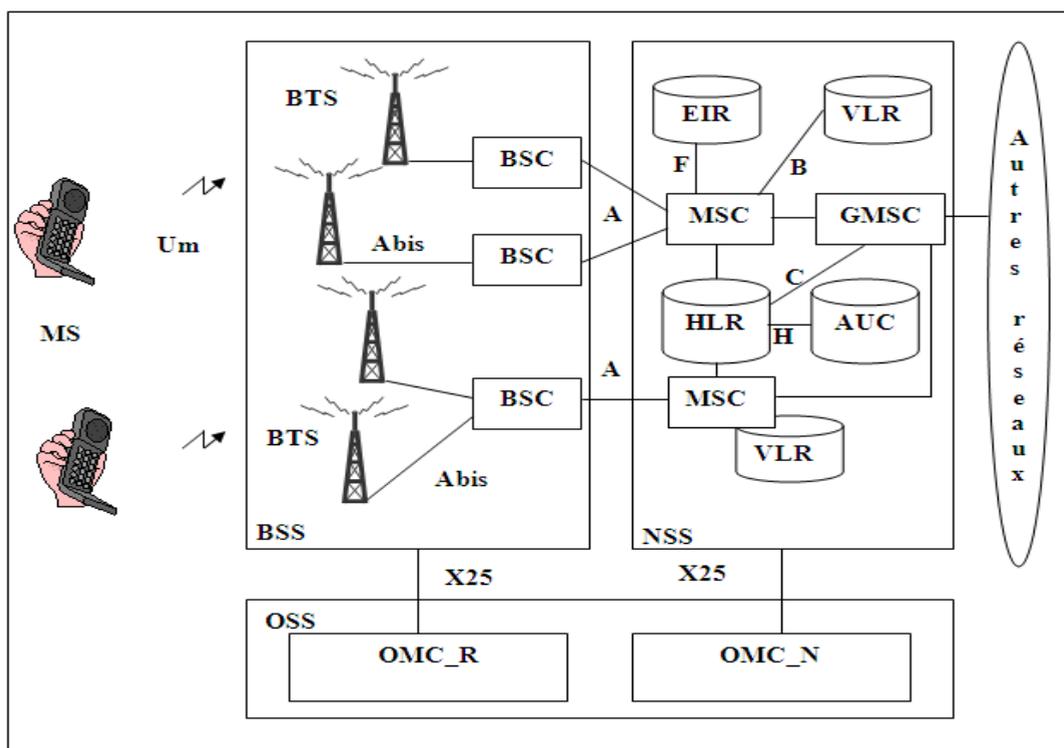


Figure I.1 : Un schéma représentant l'architecture du réseau GSM

I.1.1.La station mobile :

Elle est représenté par un terminale (téléphone mobile) et une carte SIM (subscriber identity module) elle est sous forme d'une carte à puce .Ce sont les deux seuls éléments pour lesquelles l'abonné à l'accès directement. Le terminale est un appareil qui contient un émetteur /recepteur.la carte SIM est considéré comme un élément de base de données, caractériser par les paramètres signalés dans le tableau suivant :

Paramètres	Commentaires
<i>Données administratives</i>	
PIN/PIN2	Mot de passe demandé à chaque connexion
PUK/PUK2	Code pour débloquer une carte
Langage	Langue choisie par l'utilisateur
<i>Données liées à la sécurité</i>	
Clé K_i	Valeur unique, connue de la seule carte SIM et du HLR
CKSN	Séquence de chiffrement
<i>Données relatives à l'utilisateur</i>	
IMSI	Numéro international de l'abonné
MSISDN	Numéro d'appel d'un téléphone GSM
<i>Données de "roaming"</i>	
TMSI	Numéro attribué temporairement par le réseau à un abonné
Location updating status	Indique si une mise à jour de la localisation est nécessaire
<i>Données relatives au réseau</i>	
Mobile Country Code (MCC), Mobile Network Code (MNC), etc	Identifiants du réseau mobile de l'abonné
Numéros de fréquence absolus	Fréquences utilisées par le PLMN

Tableau I.1:représente les paramètres de la carte SIM

I.1.2.Le sous system de transmission radio(BSS) :**I.1.2.1.La station de base de transmission (BTS) :**

Dans le réseau GSM une BTS (base transceiver station) est un ensemble des éléments qu'on peut définir comme un ensemble d'émetteurs/récepteurs elle assure la couverture radioélectrique d'une zone du réseau appelée cellule .grâce à des antennes directionnelles, une station de base peut être partitionné en plus petites cellules qui sont des portions de celles de départ et qui utilisent des fréquences porteuses différentes cellules.

Une BTS représente un point d'entrée dans le réseau aux abonnés, présente dans sa cellule pour recevoir ou transmettre des informations et elle gère au maximum 8 communications simultanément. C'est le multiplexage AMRT (accès multiple de répartition dans le temps) qui impose cette limite. La superficie d'une cellule varie grandement entre les espaces urbaines et les espaces ruraux. On distingue les différents types de BTS suivantes :

➤ **Les macros BTS :**

Ces BTS recouvrent les macros-cellules, elles se placent dans les zones où la densité de trafic est faible (zones rurales).



Figure I.2 : représente un exemple d'une macro BTS.

➤ **Les micros BTS :**

Elles recouvrent les micros-cellules elles se placent dans les zones où la densité de trafic est forte.



Figure I.3 : un exemple sur les micros BTS

➤ **Les BTS ciblées :**

Elles recouvrent les pico-cellules, elles se placent dans les zones où la densité de trafic est très forte.



Figure I.4: un exemple des BTS ciblés

- **Les Amplificateurs** : amplifient un signal de faible puissance laissée par la BTS mère pour l'émettre vers les zones non atteintes par le signal, au lieu d'utiliser une autre BTS.

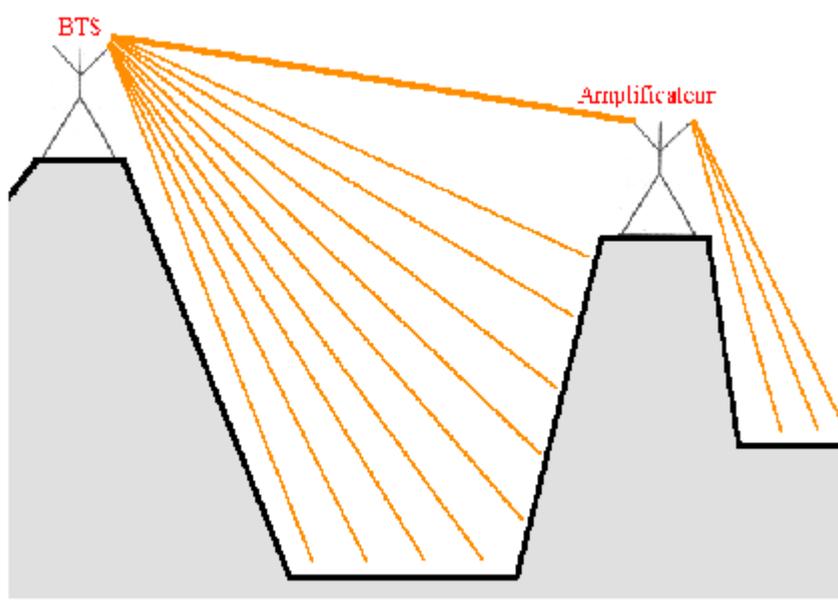


Figure I.5 : représente un amplificateur BTS.

I.1.2.2. Le contrôleur de station de base (BSC) :

Cet équipement est l'élément le plus intelligent dans la partie de BSS, il assure l'interface avec le segment NSS (Network Sub-System) avec lequel il dialogue à travers des liaisons de types MIC (Modulation par impulsion et codage). Il assure également le contrôle des BTS qui dépend de lui. ses fonctions principales sont :

- L'allocation des canaux de communication.
- Le traitement des mesures des niveaux d'émission BTS et mobiles.
- La concentration des circuits routés vers le MSC.

- La gestion des liaisons de communications.



Figure I .6 :représentant le BSC.

I.1.3 Le sous-système réseau :

Le sous-système réseau, appelé Network Sub-System (NSS), joue un rôle essentiel dans un réseau mobile. Les éléments du NSS prennent en charge toutes les fonctions de contrôle et d'analyse des informations contenues dans des bases de données nécessaires à l'établissement de connexions utilisant une ou plusieurs des fonctions suivantes : (chiffrement, authentification ou roaming). NSS est constitué de :

- Mobile Switching Center (MSC).
- Home Location Register (HLR)/ Authentification Center (AuC).
- Visitor Location Register (VLR).
- Equipment Identity Register (EIR).

I.1.3.1. Le centre de commutation mobile (MSC) :

Le centre de commutation mobile est relié au sous-système radio via l'interface A. Son rôle principal est d'assurer la commutation entre les abonnés du réseau mobile et ceux du réseau commuté public (RTCP) ou du réseau ISDN (Integrated service digital network). D'un point de vue fonctionnel, il est semblable à un commutateur des réseaux ISDN, mis à part quelques modifications nécessaires pour un réseau mobile.

De plus, il participe à la fourniture des différents services aux abonnés tels que la téléphonie, les services supplémentaires et les services de messagerie. Il permet encore de mettre à jour les différentes bases de données (HLR, VLR et AuC) qui donnent toutes les informations concernant les abonnés et leur localisation dans le réseau.

Les commutateurs MSC d'un opérateur sont reliés entre eux pour la commutation interne des informations. Des MSC servant de passerelle (Gateway Mobile Switching Center, GMSC) sont placées en périphérie du réseau d'un opérateur de manière à assurer une interopérabilité entre réseaux d'opérateurs.

I.1.3.2. L'enregistreur de localisation nominale (HLR) :

Il existe au moins un enregistreur de localisation (HLR) par réseau PLMN (Public Land Mobile Network), il faut le voir comme une base de données avec des informations essentielles avec un temps d'accès doit être réduit au strict minimum. Plus la réponse du HLR est rapide et plus le temps d'établissement de la connexion sera petit. Le HLR contient à la fois :

- ❖ Toutes les informations relatives aux abonnés : le type d'abonnement, la clé d'authentification Ki cette clé est connue d'un seul HLR et d'une seule carte SIM les services souscrits, le numéro de l'abonné IMSI (IMSI : International Mobile subscriber Identity) etc.
- ❖ Ainsi qu'un certain nombre de données dynamiques telles que la position de l'abonné dans le réseau-en fait, son VLR est l'état de son terminal (allumé, éteint, en communications, libres,...).

Les données dynamiques sont mises à jour par le MSC. Cette base de données est souvent unique pour un réseau GSM et seules quelques personnes y ont accès directement.

I.1.3.3. Le centre d'authentification (AUC):

Lorsqu'un abonné passe une communication, l'opérateur doit pouvoir s'assurer qu'il ne s'agit pas d'un usurpateur. Le centre d'authentification remplit cette fonction de protection des communications. Pour ce faire, la norme GSM prévoit deux mécanismes :

1. Le chiffrement des transmissions radio. Il s'agit d'un chiffrement faible, qui ne résiste pas longtemps à la crypto-analyse.
2. L'authentification des utilisateurs du réseau au moyen d'une clé Ki qui est à la fois présente dans la station mobile et dans le centre d'authentification.

L'authentification s'effectue par résolution d'un défi sur base d'un nombre RAND généré aléatoirement et envoyé au mobile. à partir de ce nombre, un algorithme identique (algorithme A3) qui se trouve à la fois dans la carte SIM et dans l'AuC produit un résultat sur base de la clé Ki et du nombre RAND.

Lorsqu'un VLR obtient l'identifiant d'un abonné, il demande, au HLR du réseau de l'abonnée, le nombre RAND servant au défi et le résultat du calcul afin de le comparer à celui qui sera produit et envoyer par le mobile.

Si les résultats concordent, l'utilisateur est reconnu et accepté par le réseau. Grâce à ce mécanisme d'authentification, un VLR peut accueillir un mobile appartenant à un autre réseau (moyennant un accord préalable entre opérateurs de réseau) sans qu'il ne soit nécessaire de divulguer la clé de chiffrement du mobile. On peut dès lors distinguer trois niveaux de protection :

- La carte SIM qui empêche un utilisateur non enregistré d'avoir accès au réseau.
- Le codage des communications destiné à empêcher l'écoute de celle-ci.
- La protection de l'identité de l'abonné.

I.1.3.4. L'enregistreur de localisation des visiteurs (VLR) :

Cette base de données ne contient que des informations dynamiques et liée à un MSC. Il y en a donc plusieurs dans un réseau GSM. Elle contient des données dynamiques qui lui sont transmises par le HLR avec lequel elle entre en communication. Lorsqu'un abonné entre dans la zone de couverture du centre de communication mobile auquel elle est rattachée. Lorsque l'abonné quitte cette zone de couverture, ses données sont transmises à un autre VLR et suivent l'abonné.

I.1.4. Sous-système opération OSS (Opération and Support System) :

Les éléments constituant les deux sous réseaux précédent sont reliés à distance, via X25, au centre d'exploitation et de maintenance.

Dans un réseau GSM l'OSS comporte un OMC-R (centre d'exploitation et de maintenance radio) et un OMC-N (centre d'exploitation et de maintenance réseau). OSS regroupe trois activités principales de gestion :

- La gestion administrative.
- La gestion commerciale.
- La gestion technique.

Le réseau de maintenance technique s'intéresse au fonctionnement des éléments du réseau, il gère notamment les alarmes, les dysfonctionnements, la sécurité, ... ce réseau s'appuie sur un réseau de transfert de données, totalement dissocié du réseau de communications GSM.

I.2. Le Handover :

C'est un terme anglo-saxon qui signifie le basculement de fréquence lorsque d'un transfert intercellulaire du mobile au cours de la communication sans être arrêté. Au fur et à mesure l'abonné s'éloigne de la première cellule, le signal devient très faible par rapport au signal du début, donc c'est l'antenne de la cellule adjacente qui prend en charge de cette communication.

- **Le principe fonctionnel du Handover est :**
 - ❖ Les mesures faites par le terminal mobile est transmise au BSC courant
 - ❖ La décision prise par le BSC d'effectuer un Handover après identification d'une ou plusieurs cellules sont éligibles, le MSC détermine, en fonction des charges de trafic, la cellule la plus judicieuse à effectuer à la communication ;
 - ❖ La réservation d'un deuxième canal de trafic entre la nouvelle BTS et le mobile.
 - ❖ Un basculement effectué par le mobile sur réception d'une commande émise par le BSC ;

Dans GSM, le Handover s'effectue avec la communication (imperceptible pour l'utilisateur). C'est la structure qui initialise la procédure en fonction des mesures effectuées par les mobiles en communication.

I.3.les interfaces réseau :

Nom	Localisation	Utilisation
Um	Terminal - BTS	Interface radio
Abis	BTS - BSC	Divers (transfert des communications...)
A	BSC - MSC	Divers (transfert de données)
B	MSC - VLR	Divers (transfert de données)
C	GMSC -HLR	Interrogation HLR pour appel entrant
D (1)	VLR - HLR	Gestion des informations d'abonnés et de localisation
D (2)	VLR - HLR	Services supplémentaires
E	MSC - MSC	Exécution des "handover"
F	MSC - EIR	Vérification de l'identité du terminal
G	VLR - VLR	Gestion des informations d'abonnés
H	HLR - AUC	Echange des données d'authentification

Tableau I.2 : représentant les différentes interfaces du réseau GSM

I.3.1.L'interface Um :

C'est l'interfaces entre les deux sous system mobile et le BSS (Base station subscriber).on la nomme couramment « l'interface radio »ou « l'interface air ».

I.3.2. L'interface A-bis:

La couche physique est définie par une liaison PCM à 2Mb/s et la couche liaison de données est composée du protocole Link Access Protocol D-channel(LAPD). Comme, le canal de liaison PCM a un débit unitaire de 64 Kb/s et que le débit par canal radio GSM est de 16 Kb/s, il faut donc adapter le débit. Cette fonction est appelée **transcodage** et elle est réalisée dans une unité appelée TRAU (Transcoding Rate and Adaptation Unit). Deux solutions sont techniquement possibles et rencontrées dans les réseaux GSM :

- ❖ Multiplexer quatre canaux à 13 Kb/s pour produire un canal à 64 Kb/s.
- ❖ Faire passer le débit de chaque canal à 64 Kb/s.

Tous est affaire de compromis et de choisir. L'avantage de la première solution est de diminuer le débit entre la station de base et le BSC ou le trafic est fortement concentré. La seconde solution offre par contre l'avantage de banaliser les équipements du système en ramenant tous les équipements à 64 Kb/s. Souvent, la deuxième solution est utilisée au niveau des commutateurs et la première au niveau du BSC afin de garder l'avantage du faible débit de parole.

I.3.3. L'interface A :

La couche physique est toujours définie par une liaison PCM à 2 Mb/s mais c'est le protocole CCITT numéro 7 qui est utilisé pour la liaison de données.

I.3.4. L'interface X.25 :

Cette interface relie le BSC au centre d'exploitation et de maintenance (OC). Elle possède la structure en 7 couches du modèle OSI.

I.3.5. Interface E

C'est la liaison entre les MSC réalisée par une couche physique utilisant des circuits 2Mbit/s et une liaison de données utilisant le protocole CCITT n°7.

I.3.6. Interfaces B, C, D, G, H :

Elles gèrent une liaison de données entre les différentes entités composant le sous système réseau et le MSC.

- Interface B relie le registre des abonnés visiteurs au MSC
- Interface C relie le registre des abonnés locaux au MSC.
- Interface D relie les deux bases de données HLR et VLR.
- Interface G c'est la liaison entre les VLR.
- Interface H c'est la liaison entre l'AUC et le HLR

I.4. Les caractéristiques du réseau GSM :**I.4.1. Le multiplexage :****I.4.1.1. Le multiplexage FDMA :**

La technique FDMA divise les deux plages de fréquences correspondantes aux liaisons montantes (station mobile vers station fixe) et aux liaisons descendantes (station fixe vers la station mobile), chacune des bandes dédiées au système GSM est divisée en 124 canaux fréquentiels d'une largeur de 200 kHz. Sur une bande de fréquence sont émis des signaux modulés autour d'une fréquence porteuse qui siège au centre de la bande. Les fréquences sont allouées d'une manière fixe aux différents BTS et sont désignées souvent par le terme de "porteuses", de plus, il faut veiller à ce que deux BTS voisines n'utilisent pas des porteuses identiques ou proches ce système occupe un spectre de fréquence très large et fut donc remplacé par un autre système permettant d'allouer une bande de fréquence uniquement en cas de besoin et augmenter potentiellement le nombre d'abonnés jusqu'à une certaine limite en utilisant le multiplexage TDMA.

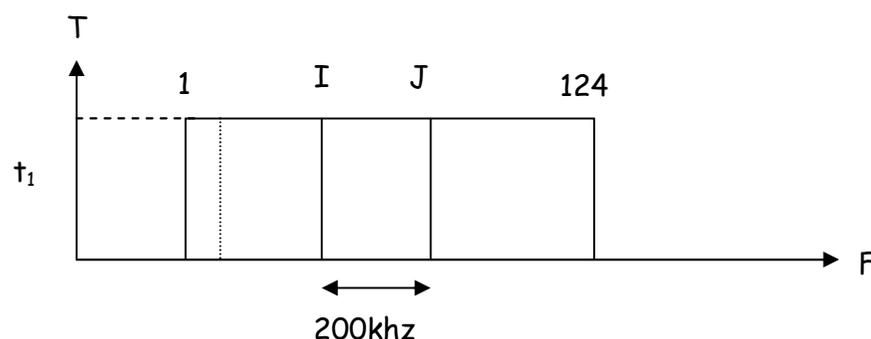


Figure I.7 : AMRF (GSM 900)

I.4.1.2. Le multiplexage TDMA :

Partage en temps (TDMA) (Time Division Multiple Access) Chaque porteuse est divisée en intervalles de temps appelés slots. La durée élémentaire d'un slot a été fixée pour la norme GSM à 7500 périodes du signal de fréquence sur une horloge à 13 MHz et vaut:

$$T_{\text{slot}} = (75/130) \times 10^{-3} \text{ s soit environ } 0.5769 \text{ ms.}$$

Un slot accueille un élément de signal radioélectrique appelé burst. L'accès TDMA permet à différents utilisateurs de partager une bande de fréquence donnée. Sur une même porteuse, les slots sont regroupés par paquets de 8. La durée d'une trame TDMA est donc:

$$T_{\text{TDMA}} = 8 \times T_{\text{slot}} = 4.6152 \text{ ms.}$$

Chaque usager utilise un slot par trame TDMA. Les slots sont numérotés par un indice TN qui varie de 0 à 7. Un "canal physique" est donc constitué par la répétition périodique d'un slot dans la trame TDMA sur une fréquence particulière.

Les concepteurs de GSM ont prévus la possibilité de n'allouer à un utilisateur qu'un slot toutes les 2 trames TDMA. Cette allocation constitue un canal physique à demi-débit par opposition au canal plein débit défini précédemment

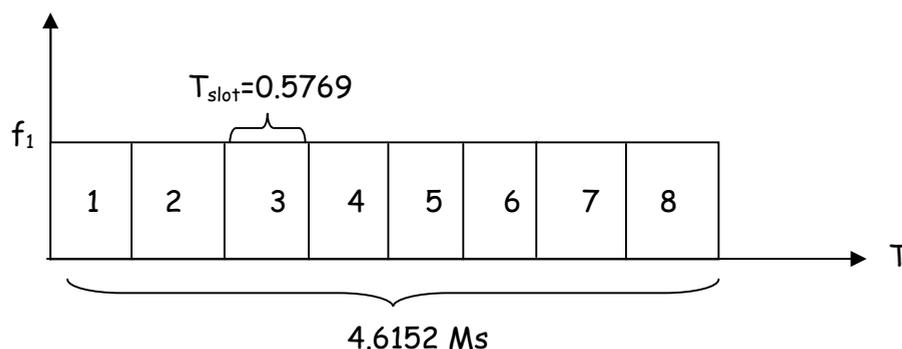


Figure I.8. Structure d'une trame GSM (TDMA 8)

I.4.2. La modulation GMSK :

En raison de la forte variabilité d'amplitude des signaux dans un environnement mobile, on préfère recourir à une technique de modulation angulaire pour ce type d'environnement.

La technique de modulation utilisée pour porter le signal à haute fréquence est la modulation GMSK (**Gaussian Minimum Shift Keying**). Comme le suggère son nom, il s'agit d'une variante d'une modulation MSK appartenant à la famille des modulations de fréquence FM numériques. On utilise la GMSK car, en raison de la transition rapide entre 2 fréquences

($f_c - \Delta f$ et $f_c + \Delta f$), la modulation par MSK aurait nécessité une trop large bande de fréquences. La modulation GMSK consiste en une modulation de fr

portant non pas sur la séquence originale mais sur une nouvelle séquence dont le bit n est produit comme le résultat de la fonction du OU exclusif (XOR) entre le bit courant et le bit précédent. Après application du XOR, le signal est filtré.

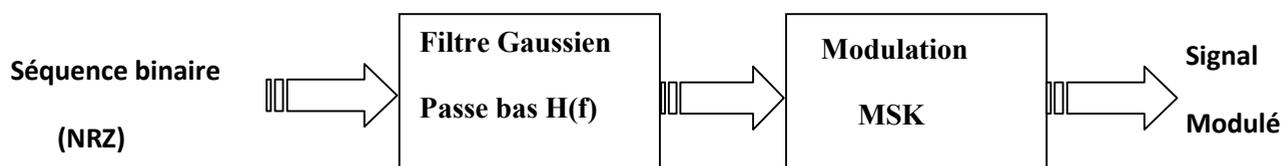


Figure I.9 : Modulateur GMSK

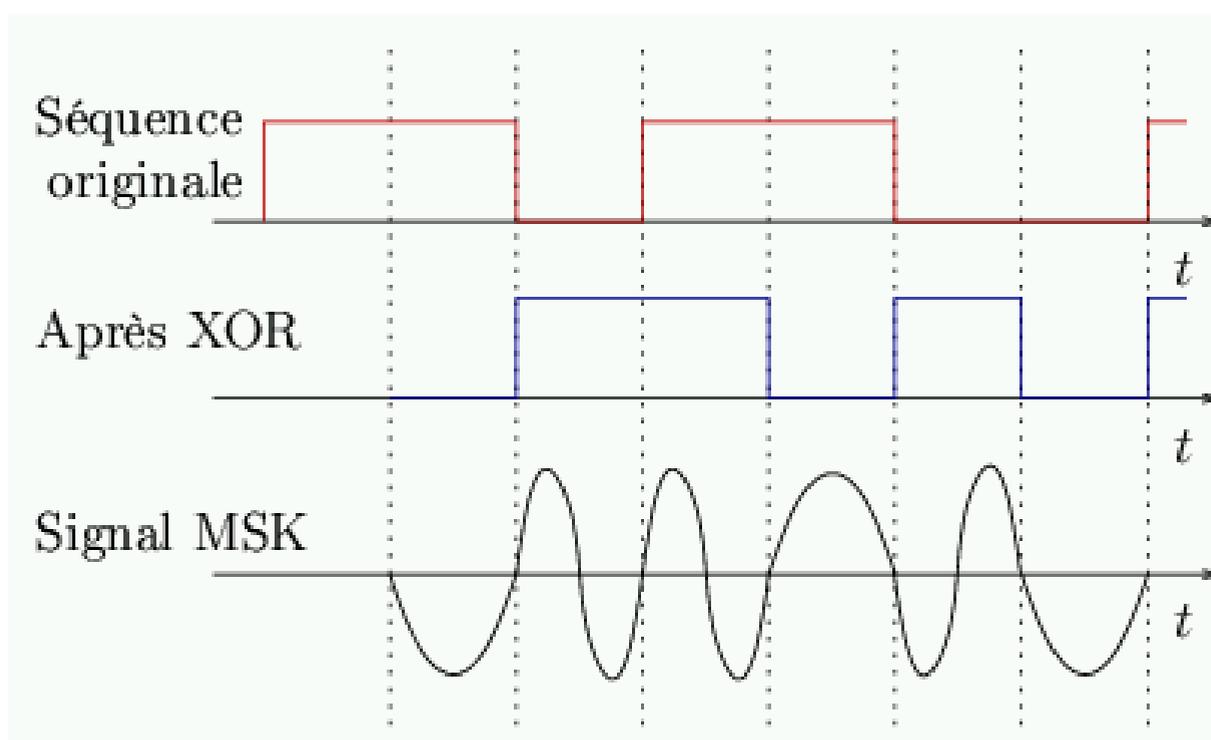


Figure I.10 : Création d'un signal modulé par GMSK au départ d'un train binaire.

Au bout du compte, il faut une largeur de $200 [kHz]$ par fréquence porteuse. Sachant que le débit atteint 270 kb/s , on atteint un rapport du débit à largeur de bande, appelé **efficacité spectrale** proche de 1. Cette valeur est typique pour des environnements mobiles, ce qui signifie que, pour doubler le débit, il n'y a d'autre solution que de doubler la largeur de bande.

I.4.3. Les bandes fréquentielles

	GSM900	GSM1800	GSM1900
Fréquence d'émission du terminal vers la station de base	890-915 MHz	1710-1785MHz	1850-1910MHz
Fréquence d'émission de la station de base vers le terminal	935-960 MHz	1805-1880MHz	1930-1990MHz
Bande fréquence disponible	25+25 MHz	75+75MHz	60+60MHz
Mode d'accès	AMRT/AMRF	AMRT/AMRF	AMRT/AMRF
Espacement des canaux radio	200 kHz	200 kHz	200 kHz
Espacement du duplex	45 MHz	95MHz	80MHz
Nombre de canaux radio par sens	124	375	300
Nombre de canaux de parole plein débit	8	8	8
Type de transmission	Numérique	Numérique	Numérique
Débit brut d'un canal radio	270 kbit/s	270 kbit/s	270 kbit/s
Débit brut d'un canal de phonie à plein débit	22.8 kbit/s	22.8 kbit/s	22.8 kbit/s
Débit d'un codec à plein débit	13 kbit/s	13 kbit/s	13 kbit/s
Type de codage	RPE-LTP	RPE-LTP	RPE-LTP
Type de modulation	GMSK	GMSK	GMSK

Tableau I.3 : les bandes fréquentiels du GSM

II.5. Conclusion :

La mise en place du réseau GSM représente un investissement considérable. Actuellement le réseau GSM ne cesse d'évaluer afin d'assurer une qualité de couverture toujours plus importante. la couverture du réseau est assurée par la multiplication des ensembles BTS-BSC sous une fréquence de travail limité à (GSM900 ou DCS1800) Mhz.

CHAPITRE II

Étude de sous système radio

II. Introduction :

Le sous système radio est le sous système le plus important dans le réseau GSM, c'est lui qui commande et contrôle la transmission des données. Le sous system radio BSS est subdivisé en deux parties :

- ❖ La station de base de transmission BTS (base station tranceiver).
- ❖ La station de base de contrôle BSC (base station controler).

II.1. Définition d'une station de base :

Une station de base est l'élément essentiel du réseau GSM .c'est la BTS qui gère l'émission et la réception, elle est définit comme un premier élément électronique actif du réseau GSM, vu par le mobile. C'est l'élément intermédiaire entre le BSC qui reçoit des informations, donne des ordres et le mobile qui les exécute. Son antenne relais prend les différentes formes selon les besoins de couverture il peut s'agir d'un simple bâton blanc accroché à la façade d'un immeuble en centre ville ou alors il peut être un pylône de plusieurs dizaines de mètres de haut en rase campagne.

Cette antenne est reliée à une armoire électronique qui sert à contrôler les signaux émis et reçus via les câbles nommés « feeder ».

II.1.1.les BTS en Algérie :

Depuis 2002 à se jour, il ya plus de 7500 antennes relais installé à l'échelle national Mobilis, Djezzy, Nedjma n'ont eu cesse, chacun selon sa vision et stratégie de déployé et de mettre à jour leur réseaux de transmission radio.

Pour l'opération historique mobilis, c'est l'équipement suédois ERICSSON (c'est une entreprise suédoise de télécommunication fondée en 1876 par « Lors Magnus ERICSSON » cette marque a fondée avec Sony corporations la marque Sony ERICSSON qui prend en charge l'installation des antennes.

En 2005, ce dernier ce fait appel aux chinois ZTE et HUWEI pour un déploiement rapide de ses infrastructures et leurs renforcement.Pour ce qui est de Djezzy, c'est Alcatel avec la participation de siemens ,qui ont suivis l'évolution du GSM mise en vente en 2001.

En Algérie pour l'opérateur Mobilis utilise les BTS qui possèdent des RBS de la famille 2000 précisément l'RBS 2206.l'RBS 2000 est caractérisé par sa flexibilité, son installation simple et rapide car le coffret viennent rassemblés et les logiciels téléchargés et testés à l'usine avant l'expédition. Ce qui permet de réaliser un réseau externe étendu et rapide.

II.1.1.1.Les fonctions de la BTS :

La BTS réalise plusieurs fonctions :

La transmission radio :

Modulation démodulation codage décodage correction d'erreursetc.

La gestion de la couche physique : le multiplexage ,le saut de fréquence ,le chiffrement...etc.

La vérification des communications : elles assurent ainsi l'interface du téléphone portable avec le réseau GSM (l'interface Um) . La gestion de protocole de gestion sur la voie radio (LAPDm).

II.1.2.L'architecture de la BTS :

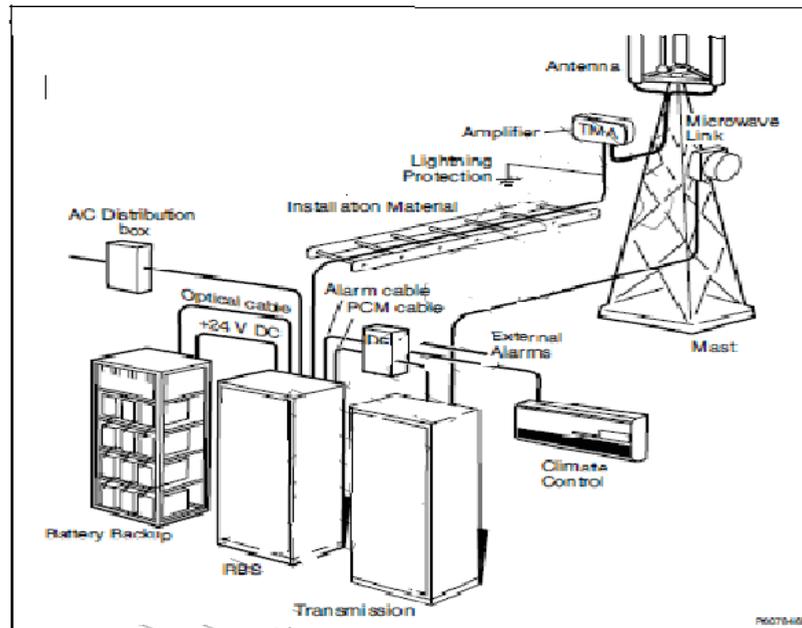


Figure II.1: représente l'architecture de la BTS.

II.1.2.1.Le système d'Antennes :

Le système d'antenne de station de base comprend principalement :

- Les antennes.
- L'amplificateur(TMA).
- L'intercepteur de foudre.
- Les câbles d'alimentation (feeder).

➤ les antennes :

Les antennes sont les composantes les plus visibles du réseau GSM. On les voit un peu partout, souvent sur des hauts pylônes, sur des toits d'immeubles, contre des murs, à l'intérieur des bâtiments ; il arrive assez souvent qu'elles soient invisibles puisque camouflées, pour des raisons esthétiques, à proximité de bâtiment classés « monuments historiques ». Ces antennes permettent de réaliser la liaison Um entre le MS (téléphone mobile) et la BTS.

➤ L'amplificateur TMA (Tower Mounted Amplifier):

Il a le rôle de compenser les pertes du signal causées par les câbles d'antennes .il réduit le bruit de système par un filtre duplexe et améliore la sensibilité du récepteur à l'aide d'un amplificateur à faible bruit.

Le TMA est monté au près des antennes dans le GSM 900 et 1800 il est facultatif, mais pour le GSM 900 est exigé.

➤ **l'intercepteur de foudre (lighting protection) :**

L'intercepteur de foudre est utilisée pour protégé le system d'antenne et pour l'alimentation des dommages du courant issu de la foudre, il est sous forme d'un tube de décharge atteinne une certaine valeur, le tube conduit et décharge le courant.

➤ **les câbles d'alimentations :**

Pour réduire les pertes de transmission, la station de base utilise des câbles de faible perte .il y a plusieurs types de câbles d'alimentation principaux ,7/8pouces (2,22cm) et 5/4 pouces (3,175) qui sont utilisés entre l'antenne et l'alimentation principale, et entre l'antenne et l'amplificateur placé en haut du pylône (TMA) et entre le cabinet (RBS) et l'intercepteur de foudre.

II.1.2.2.L'unité radio (émetteur /récepteur) :

L'intercepteur de foudre, les antennes, l'unité radio et l'amplificateur(TMA) Sont portés par un pylône (MAT) métallique se dernier est relié à un cabinet de transmission TMR.

II.1.2.3.le cabinet de transmission TMR :

Elle se compose d'une interface avec le BSC, d'une interface intérieur entre l'RBS et l'unité radio et elle est reliée aux alarmes externes via un DF distributeur de trames.

II.1.2.4. l'RBS :

Le réseau GSM d'Ericsson possède pour GSM 900 et 1800 de séries fondamentales de station de base : RBS 200 et RBS 2000 pour le système GSM. mobilis de TIZI OUZOU utilise généralement l'RBS 2206. L'Ericsson est particulièrement conçu pour offrir des produits durables avec un coût réduit, cette série offre une installation simple avec un emplacement pour les différents tests.

II.1.2.4.1.Définition de l'RBS :

C'est une station de base de haute capacité, utilisé pour la couverture des zones de type macro cellule On la trouve sur site (chatler) à l'intérieur d'un coffret de dimension (H=1860, L=400) (mm) elle fonctionne sous une température de 5°C à 40°C .elle comporte au maximum 6TRU.

II.1.2.4 .2 .Les caractéristiques de l'RBS :

L'RBS 2206 peut supporter :

- 1,2 ou 3 secteur dans un coffret en utilisant le CDU-F ou CDU-G
- Une transmission/réception discontinue
- Un filtrage duplexe
- Une régulation d'alimentation dynamique
- Le chiffrement/déchiffrement.
- Une expansion par la synchronisation TG.
- Des alarmes externes.
- Les sauts de fréquences.
- Le positionnement avec le GPS, configuration radio supportée par 900, 1800 et 1900Mhz, La diversité de récepteurs
- Une interface de transmission : les alternatives d'interface de transport réseau sont les suivant

T1 :1,5Mb/s

E1 :2Mb/s

- La marge d'alimentation d'entrée AC est 120-250V

II.1.2.4.3.L'architecture de l'RBS :

Le matériel compose d'un certain nombre d'unités et de bus, qui sont décrit brièvement ci-dessous :

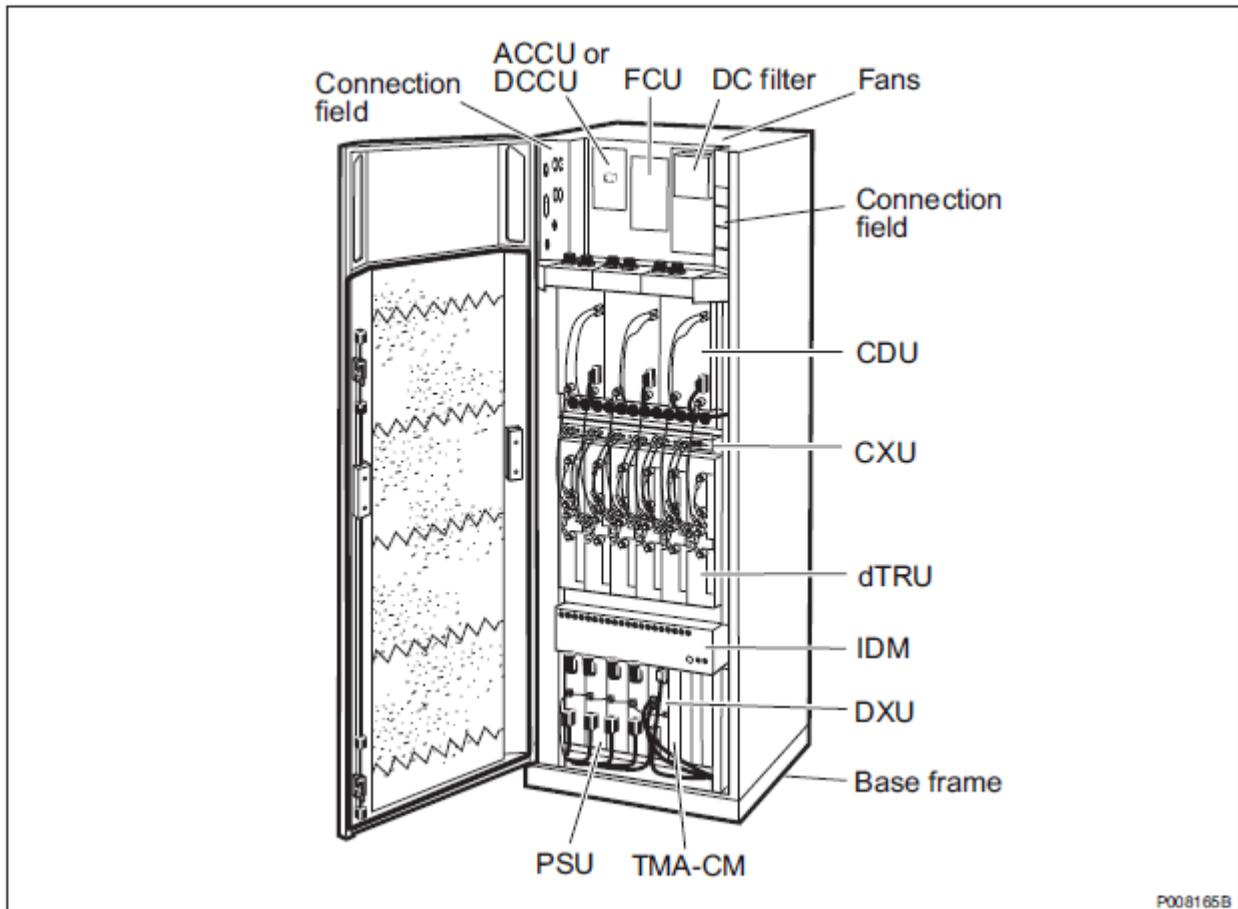


Figure II.2 : schéma représentatif des constituants de L'RBS 2206.

➤ Unité de connexion AC(ACCU) :

L'ACCU traite la distribution et la connexion/déconnexion de la tension d'alimentation de puissance AC entrant au PSU. La connexion/déconnexion est effectuée par le commutateur principal. Cette unité contient aussi un équipement de filtrage.

➤ **Unité de connexion DC(DCCU) :**

L'DCCU traite la connexion/déconnexion de la tension d'alimentation DC entrant au PSU .La connexion/déconnexion est exécuté par le commutateur principal. Cette unité contient aussi un équipement de filtrage.

➤ **Unité combinatoire et de distribution (CDU) :**

Le CDU est une interface entre les émetteurs/récepteur et le système d'antennes, tous les signaux sont filtrés avant la transmission et après la réception au moyen d'un filtre passe bande. Le CDU admet plusieurs d TRU pour partager les antennes .il ya au maximum trois CDU dans l'RBS 2206 pour supporter toute configuration.

Le CDU est matériellement préparé pour supporter la technologie EDGE. Deux types différents CDU sont utilisés.

CDU-F : c'est une combinatoire de filtres destinés pour des solutions de haute capacité.

CDU-G : peut être configuré soit pour une haute capacité soit pour une grande couverture.

❖ **Les fonctions du CDU :**

- le **CDU** combine des signaux transmis de plusieurs émetteur/récepteur et distribue le signal reçus à plusieurs émetteurs/récepteurs.
- Une pré-amplification et distribution de RX.
- Un support de surveillance pour le system d'antenne.
- L'alimentation et la surveillance de l'énergie de l'amplificateur TMA.
- Protège les TRUs de la puissance reproduite par les RF (radio fréquence).
- Le filtrage des RF (radio fréquence)

➤ **Unité de configuration de commutateur (CXU) :**

Le CXU interconnecte le CDU et le d TRU dans le sens récepteur. Le CXU permet d'étendre ou de reconfigurer un cabinet sans le déplacer ou remplacer aucun câble RX .les entrée/sortie RX dans le d TRU et le CDU sont placées dans des positions qui minimisent la quantité et le type de câble pour connecter le CXU et le CDU, le CXU est configuré au moyen d'un logiciel.

➤ **Unité d'émission /récepteur double d TRU :**

Le d TRU comporte deux TRX (2TX et 2RX) pour la transmission et la réception de deux porteuse radio .il a un combinateur intégré avec des possibilités optionnelles de combiner deux signaux TX en un signal TX sortant .il est aussi préparé pour une diversité de 4 branchement RX pour des améliorations avancées. Cette version de d TRU accepte seulement le GMSK et une prochaine version va supporter le GMSK et l'EDGE.

Un d TRU est devisé en trois parties :

- ❖ Unité numérique émetteur/récepteur(TRUD).
- ❖ Bloc émetteur (TX)
- ❖ Bloc récepteur (RX)

➤ **Unité de communication de distribution (DXU 21) :**

Le DXU est l'unité centrale de contrôle de l'RBS .il constitue l'interface vers le BSC, contrôle la puissance et l'équipement de climatisation pour l'RBS, collecte les alarmes et les transmet.

Il a un flashcard (une carte numérique rechargeable) compact et amovible qui offre la possibilité de remplacer un DXU défectueux son avoir besoin de charger le logiciel de l'RBS dans le BSC .il comporte également l'option de la connexion aux lignes de transmissions et traite les lignes PCM 2 Mbit/s(E1) et 1,5Mbit/s (T1).

Le DXU est subdivisé en quatre parties :

- ❖ Commutateur d'interface partie PCM
- ❖ Unité centrale de traitement CPU.
- ❖ Unité centrale de synchronisation CTU.
- ❖ Concentrateur du contrôleur de liaison de transmission de données de niveau élevé (HDLC).

- **Les fonctions principales du DXU sont :**

Le PCM part est semblable au commutateur horaire dans l'RBS .son but est d'extraire les times slots du lien A-bis et de passer vers le TRUs via le bus local .les times slots entrant sont connectés au port PCM-A sur le DXU, les times slots sortant vers le prochain RBS sont connectés au port PCM-B.

L'unité centrale de traitement (CPU) effectue la gestion de ressource dans l'RBS .en outre, elle est responsable :

- ❖ Du chargement et de stockage de logiciel de TRUs.
- ❖ De l'interface à l'OMT.
- ❖ De l'opération et de la maintenance.
- ❖ Des alarmes externes.

Le concentrateur d'HDLC permet la concentration des dispositifs LAPD et le multiplexage de LAPD ceux-ci augmentent la capacité d'une ligne PCM.il lit l'information de signalisation de TRX et la distribue au TRUs ou à l'unité centrale de traitement dans le DXU.

Le CTU produit des impulsions de référence stables pour le TRUs.l'unité de synchronisation peut être synchronisée avec le lien A-bi avec une source externe comme un récepteur GPS (global position system).

- **Unité de contrôle de la ventilation FCU :**

Le FCU contrôle les 4 ventilateurs dans le système de refroidissement en régularisant la vitesse de validation. Le FCU est contrôlé par le DXU.

- **Module de distribution interne IDM :**

L'IDM est un panneau pour la distribution de la puissance interne de +24V DC pour différentes unités. Chaque circuit de distribution dans le coffret est connecté à un circuit interrupteur dans l'IDM.

- **Unité d'alimentation de puissance (bloc alimentation PSU) :**

Les PSU sont disponibles en deux versions, PSU AC pour la connexion principale AC ou PSU DC pour la connexion d'alimentation de puissance DC au -48 OU -60V. Le PSU AC converti 120- 250v pour régulariser +24V DC. Le PSU DC converti -48 -60 V DC pour régulariser +24V.

- **Filtre DC :**

L'unité de filtrage DC est une interface pour l'alimentation de puissance +24V DC ou la batterie de protection.

- **Unité d'antennes partagées(ASU) :**

L'ASU est une partie de Co-emplacement c'est-à-dire en utilisant un autre coffret avec un coffret GSM RBS 2206 dans le même secteur. Le ASU permet au coffret TDMA (ou à un autre) et au cabinet GSM RBS 2206 de partager les antennes RX.

➤ **Unité d'expansion facultative (OXU) :**

il existe 4 positions disponibles pour le RUs supplémentaire dans le sous casier DXU/PSU, par exemple pour TMA-CM et DDX.

Une position OXU 19 inch (pouce, 1inch=2,54cm) est aussi disponible entre le CXU et le sous casier d TRU.

➤ **Les bus de connexion :**

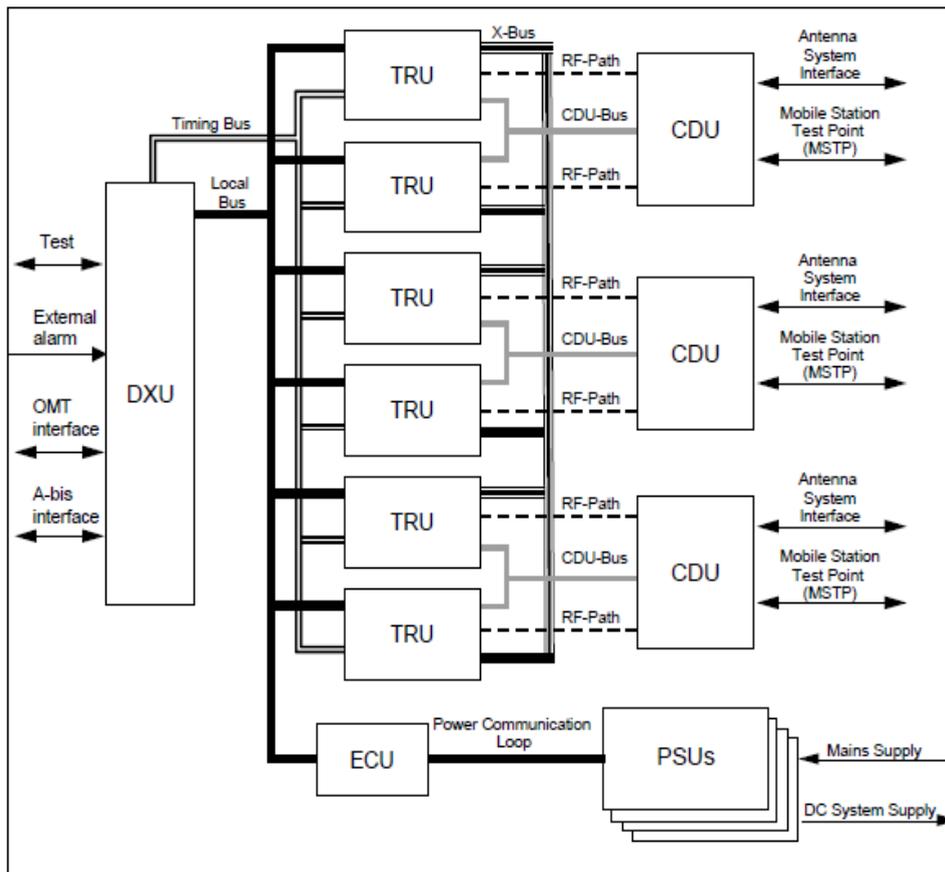


Figure II.3 : schéma représentant le différent type de bus de connexion dans l'RBS.

❖ **Bus local (local bus) :**

Le bus de synchronisation transporte l'information de synchronisation d'air du DXU au TRUs.

❖ **X-bus :**

Ce bus transporte les données en time slot entre TRUs. Ceci est utilisé pour la méthode de saut de fréquence en bande de base.

❖ **Bus CDU :**

Le bus CDU connecte le CDU et TRU et facilite l'interface et la fonction d'organisation scientifique du travail (homme et machine).le bus CDU transfère les alarmes et l'information spécifique des RUs entre le CDU et le TRU.

❖ Boucle de communication de puissance :

Elle est constituée de câble en fibre optique et diffuse l'information de commande et de surveillance entre l'ECU, PSUs et le BFU

II.1.2.5. trame de distribution (DF) et les alarmes externes :

En anglais distribution frame Est un appareil pour la connexion des alarmes externes, c'est un interfaces entre l'RBS et les alarmes avec les câbles PCM et les lignes de transmissions. le DF permet d'installer 16 alarmes externes .le DF doit être installé à une distance de 15m de l'RBS.

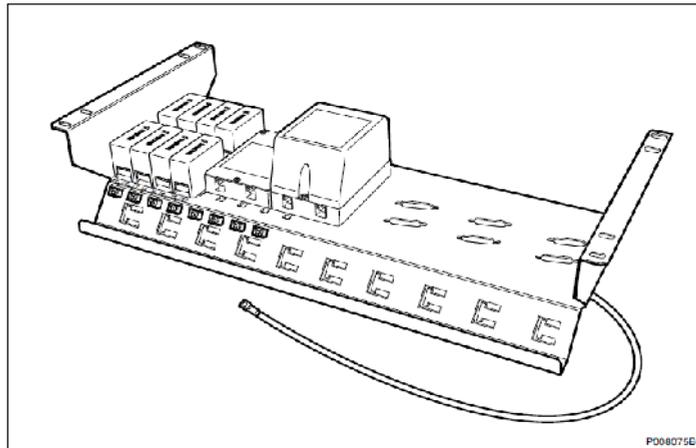


Figure II.4 : schéma représentatif du DF.

Maximum 4 module d'OVP. les module d'OVP sont utilisés pour les deux câbles de connexion (2PCM system ou 1 ESB ligne, per module).

Le DF à le rôle de :

- Traitement numérique des données en bande de base pour 8 canaux à plein débit ou 16 canaux à demi-débit.
- Gérer les canaux radio et piloter les puissances d'émission.
- Contrôler la transmission radio.

II.1.2.5.1. Les alarmes externes :

Le DF possède 15 alarmes externes chaque alarmes signifié un paramètre :

1. panne courant alternatif.
2. panne courant continue.
3. Alarme thermique chauffage.
4. Alarme rupture compresseur.
5. Alarme d'incendie.
6. Alarme filtre sale.
7. Alarme porte ouverte.
8. Alarme haute pression.
9. Alarme basse pression.
10. Alarme haute humidité relative.
11. Alarme basse humidité relative.
12. Alarme générale conditionné.
13. Alarme défaut ventilateur.
14. Alarme haute température $T > 40^{\circ}\text{C}$.
15. Alarme basse température $< 5^{\circ}\text{C}$.

II.1.2.5.2. Les étapes de connexion des alarmes :

1. Connecter les alarmes externes avec le terminal block. Comme la montre la figure Ci-dessous
 - Enlever le couvercle d'extérieur et la carte d'OVP (over voltage protection)
 - Si l'un des câbles est masqué connecter la tresse masquée dans les alarmes à la masse.
 - Fixer les câbles au bornié à vice avec des boulons en utilisant un tourne- visse.
 - mentionner le type de donnée d'alarme dans le cadre du DF-OVP.
 - Insérer la carte d'OVP dans sa place et rendre le cadre à sa place.

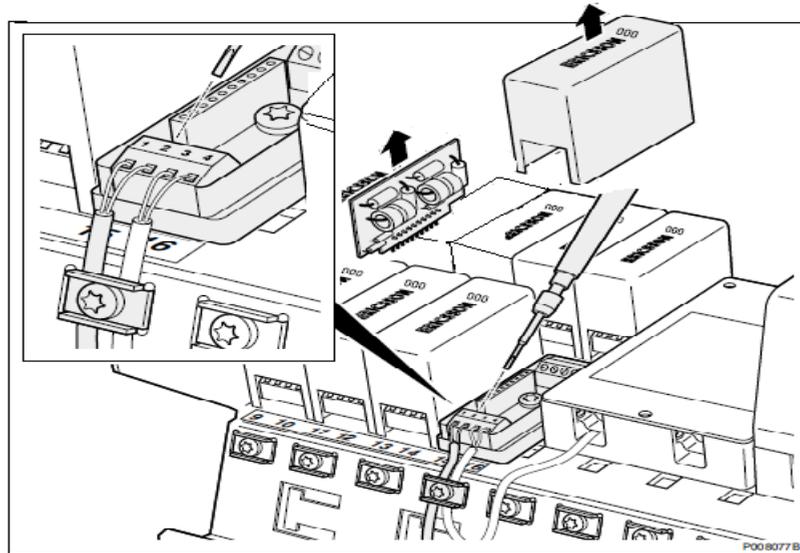


Figure II.5 : connexion des alarmes externes

2. Connecter le module de distributeur
 - Le module de distribution DM est placé à coté des alarmes externes

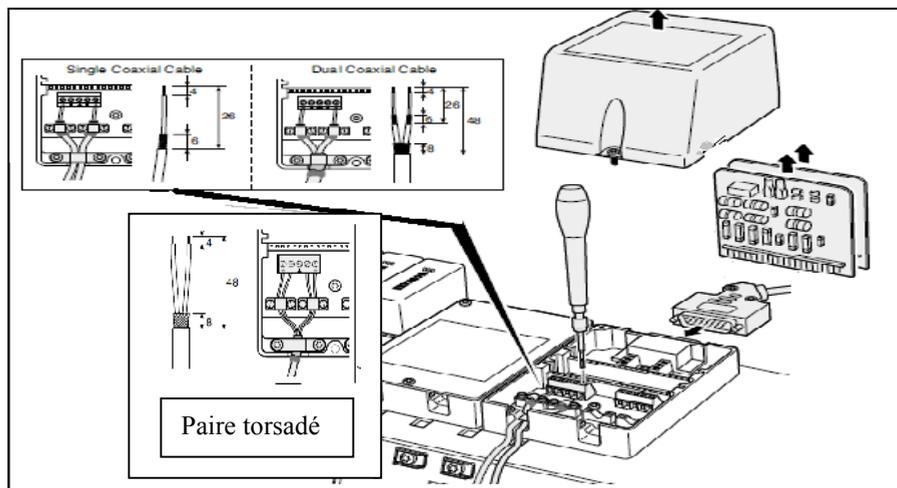


Figure II.6 : connexion du module OVP

3-connecter les câbles PCM vers l'RBS.

- Connecter le câble du 24V entre le DF et l'RBS.

Pour connecter le DF à l'RBS on utilise les câbles PCM qui peut être des single câble (TX1 et RX1) ou bien des dual câbles (TX2 et RX2) ou des pair torsadé .avant de connecter n'importe quelles types de câbles.

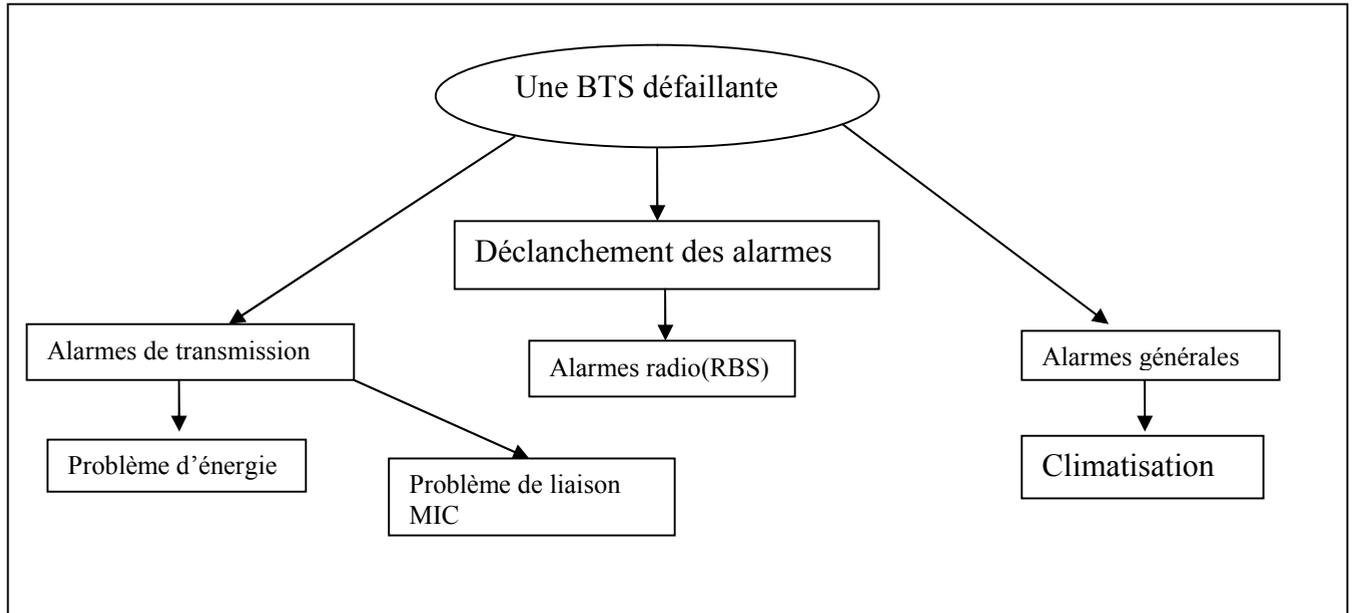


Figure II.7 : Organigramme détection d'une défaillance d'une BTS avec des alarmes

II.1.2.6. Le cabinet de transmission TMR est composé de :

MMU : modulateur/démodulateur

SMU : commutation /multiplexage.

SAU : alimentation de TMR.

Le cabinet de transmission consiste à transmettre tous les informations et les données de l'RBS vers le BSC suivant l'interface A-bis en traversant le canal E1 par exemple les alarmes qui se déclenche au niveau de la station et transmise vers le BSC en suivant le E1.

II.1.2.7. Le climatiseur :

Sert à contrôler l'environnement extérieur et intérieure du cabinet ou se trouve l'RBS, car les équipements fonctionnent sous des conditions bien définis, autrement dit le MEGA-HISSOTTO contrôle et commande les alarmes externes.

Le MEGA HISSOTTO est menu pour la commande et la régulation des appareils de climatisations du système HISSO-BUS.

HISSO-BUS est un système de supervision ouvert composé d'une commande (HISSO-CON), d'un outil de service (HISSO-TER) et d'une plaque de relais (HISSO-REL), que vous servira à signaler les alarmes indépendamment et à savoir à tout moment de quelles alarmes il s'agit. En plus, ces appareils seront munis d'un troisième composant, que nous appellerons carte HISSO-MODEM, au moyen de laquelle vous pouvez transmettre les alarmes qui produisent dans l'installation via modem vers une centrale ou il y aura un ordinateur et sur l'écran duquel s'affichera l'alarme qui se déclenche à ce moment-là.

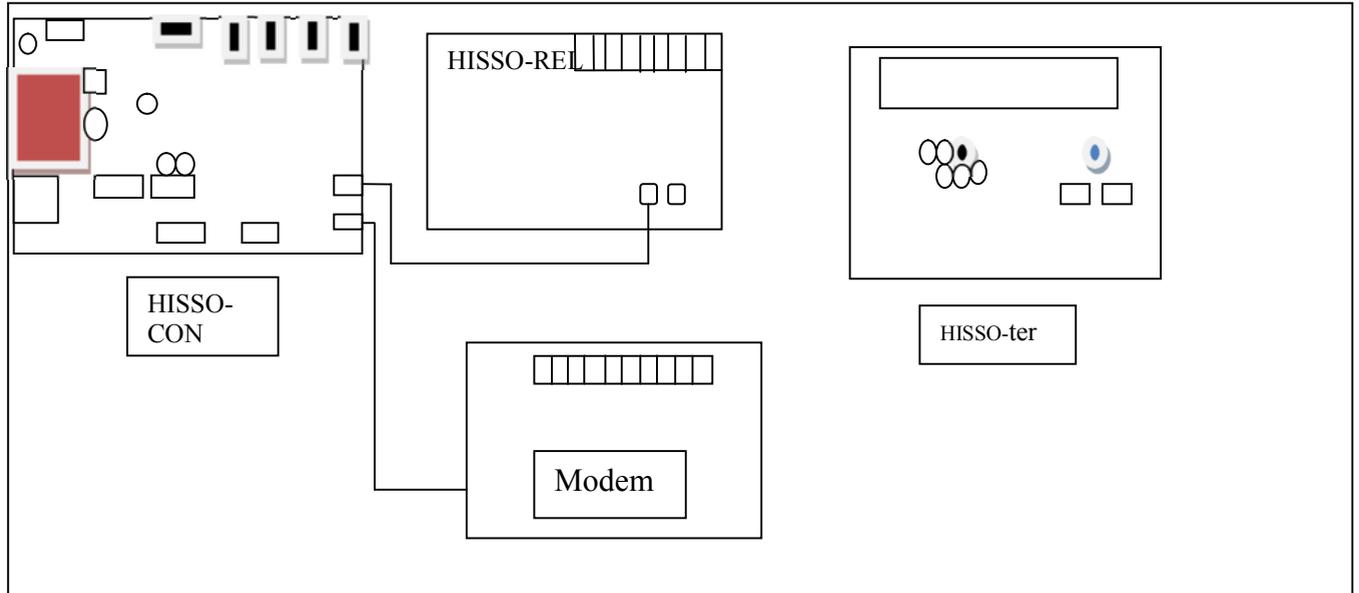


Figure II.8 : schéma synoptique d'un climatiseur

II.1.2.8. Le système des batteries BBS (backup battery):

La BBS est un système de secours, les batteries se chargent et elles interviennent lors de la coupure d'électricité.

II.2. La station de base de contrôle BSC:

Est l'élément le plus intelligent du sous système réseau, il pilote une ou plusieurs stations de base selon l'architecture du réseau, qui dépend des contraintes imposées par le relief et la densité d'abonnés à desservir. Le BSC effectue la gestion du trafic des BTS, assure l'allocation des Canaux, la gestion du saut de fréquence, le transfert intercellulaire des communications, la gestion de la signalisation sur voie radio, il reçoit aussi les défaillances détectées par les alarmes externes de la BTS.

L'interface A-bis c'est la liaison entre la BTS et l'RBS elle permet le transfert des communications à savoir des voies de trafic et des voies de commande .le protocole utilisé dans cette interface est le protocole LAPD (Link acces protocole dans le canal D).

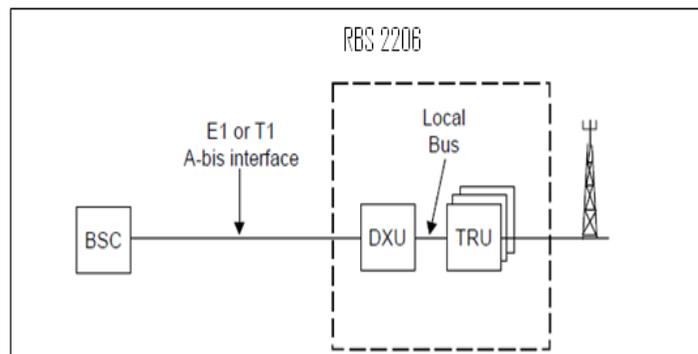


Figure II.9 : connexion de l'RBS avec le BSC avec l'interface A-bis

Comprend des nombres de time slots (TS) qui transmettent le signal et le trafic entre le BSC et l'RBS. chaque time slot est divisé sur 64kbit/s de canaux de communications, le TRX ou TRU exige deux time slots de trafic et un time slot de canal de trafic entre le BSC et l'RBS. Noter que double TRU contient 2 TRX (2TXet 2RX) et ils exigent ainsi 4 times slots pour le trafic et deux times slots pour le signal.

Autrement dit les times slots des PCM peuvent transmettre le trafic pour 4 canaux d'informations, dans l'interface A-bis il existe deux types de transmission standard de communication 2Mbit/s et 1,5Mbit/s.

➤ **Le standard 2Mbit/s (E1):**

Le standard 2Mbit/s ou bien 2048Kbit/S est divisé sur 32 times slots. ce standard est appelé aussi E1 qui est défini pour utiliser les 75Ω pour les câbles coaxial déséquilibré (un conducteur est connecté à la terre) et 120Ω pour les paires torsadés équilibré (il n' y a pas de conducteur connecté à la terre).

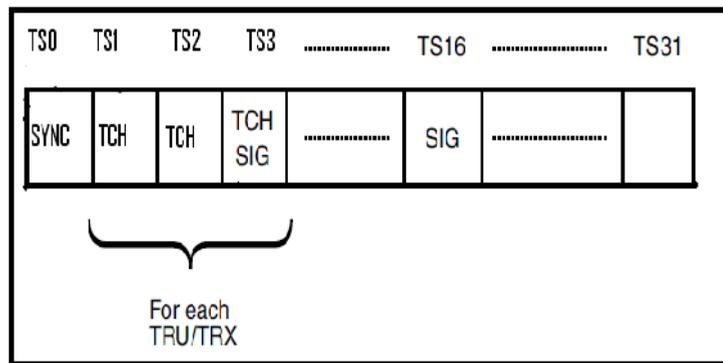


Figure II.10 : une trame E1 avec 32 TS.

L'E1 est utilisé dans l'interface A-bis pour transmettre des informations entre la BTS et le BSC. C'est ce canal qui est utilisé pour transmettre les alarmes externes.

➤ **Le standard 1,5 (T1) :**

Le standard 1,5 (1544kbit/s) est divisé sur 24 times slots, le 1.5 Mbit/s ce standard est appelé aussi T1. Il est utilisé dans l'Amérique du Nord, T1 est défini pour utiliser les 100 paires torsadés équilibré.

CHAPITRE III

Conception matériel et logiciel

Partie A : conception matériel.**III.A. Introduction :**

Notre conception est à base de la logique programmable. Pour bien accentuer notre travail, on a divisé notre carte d'acquisition en plusieurs blocs, en suite on va étudier chaque bloc séparément.

III.A.1.principe de fonctionnement de la carte d'acquisition:

Notre carte d'acquisition est composée de différents éléments, un capteur de température « DS1621 » et microcontrôleur « PIC 16F876A » qui est l'unité intelligente de la carte elle gère l'afficheur le capteur ainsi que la transmission des données à travers « RS232 ». qui sont connectés au niveau des alarmes externes.

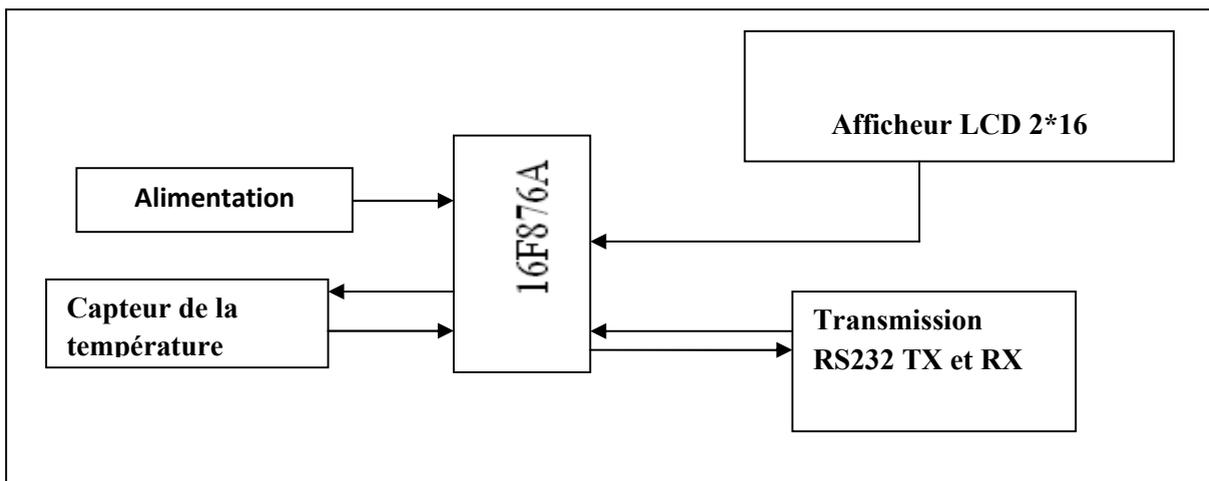
➤ **schéma synoptique de la carte d'acquisition:**

Figure III.1: schéma synoptique de la carte d'acquisition

III.A.1.1.Etude des différents blocs**III.A.1.1.1.bloc à microcontrôleur 16F876A**

Le pic est un microcontrôleur ; c'est-à-dire une unité de traitement de l'information de type microprocesseur à laquelle on a ajouté des périphériques interne permettant de réaliser des montages sans nécessiter d'ajout des composant externe. En ajoutant que les PIC sont alors des composant dits RISC (Reduced Instruction Set Computer, ou encor, composant à jeux d'instruction réduits). L'avantage est que plus on réduit le nombre d'instructions, plus leur décodage sera rapide ce qui augmente la vitesse de fonctionnement du microcontrôle. Les PIC sont subdivisés à l'heure actuelle en 3 grandes familles :

- ✓ La famille Base line, qui utilise des mots d'instruction de 12bits.
- ✓ La famille Mid-Range, qui utilise des mots de 14bits (et dont font partie les 16F84, 16F876A, et 16F877).
- ✓ La famille hight-end, qui utilise des mots de 16bits.

Pour identifier un PIC, on utilise simplement son numéro :

16 : indique la catégorie du PIC, c'est un Mid-rang.

L : indique qu'il fonctionne avec une plage de tension beaucoup plus tolérante.

C : indique que la mémoire programme est une EPROM.

CR ou F : indique le type de mémoire : CR(ROM) ou F(FLASH).

XX : représente la fréquence d'horloge maximale que le PIC peut recevoir.

Les PIC sont des composants STATIQUES, ils peuvent fonctionner avec des fréquences d'horloge allant du continu jusqu'à une fréquence max spécifique à chaque circuit. Un pic 16F876A peut fonctionner avec une horloge allant du continu jusqu'à 4MHz. Nous nous limitons dans ce chapitre à la famille Mid-Range et particulièrement au PIC 16F876A.

III.A.1.1.1.a. Le choix du microcontrôleur : le 16F876A

Pour apprendre la meilleure solution est de se faire la main sur le concret. On va donc étudier un vrai microcontrôleur, sachant que ce qu'on verra sera facilement transposable à d'autre PIC. Le 16F876A est un pic de la série « Mid-Range » qui se prête particulièrement bien à la programmation en C. Les PIC de la série inférieure sont un peu justes en performance et en capacité mémoire pour accueillir un programme issu d'un compilateur C ; mieux vaut les programmer en assembleur. Les gammes supérieures (16 ou 32 bits) supportent sans problème la programmation en C, mais comme se sont des circuits plus complexe (et plus chère), commençons par quelque chose de plus simple et de plus didactique. Le 16F876A convient parfaitement : mémoire programme de taille suffisante (8K), nombreux périphériques intégrés, fréquence de fonctionnement jusqu'à 20MHz.

28-Pin PDIP, SOIC, SSOP

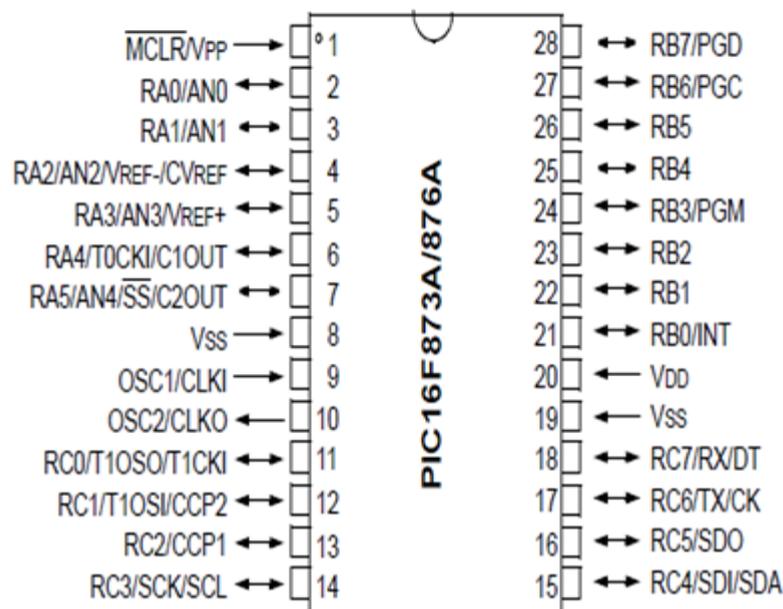


Figure III.2 : brochage du pic16F876A

Le boîtier du PIC 16F876A décrit dans la figure ci-dessus comprend 28 pins : 22 pins d'entrée / sortie

3 pins pour l'alimentation, 2 pins pour l'oscilloscope et un pin pour le reset qui sert à initialiser le PIC

Le PIC 16F876A possède essentiellement les éléments suivants

- ❖ Une mémoire programme de type EEPROM flash 8K mots de 14 bits,
- ❖ Une RAM de données de 368 octets,
- ❖ Une mémoire EEPROM de 256 octets,
- ❖ Trois ports d'entrées / sorties, A(6), B(8), C(8),
- ❖ Convertisseur analogique/numérique 10 bits à 5 canaux,
- ❖ USART (adressable universel synchrone/asynchrone receiver/transmitter) port série universel, mode asynchrone (RS232),
- ❖ MSSP : port série synchrone supportant I2C.
- ❖ Trois TIMERS : TMR0, TMR1, TMR2.
- ❖ Deux modules de comparaison : CCP1, CCP2.
- ❖ 14 interruptions.
- ❖ Générateur d'horloge, à quartz jusqu'à (20 MHz) ou à oscillateur RC.
- ❖ Tension de fonctionnement 2 à 5 volts.

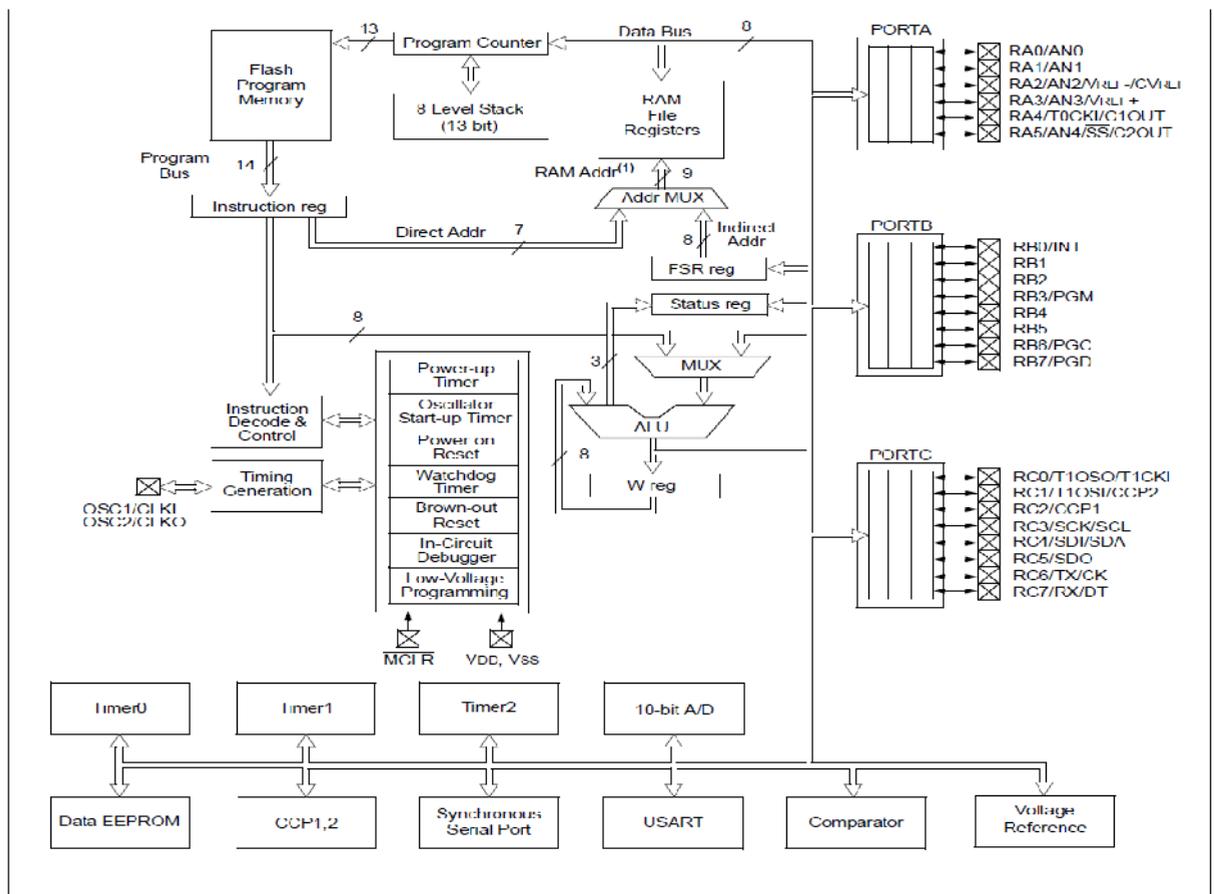


Figure III.3: Structure interne de PIC 16F876A

III.A.1.1.1.b. Les éléments de base PIC 16F876A :

- **Les mémoires du PIC 16F876A :** Le PIC 16F876A contient trois types de mémoires :
- ✓ **Mémoires vive RAM (read only Memory):**

C'est une mémoire d'accès rapide, mais changeante (elle s'efface lorsque elle n'est plus sous tension); elle contient des registres de configuration du pic ainsi que les différents registres de données elle comporte aussi les variables qu'on utilise dans le programme. Sa capacité est de 368 Octets

- ✓ **Mémoire FLASH morte :**

C'est la mémoire de programme, chaque case mémoire unitaire est codée sur 14bits. ce type de la mémoire (FLASH) est stable (c'est-à-dire reprogrammable à volonté). C'est cette mémoire qui fait le succès de microcontrôleur PIC. Le PIC16F876A contient 8K mots lorsque en programme en assembleur, on écrit le programme directement dans cette mémoire.

- ✓ **Mémoire EEPROM:**

Elle est électriquement effaçable ça capacité est de 256 octets, reprogrammable et stable. Cette mémoire a un accès plus lent, elle est utilisée pour sauvegarder les paramètres. Son adresse est comprise entre « 0000 » et « 00FF », ce qui nous permet de définir un registre de 8bits pour définir cette adresse.

- **L'horloge :**

L'horloge peut être soit interne soit externe. L'horloge interne est constituée d'un oscillateur à quartz ou d'un oscillateur RC.

Avec l'oscillateur à quartz on peut avoir des fréquences allant jusqu'à 20 MHz selon le type de microcontrôleur. Le filtre passe bas (RC, C1, C2) limite les harmoniques dus à l'écrêtage et réduit l'amplitude de l'oscillation.

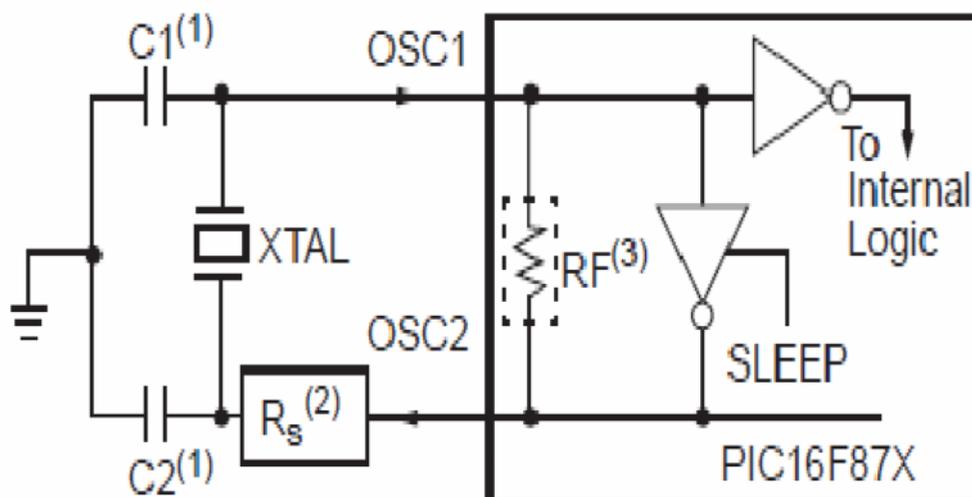


Figure III.4 : de l'horloge

➤ **Les ports d'entrée/ sortie :**

✓ **Port A**

Le port A est un port bidirectionnel ces broches (RA0, RA1, RA2, RA3, RA4, RA5) peuvent être utilisées soit comme E/S numériques soit comme entrées analogiques

✓ **Port B**

Le port B est un port bidirectionnel de 8 bit (RB0 à RB7). Les pins (RB1, RB5) sont compatible TTL et les broches (RB0, RB6, RB7) sont compatible TTL et ont la fonction trigger de Schmit en entrée.

✓ **Port C**

Le port C est un port bidirectionnel de 8 bits (RB0 à RB7). Toutes les broches sont compatible TTL.

Toutes les broches de port C peuvent être utilisées soit comme E/S normales soit comme broches d'accès à différents modules comme le Timer1, les modules de comparaison et de capture CCP1/CCP2, le Timer2 le port I2C ou le port série.

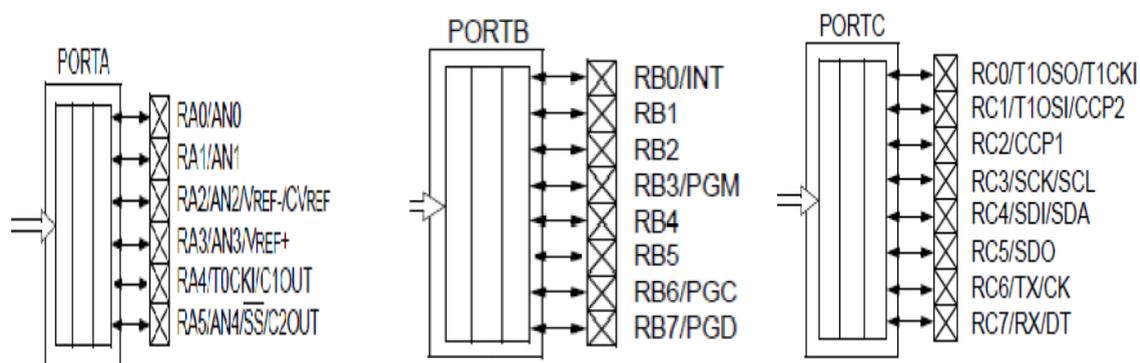


Figure III.5 : les différents ports d'I/O du pic 16F876A

➤ **Circuit de reset :**

Lors de la phase d'alimentation du PIC, ce dernier n'est pas prêt à exécuter des instructions instantanément, une broche nommée MCLR va permettre d'initialiser le PIC après la mise sous tension. Cela est bien utile lors que notre programme se trouve dans un état indéterminé ou non souhaité. Ce reset peut être en interne en reliant uniquement la broche MCLR à 5V (par le Biais d'une résistance), ou bien si on souhaite pratiqué un reset à tout moment, il sera nécessaire un schéma tel que celui représenté à la figure suivante.

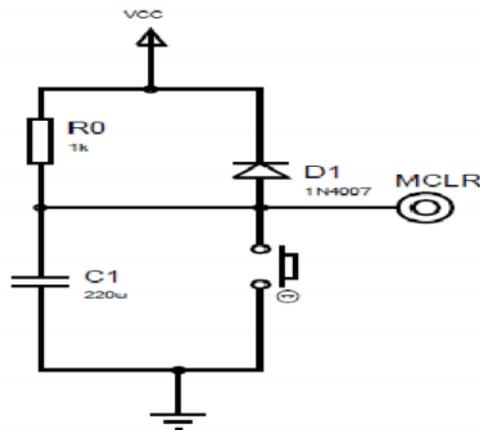


Figure III.6 : Circuit de reset

✓ **Le module MSSP en mode I2C :**

Le module MSSP de PIC peut être configuré en master ou en slave. Il utilise les broches RC3/SCL (Clock) et RC4/SDA (données) et doivent être configurés en entrée à l'aide du registre TRISC et doivent être munie de résistances de pull-up externes nécessaire au fonctionnement I2C.

Les fréquences d'horloge supportées sont 100kHz, 400kHz, 1MHz. L'accès au module en lecture et écriture se fait à l'aide du registre tampon (buffer) SSPBUF. La transmission et la réception se fait à l'aide du registre à décalage SSPSR auquel nous n'avons pas directement accès

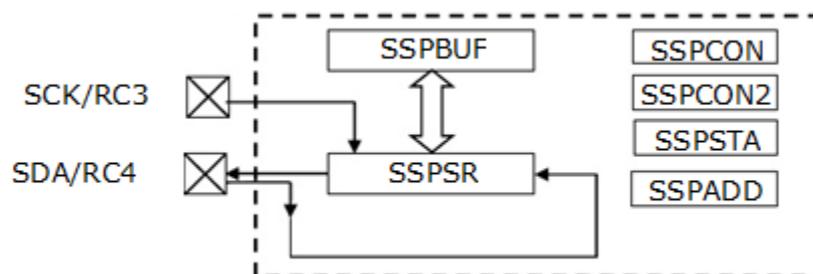


Figure III.7 : le module MSSP en mode I2C

✓ **Le bus I2C :**

✓ **Caractéristique fondamentale :**

Le bus I2C permet d'établir une liaison série synchrone. Il effectue l'échange d'informations entre circuits intégrés se trouvant sur une même carte. Son nom, d'ailleurs, traduit son origine : Inter Integrate Circuit, ou I.I.C., ou plus communément I²C (I carré C). L'I²C permettait, à ses débuts, de travailler à des fréquences maximales de 100 Kbits/seconde, vitesses assez rapidement portées à 400 Kbits/seconde. Il existe maintenant des familles de circuits pouvant atteindre des vitesses de 3.4 Mbits/seconde. Le bus I²C est constitué de 2 uniques lignes bidirectionnelles :

La ligne SCL (Serial Clock Line), qui, comme son nom l'indique, véhicule l'horloge de synchronisation

La ligne SDA (Serial Data line), qui véhicule les bits transmis.

Pour le bus I2C, le niveau dominant étant l'état bas. Les deux lignes SCL et SDA sont donc maintenues aux niveaux hauts tant que le bus est libre.

Sur les deux lignes, le niveau est reconnu bas si la tension est inférieure à 1.5V et haut si la tension est supérieure à 3V.

Certaines combinaisons particulières de niveaux et de fronts des deux lignes détermine la condition de départ ou d'arrêt de la transmission des données.

Condition de départ : un front descendant sur SDA quand SCL est à l'état haut.

Condition de stop : un front montant sur SDA quand SCL est à l'état haut.

✓ **Structure d'une trame I2C :**

Nous savons déjà que la transmission commence par un « Start-condition » (S). Vient ensuite l'adresse, codée sur 7 ou 10 bits, complétée par le bit R/W qui précise si les données qui vont suivre seront écrites ou lues par le maître. Notez que certains considèrent que ce bit fait partie de l'adresse, ce qui implique alors que l'adresse réelle se retrouve multipliée par deux, et que les adresses paires sont destinées à des écritures, et les adresses impaires à des lectures.

Chaque octet envoyé est toujours accompagné d'un accusé de réception de la part de celui qui reçoit. Un octet nécessite donc $8 + 1 = 9$ impulsions d'horloge sur le pin SCL.

Notez donc, et c'est logique, que c'est toujours le maître qui envoie l'adresse, qu'il soit récepteur ou émetteur pour le reste du message.

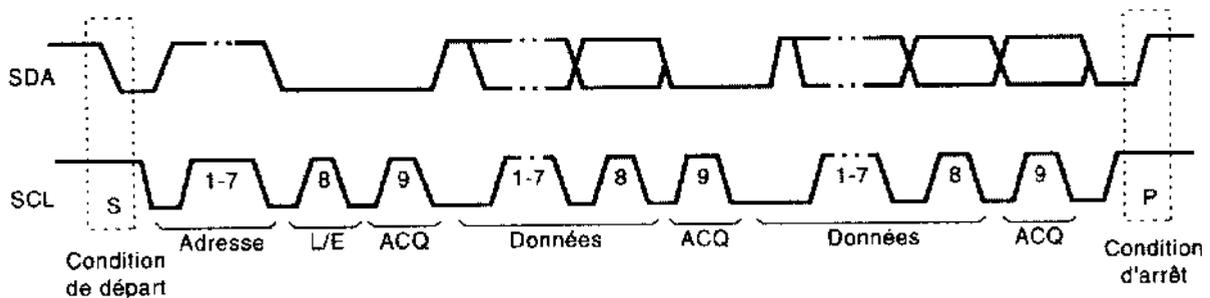


Figure III.8 Structure de la trame I2C

➤ **Le module USART :**

USART signifie « Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter ».

C'est donc un module qui permet d'envoyer et de recevoir des données en mode série, soit de façon synchrone, soit asynchrone. Dans certaines littératures, vous retrouverez également le terme générique de SCI pour

« Serial Communications Interface ».

L'USART permet de communiquer avec le monde extérieur : un ordinateur ou tout autre matériel équipé d'une interface série RS232, des circuits intégrés convertisseur numérique/Analogique ou Numérique /Analogique, des EEPROM série. Il dispose des fonctionnalités suivantes :

- Fonctionnement en full Duplex, c'est-à-dire émission /réception simultanément
- Transmission/réception de donnée compatible avec la norme RS232 en utilisant une fonction d'adaptation de niveaux
- Contrôle des erreurs de transmission et de réception.
- Transmission sur 8 ou 9 bits
- 4sources d'interruption possible
-

L'USART peut être configuré selon 3 modes :

- ✓ Asynchrone (Full-Duplex).

- ✓ Synchrone maître (Half-Duplex).
- ✓ Synchrone esclave (Half Duplex).

La communication se fait sur les deux broches RC6/TX et RC7/RX qui doivent être configurées toutes les deux en entrée par TRISC.

➤ Liaison RS232 :

Les liaisons RS232 sont des liaisons asynchrones très utilisées en informatique. Elles nécessitent que l'émetteur et le récepteur soient informés de la vitesse de transfert choisie. Puisque le récepteur connaît la vitesse du transfert, il peut se passer de signal de synchronisation. Trois lignes sont nécessaires à cette liaison.

TX : transmission de données.

RX : réception de données.

GND : masse.

Elle permet la communication entre deux systèmes numériques.

✓ Protocole de transmission :

Afin que les éléments de communication puissent se comprendre, il est nécessaire d'établir un protocole de transmission. Ce protocole devrait être le même pour les deux éléments afin que la transmission fonctionne correctement.

Paramètre rentrant en jeu :

- Longueur des mots : 7 ou 8 bits.
- La vitesse de transmission : les différentes vitesses de transmission sont réglables à partir de 110bauds (bits/seconde) de cette façon : 110b/s, 150 b/s, 300b/s.
- La parité : le mot transmis peut être suivi ou non d'un bit de parité sert à détecter les erreurs éventuelles de transmission.
- Bit Start : indique la transmission d'un mot (niveau bas).
- Bit stop : indique que le mot est transmis (niveau haut).

✓ Format de la trame :

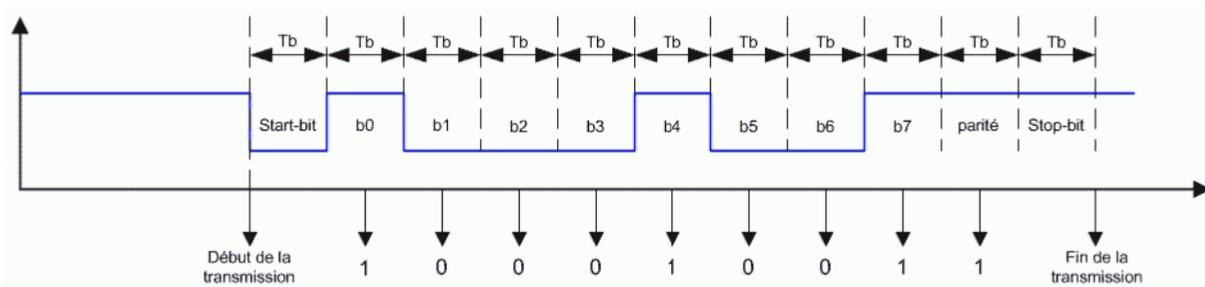


Figure III.9: structure de la trame RS232

Bit de Start en première position dans la trame puis les bits de données (poids faible en premier), la parité éventuelle et le bit de stop à la fin.

III.A.1.1.2. Avantages d'utilisation du pic 16F876A

En effet, l'utilisation de ce microcontrôleur permet :

- De miniaturiser la taille de circuit imprimé puisqu'il embarque à l'intérieur de son boîtier plusieurs modules qui réalisent de nombreuses tâches à savoir : la conversion analogique/numérique, la transmission, le traitement numérique des données

-De porter des modifications sur les paramètres de fonctionnement c'est le cas par exemple de la fréquence d'échantillonnage « Fc » et cela uniquement en agissant sur le software uniquement.

-De dialoguer avec plusieurs interfaces extérieurs, tel que le PC, le module GSM, mémoire, ...etc.

III.A.1.2.bloc capteurs :

Un capteur est un organe de prélèvement d'information qui élabore à partir d'une grandeur physique, une autre grandeur physique de nature différente (très souvent électrique). Cette grandeur représentative de la grandeur prélevée est utilisable à des fins de mesure ou de commande.

III.A.1.2.1.Capteur de température à sortie I2CDS1621

DS1621 : est un capteur de température sa plage de fonctionnement entre (-55 et 25) °c il s'incrémente de 0,5°c

Et sur l'échèle fahrenheit (-67et 257) °F .son pas est de 0,9°F. La lecture de température sur 9bits (2bytes).

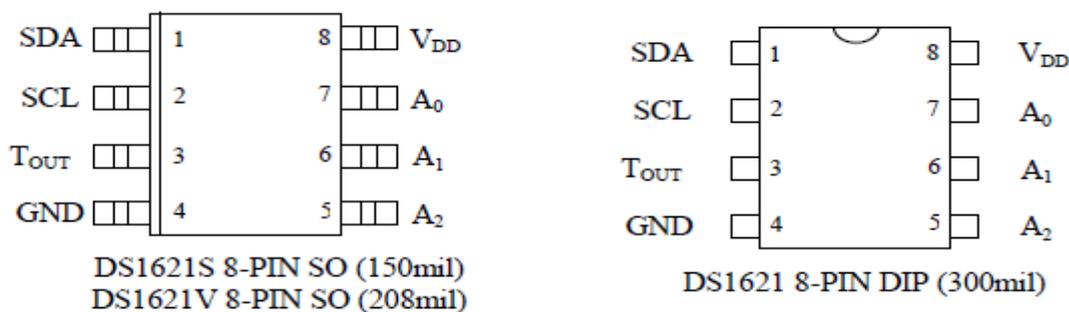


Figure III.10 : brochage du capteur DS1621

Sa tension varie entre (2,7 et 5,5) v, Convertir la température en numérique dans une seconde de temps. Les données sont lues à partir de / écrite par 2 fils d'interface série (Drain ouvert de lignes E/S).

SDA - 2-bus de donnée Series Input/output (E/S).

SCL - 2-bus d'horloge series

GND la masse.

TOUT - Thermostat signal de sortie.

A0 - Chip Adresse d'entrée "Input".

A1 - Chip Adresse d'entrée "Input".

A2 - Chip Adresse d'entrée "Input".

VDD - tension d'alimentation électrique.

✓ Le diagramme fonctionnel du DS1621 :

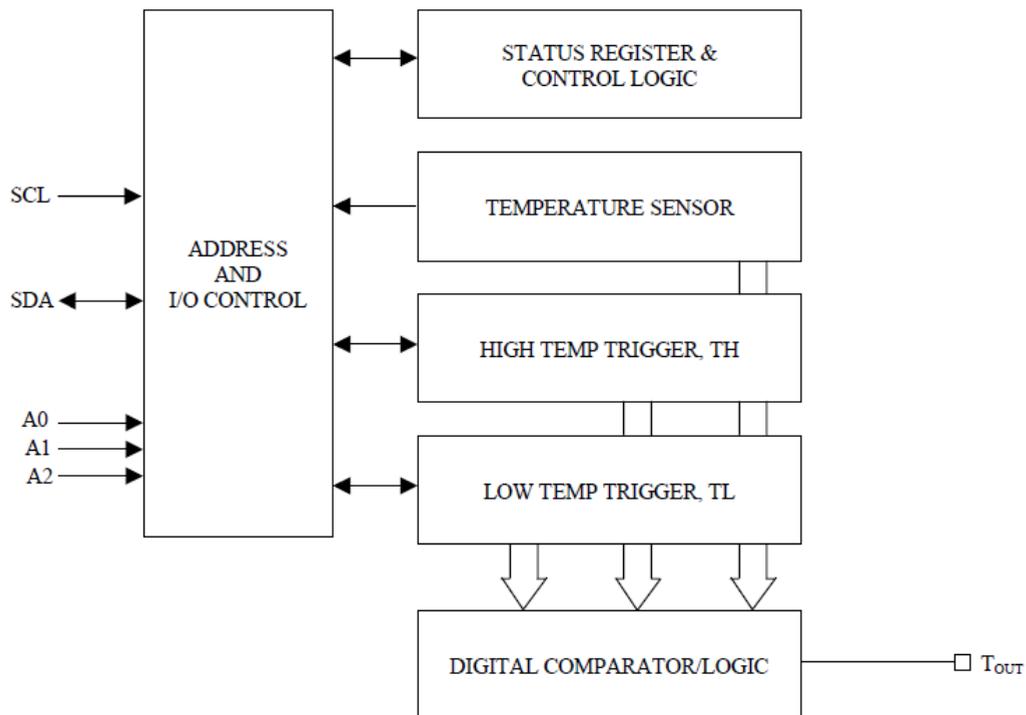


Figure III.11: diagramme fonctionnel du DS1621

III.A.1.3. Bloc d'affichage :

Ce bloc est constitué d'un afficheur LCD (Liquide Crystal Display).

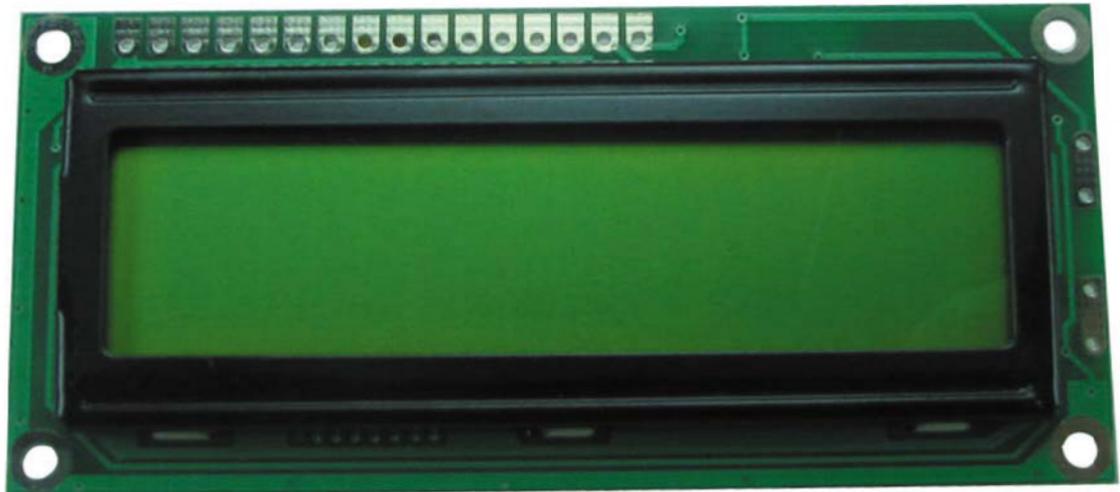


Figure III.12 : afficheur LCD 2*16

III.A.1.3.1. Afficheur LCD :

Les afficheurs à cristaux liquides sont des modules compacts intelligents et nécessitent peu de composants externes pour un bon fonctionnement. Ils sont relativement bons marchés et s'utilisent avec beaucoup de facilité.

L'afficheur LCD 2 lignes de 16 caractères est directement connecté aux broches du pic est alimenté par 5v.

Et comme le pic ne fait aucune interprétation des codes de commandes des afficheurs, il est compatible de tous les modèles existants (de 1 à 4 lignes de 6 à 80 caractères).

Il existe deux interfaces normalisées : une version « parallèle » et une autre « série », or dans notre étude l'afficheur communique avec le pic via le PORTB en version parallèle où le transfert de données se fait en deux fois.

III.A.1.3.2. Le brochage de l'afficheur LCD :

N° de pastille	Appellation	Fonction
1	Vss	Masse
2	Vdd	Alimentation de 5V
3	Vee	Tension a appliqué pour gérer le contraste
4	RS	Registre Selecte (mode instruction ou données)
5	R/W	Ecriture ou Lecture (Read/Write)
6	E	Enable (sélection de l'afficheur)
7-14	DB0-DB7	Data 0 à 7 (Données ou instructions)

Tableau III.1 : Brochage des afficheurs LCD

III.A.1.3.3. Fonctionnement de l'afficheur LCD :

Dans notre application on a utilisé l'afficheur en écriture (RW=0), L'afficheur reçoit deux types de commande, soit des instructions permettant de gérer l'afficheur proprement dit (effacement de l'écran, affichage du curseur, clignotement du curseur etc.), soit des données qui seront affichées à la position courante du curseur.

La sélection du mode instruction est réalisée en mettant la broche RS à 0 (Registre Select) et en envoyant ensuite l'octet de commande sur le port de données (DB4 à DB7). Lorsque la broche RS est à 1 les valeurs envoyées sur les lignes DB4 à DB7 seront affichées sous forme de caractères ASCII à la position courante du curseur

III.A.1.4. Bloc d'alimentation :

Pour tout équipement électronique, il est indispensable d'avoir une source d'alimentation, qui peut être soit une batterie, soit une tension prélevé d'un secteur.

Notre montage doit être alimenté à partir d'une batterie de 12V car notre dispositif est destiné à être utilisé comme appareil portatif.

La batterie de 12V fournit la tension nécessaire à l'alimentation du détecteur. Le plus (+) de batterie envoie le courant qui passe dans l'interrupteur, quand celui-ci est fermé, le courant peut passer à l'entrée du régulateur qui nous délivre 5V à sa sortie.

Le schéma électrique du bloc alimentation est donné par la figure suivante :

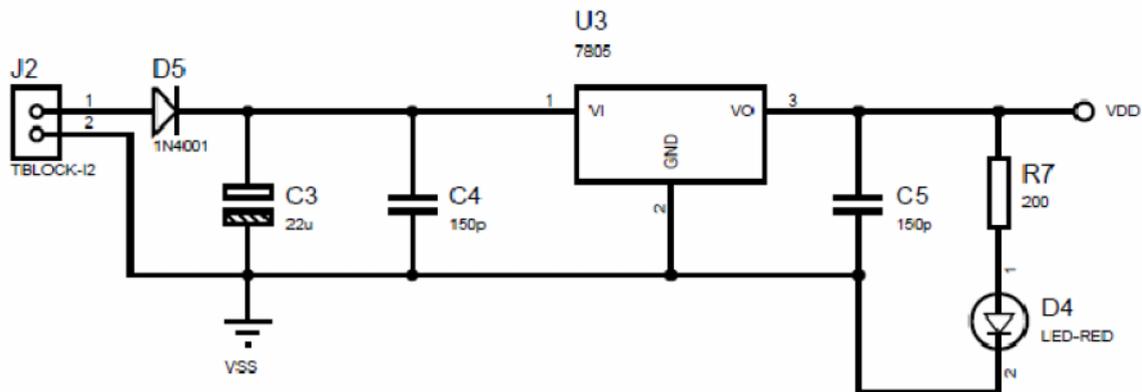


Figure III.13 : schéma électrique de l'alimentation du PIC

Partie B : conception logiciel**III.B.1.Choix d'un langage de programmation (langage C)**

Le développement de tout programme informatique peut être fait en langage machine (assembleur), ou langage évolués (basic ou C ...) le langage C a été créé dans les années 70 par DENIS RITCHIE pour créer le système d'exploitation UNIX (multipostes et multitâches). Depuis quelque année, il a fait son entrée dans le monde des microcontrôleurs. Il permet de bénéficier d'un langage universel et portable pratiquement indépendant du processeur utilisé. Il évite les tâches d'écriture pénibles en langage assembleur et élimine ainsi certaines sources d'erreurs.

Le langage C des compilateurs pour microcontrôleur PIC ne diffère pas beaucoup dans son ensemble du langage C traditionnel. Puisque, la majorité des compilateurs indique être compatible du standard ANSI. Cependant, compte tenu des particularités d'un microcontrôleur : taille de mémoire vive et de mémoire morte relativement réduites, gestion des entrées/sorties et des ressources internes, travail au niveau bit pour certaines applications ou ressources, des aménagements doivent être apportés par les compilateurs au langage C. ces aménagements se présentent sous deux aspects différents selon les compilateurs et les ressources concernées. On rencontre dans le monde des compilateurs C pour PIC des ressources de préprocesseur ou bien encore des fonctions du langage qui sont spécifiques.

Les avantages du langage C sont nombreux

- ✓ **La portabilité** : un programme développé en C sur machine donnée peut être porté sur d'autre machine sans le modifier
- ✓ **Une grande bibliothèque de fonction** : le C suivant les machines utilisées, dispose d'un grand nombre de fonctions, que ce soit des fonctions mathématiques, de gestion des fichiers ou d'entrées/sorties, il n'est donc pas nécessaire de se pencher sur datasheet de chaque PIC afin de connaître l'utilisation des registres internes.
- ✓ **Proche de la machine** : le C est très proche de la machine nous pouvons accéder aux adresses des variables
- ✓ **Tres rapide** : aucun contrôle de débordement n'est effectué ce qui apporte une plus grande vitesse

Pour toutes ces caractéristiques nous avons opté pour le langage C de CCS.

III.B.1.1.Le compilateur C de CCS dans sa version PWH :

Le système de développement comporte un compilateur adapté au langage C qui traduit les instructions écrites en langage évolué qui constituent source, en code binaire exécutable par le microcontrôleur qui constitue le code objet, en fait les compilateurs C de CCS dans ces cinq versions (PCB, PCM, PCH, PCW, PCWH) différents seulement par les types de PIC supportés et par la présence de fonctionnalités additionnelles. Les versions les plus intéressantes sont évidemment les versions PCW, pour ceux qui veulent développer d'application à base de la famille 16xxx

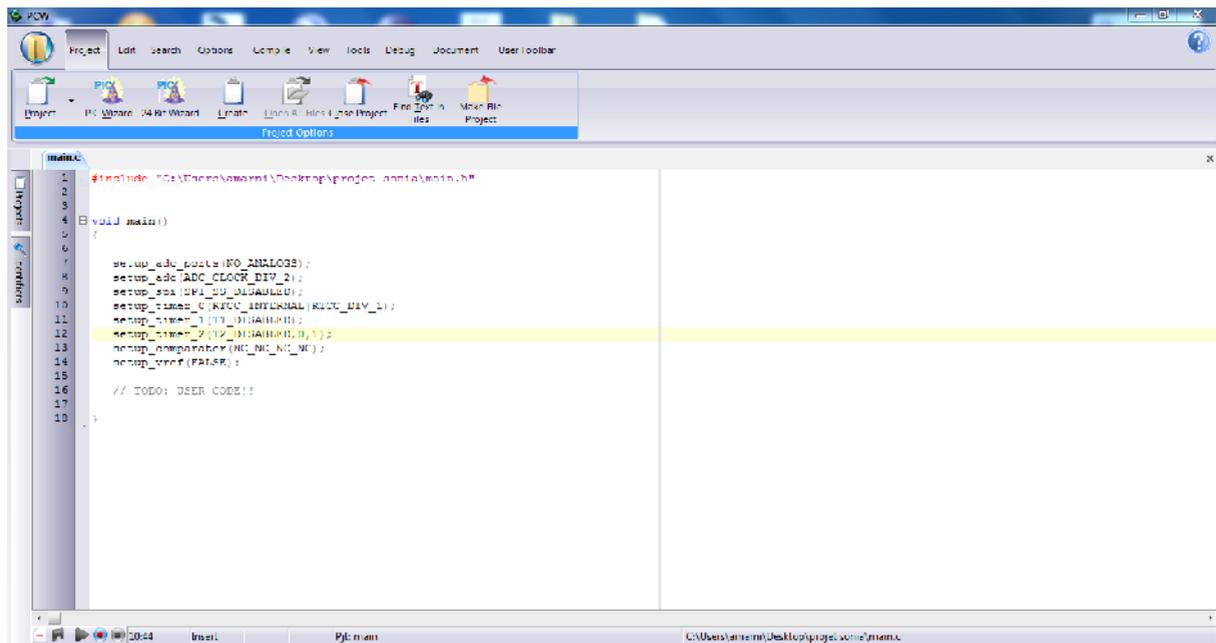


Figure III.14: fenêtre principale de l'environnement de développement

Des fonctions intégrées dans ce compilateur permettent de développer le code d'une manière très aisée. L'environnement intégré de développement C donne à l'utilisateur une méthode rapide de produire un code efficace par le biais du langage évolué C.

Le compilateur comprend des fonctions intégrées comme READ_ADC qui lit une valeur provenant du convertisseur A/D du hardware PIC.

Des fonctions telles qu'INPUT et OUTPUT_HIGH maintiennent proprement les registres trois-états. Les variables y compris des structures peuvent être directement mappées en mémoire tels les ports I/O pour mieux représenter la structure du hardware en C. Des fonctions d'I/O série permettent aux fonctions standard telles que GETC et printf d'être utilisées comme I/O pour RS232. Les opérateurs du standard C et les fonctions pour les bits et les fonctions d'I/O

Le fichier de sortie Hexa et ceux de débogage sont sélectionnables et compatibles avec les émulateurs populaires y compris MPLAB et WinPic800 pour le débogage au niveau source.

III.B.1.2. Environnement de travail sous ccs

III.B.1.2.1. Création d'un projet :

Dans l'interface de travail de PIC C Compiler, dans le menu « projet », cliquer sur « pic wizard », une fenêtre d'exploration de répertoire s'ouvre pour nous permettre d'enregistrer le fichier en lui donnant un NOM

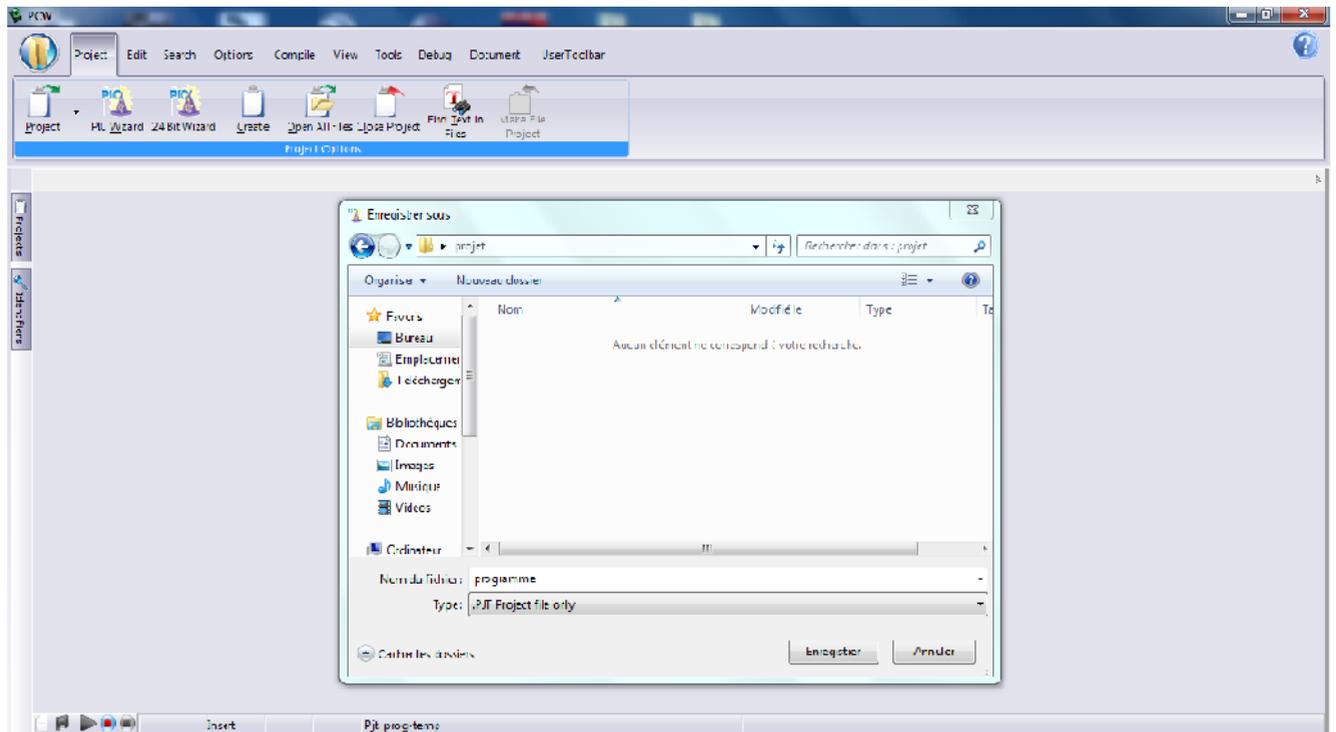


Figure III.15: fenetre d'exploration

En enregistrant le projet sous le nom qu'on lui a attribué, la fenêtre ci-dessous s'ouvre pour nous permettre de choisir le type du pic qu'on va utiliser ainsi que sa configuration des ses paramètres suivants : les ports, les Timers, le convertisseur, les interrupteurs,.....etc. en cliquant sur OK de cette fenêtre on peut saisir le programme, puis en le compile.

III.B.2. Les étapes de programmation du pic avec WinPic800_3.55G :

Pour le flashage du PIC on suit les étapes suivantes :

- ✓ On place le PIC 16F876A sur le support de programmeur universel.
- ✓ On branche le programmeur à l'unité centrale de micro-ordinateur et le mettre sous tension.
- ✓ On lance le logiciel WinPic800_3.55G.
- ✓ On choisit le PIC (dans notre cas c'est le 16F876A).
- ✓ La configuration des paramètres de PIC sur le logiciel.

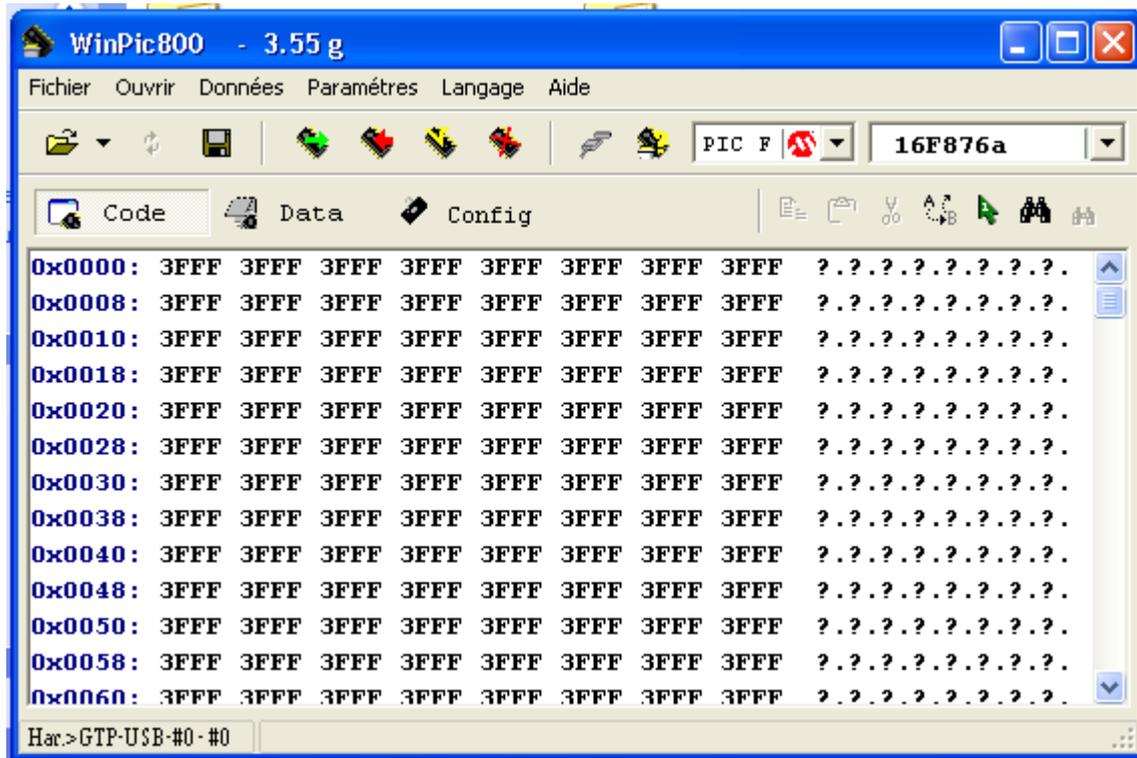


Figure III.18 :fenetre représentative du PIC avant la programmation .

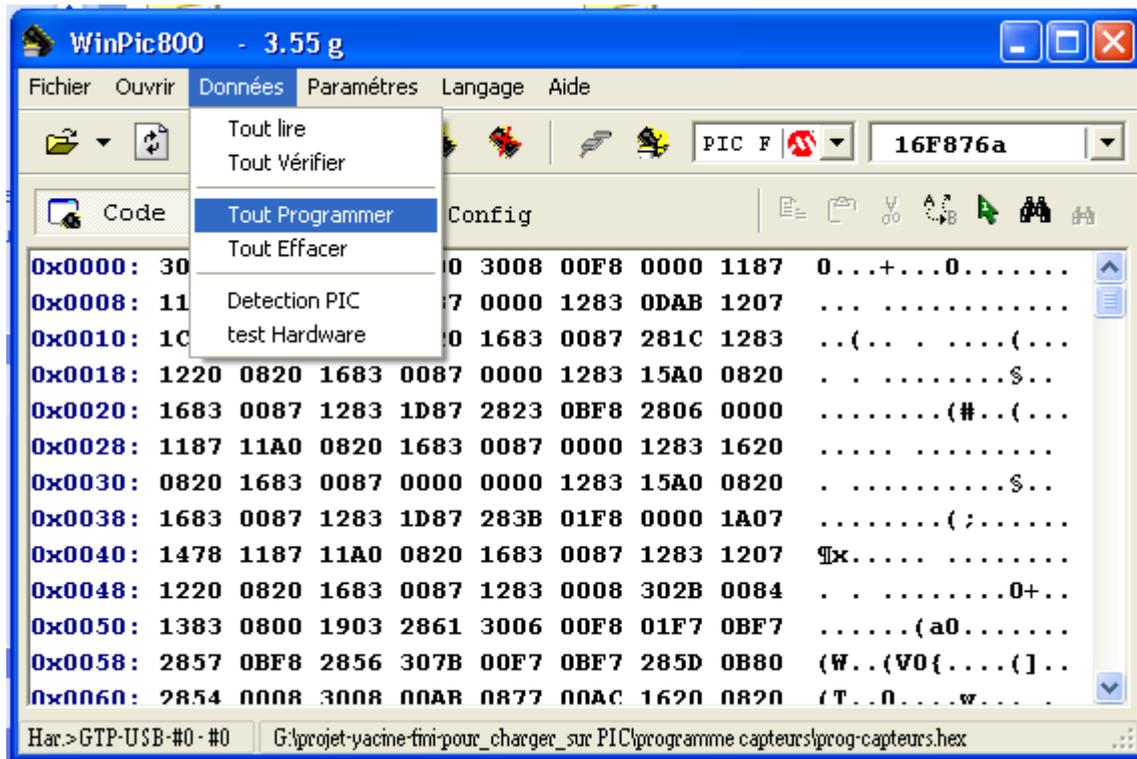


Figure III.19 :programation du pic.

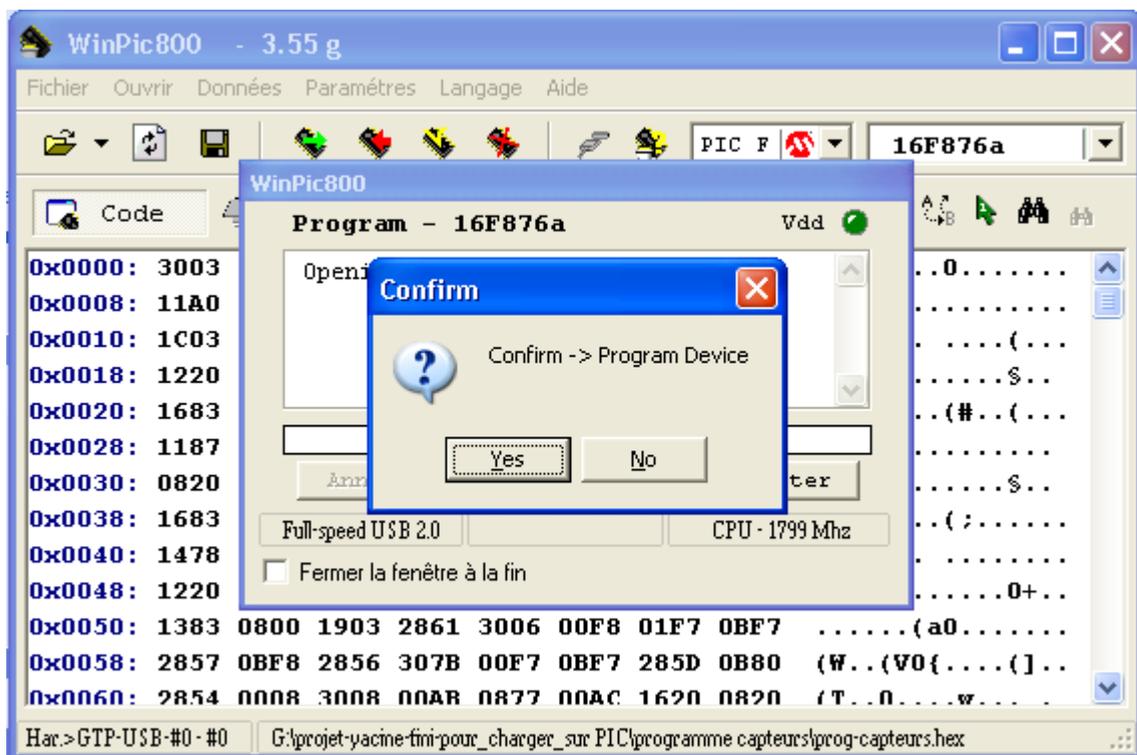


Figure III.20 :confirmation du programme.

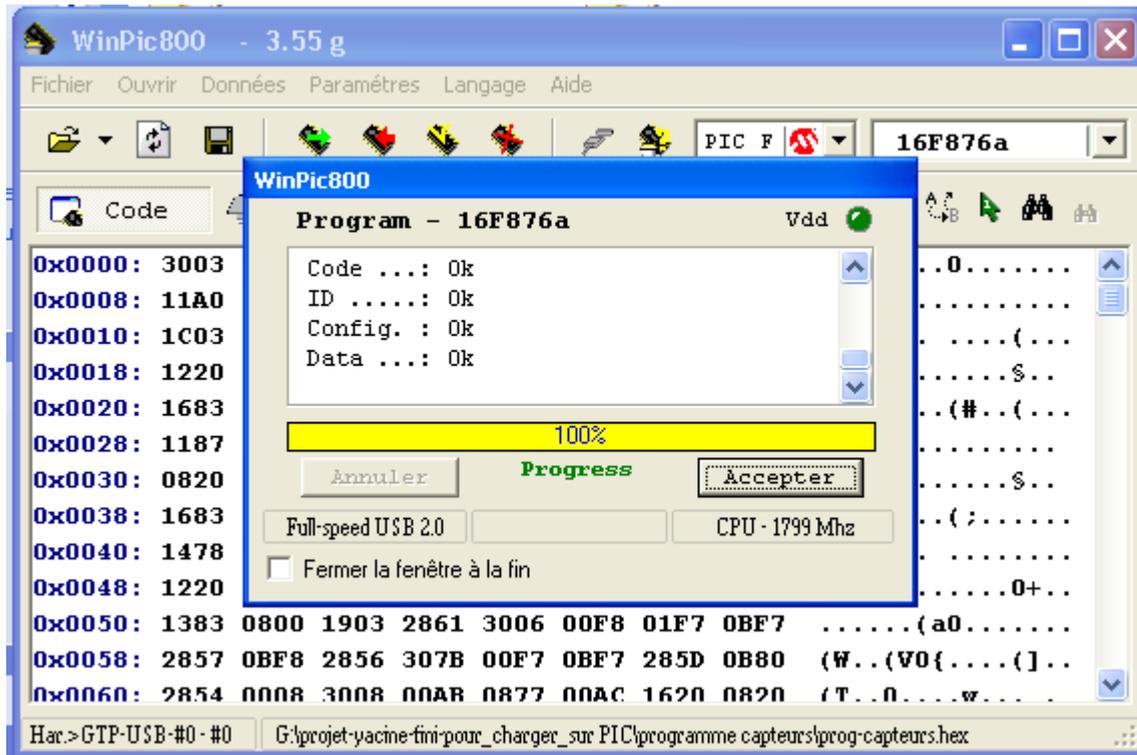


Figure III.21 : Chargement du Programme du PIC sous WinPic800_3.55G

CHAPITRE

IV

Partie pratique

IV. Introduction :

Après l'étude générale de réseau GSM, ainsi que les différents éléments qui constitue notre carte électronique. On passe à la réalisation de notre projet et son implémentation au niveau de l'RBS et on va récupérer nos données au niveau de BSC

IV.1. Réalisation pratique :

Pour la réalisation pratique on est passé par deux étapes essentielles :

- Réalisation des circuits imprimés.
- L'implantation des composants.

IV.1.1. Circuit imprimé de la carte :

Le circuit imprimé est présenté à la figure ci-dessous, il est réalisé par le logiciel de routage et de simulation électronique « PROTEUS 7.6 ».

IV.1.1.1. L'insolation :

C'est une phase importante du processus de la réalisation d'un circuit imprimé. Il faudrait bien vérifier les points suivants :

- Le bon plaquage du typon sur la face sensible de la plaque.
- Le sens du typon (Face Cuivré ou non).
- La durée de l'insolation.

IV.1.1.2. La gravure :

Cette étape consiste à plonger la plaque obtenue après insolation dans le révélateur pour éliminer la résine brulée par les UV et après le lavage de la plaquette avec de l'eau, on la plonge dans un bain de perchlorure de fer afin d'éliminer le cuivre non protégé par la résine. Après avoir terminé on la rince à grande eau.

IV.1.1.3. Le perçage :

On fixe la plaque sur une planche en bois afin d'éviter tous mouvements de cette dernière pendant le perçage, et pour chaque diamètre des trous on choisit le foret qui convient.

IV.2. Implantation des composants de la carte:

Dans cette partie, on fait la présentation des composantes sur la carte dans leur place.

IV.2.1.Schéma électrique de notre carte :

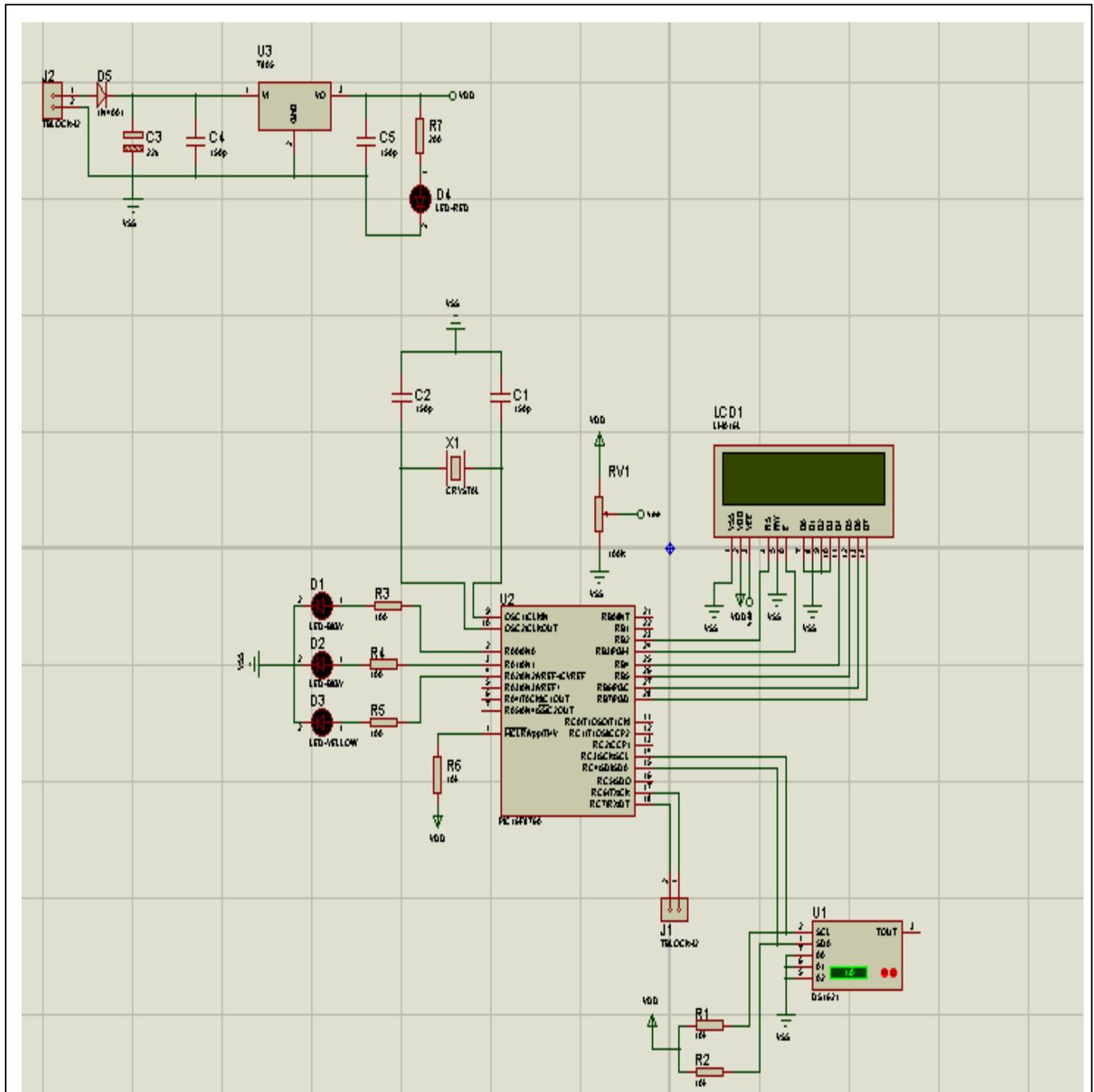


Figure IV.1: schéma représentatif de la carte d'acquisition

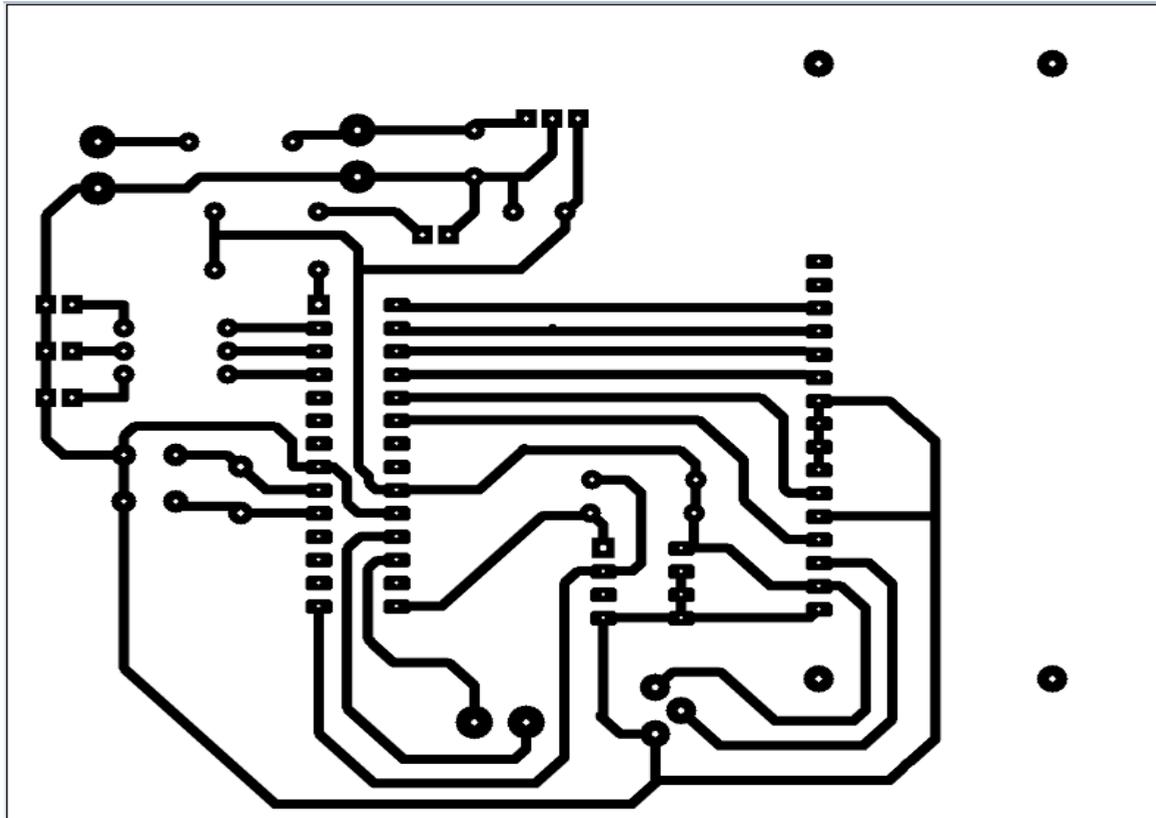


Figure. IV.2: Le circuit imprimé de la carte coté cuivre

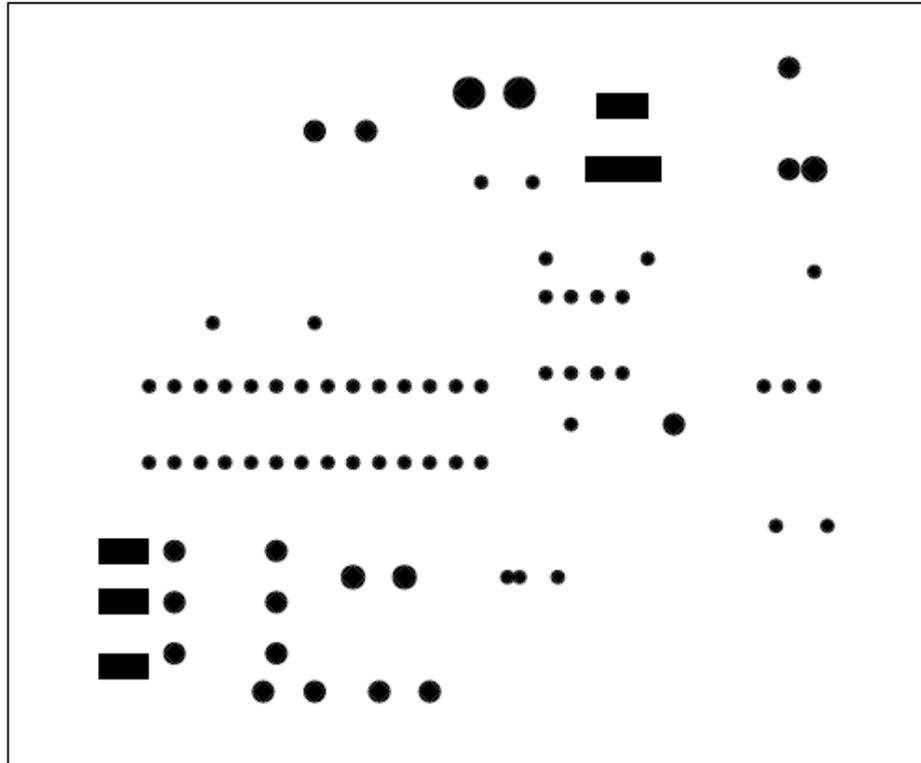


Figure IV.3 : Coté composant de circuit imprimé

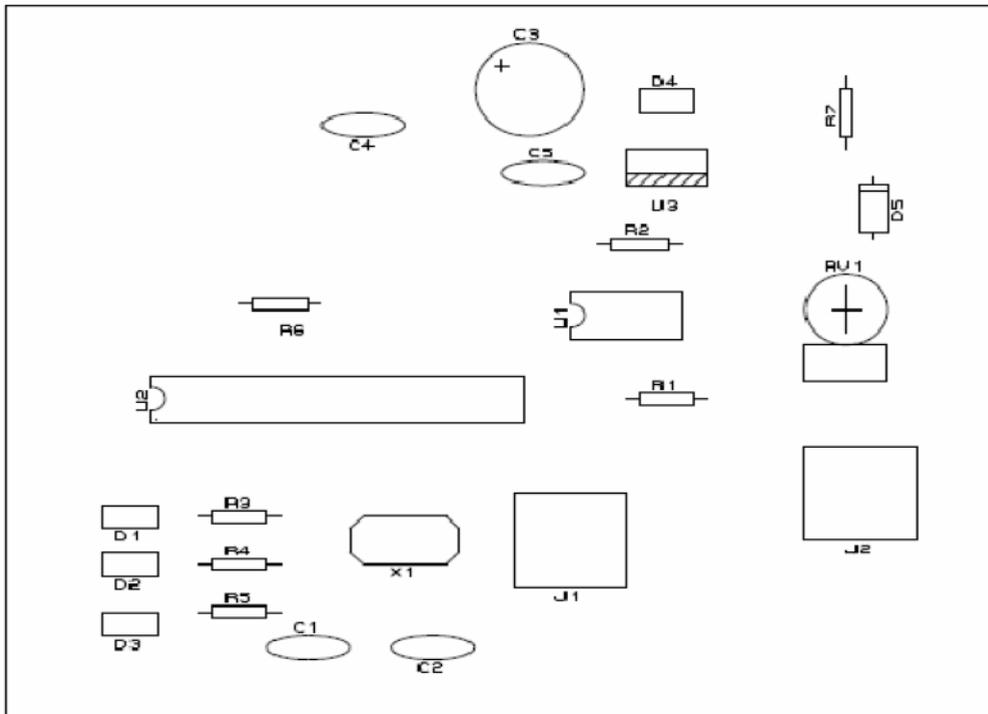


Figure IV.4 : Implantation des composants



Figure IV.5 : fenêtre représentative de notre carte en 3D

IV.2 .2. Nomenclature des composants :

Liste des composants utilisés

Résistance

- 3 Résistances (R1, R2, R6) de 10K.
- 2 Résistances (R3, R5) de 100.
- 1 Résistance de 200.

Capacité

- 4 capacités (C1, C2, C4, C5) de 150p.
- 1 capacité de 22 μ

Circuit intégrés

- 1 capteur de température DS1621.
- 1 régulateur de tension 7805.
- 1 microcontrôleur 16F876A.

Diodes

- 2 Led (D1, D2) verte.
- 1 led (D3) jaune.
- 1 led (4) rouge.
- 1 diode (D5) 1N4001.

Autre composant

- 2 bornes à vices (J1, J2).
- 1 afficheur LCD (LCD1).
- 1 potentiomètre (RV1) 100K.
- 1 quartz (X1) 4MHZ.

IV.2.3 : Organigramme de fonctionnement de la carte

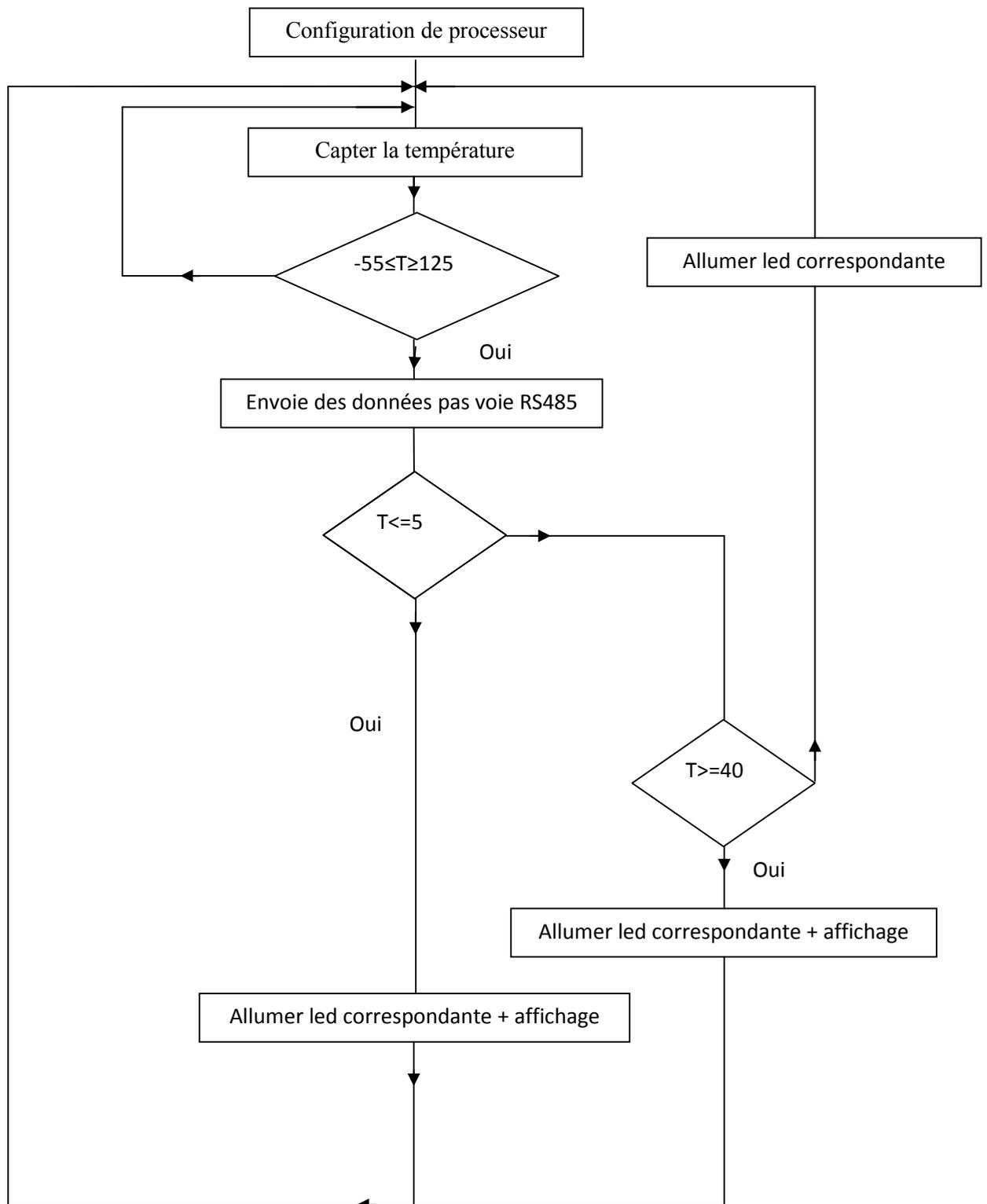


Figure IV.6 : Organigramme de fonctionnement de notre programme

IV.3.connexion de la carte avec le DF (comme une alarme externe) :

On va connecter la sortie de la carte d'acquisition (RS232) vers l'entrée de DF en suivant les étapes de connexion mentionnées dans le chapitre II, comme une alarme externe de la température. Pour que l'alarme soit reconnu au niveau du BSC il nous faut une petite configuration sur un pc .Pour configuré l'alarmes en utilise un logiciel de configuration OMT (opération and maintenance terminal).L'OMT est utilisé pour définir les alarme externe pour une station de base, il est aussi utilisé Pour définir des alarmes des équipements des antennes relais auxiliaires. Il est important de noter que durant le processus de définition des alarmes, l'OMT doit être déconnecté. Dans le but de lancer les nouvelles alarmes définies, la station de base a besoin d'être placée dans le mode local pour prévenir le trafic (encombrement) quand la nouvelle IDB est transférée.

IV .3.1.configuration de la base de données (IDB) :

Pour ce faire il faut d'abord connecter le PC au DXU dans l'RBS comme la montre la figure ci-dessous :

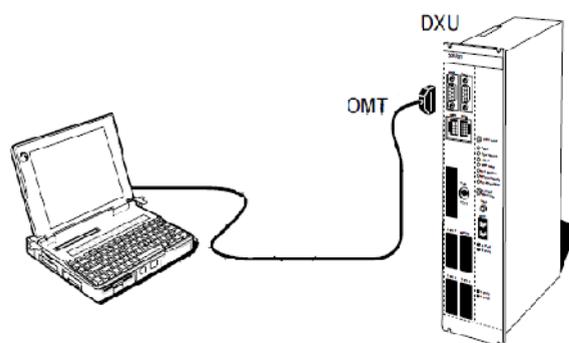


Figure IV.7 : connexion du PC avec l'OMT.

1. définition des alarmes externes (notre alarmes de température ou « fire alarme $T > 40^{\circ}\text{C}$ »)

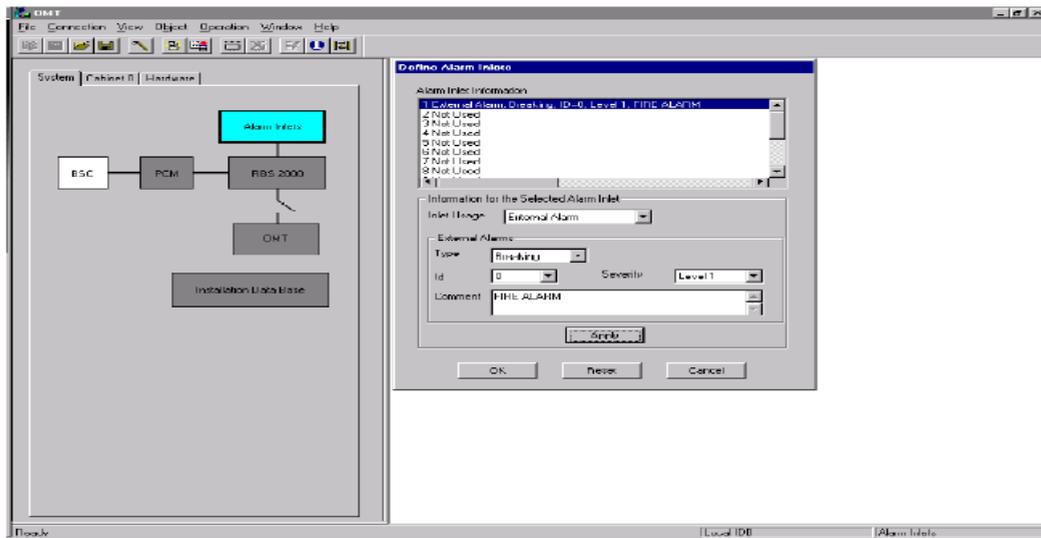


Figure IV.8 : définition des alarmes.

2. appuie sur cette icône  pour connecter l'OMT à l'RBS.
3. ou bien on sélectionne l'RBS 2000(2206) on connecte l'OMT à l'RBS comme la montre la figure ci-dessous :

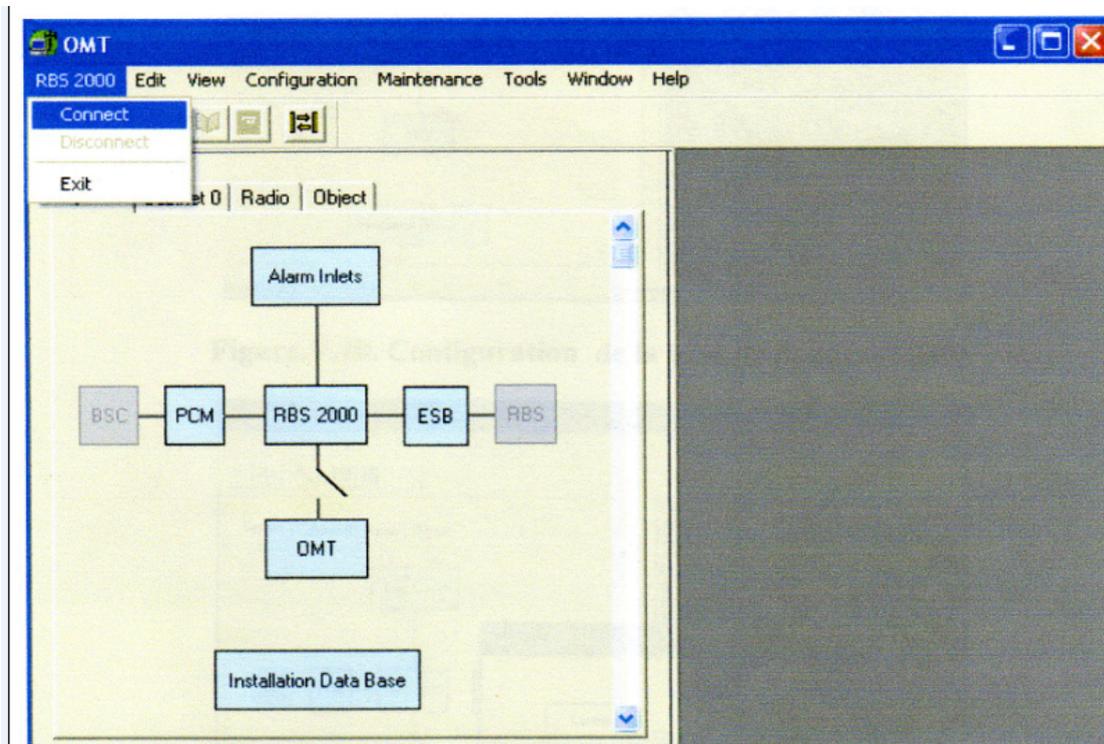


Figure IV.9 : connexion de l'OMT avec l'RBS.

4. On sélectionne **configuration** dans la barre des menues.

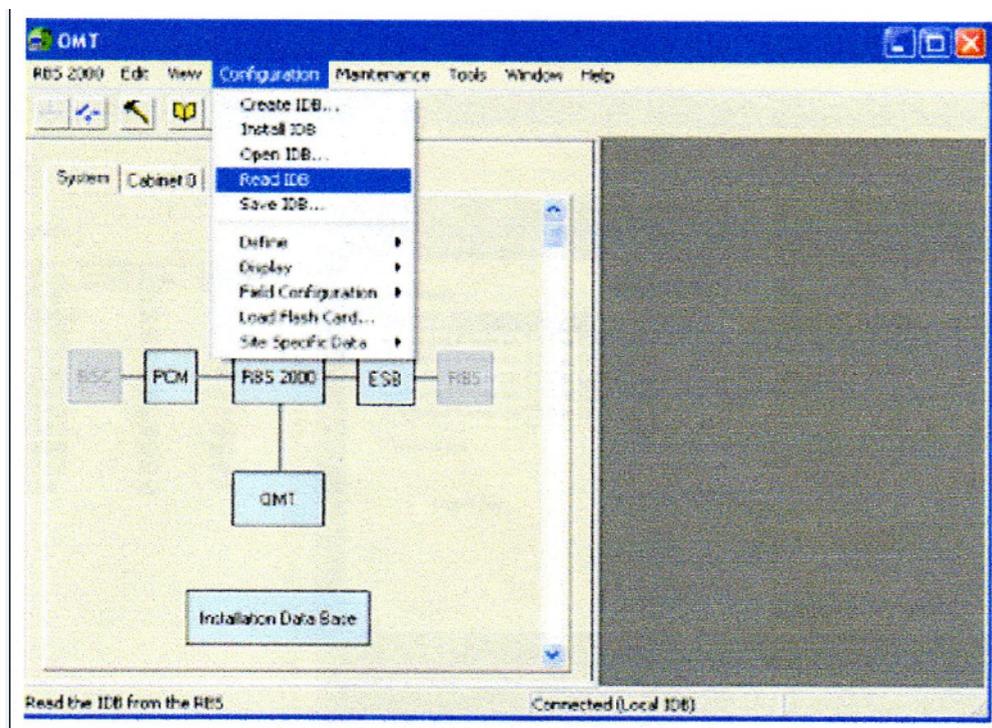


Figure IV.10 : configuration de la base de données

5. avec le bouton gauche de la souris en clique sur **READ IDB** pour lire **IDB**.

6. Ou bien pour lire IDB directement on clique sur cette icône 

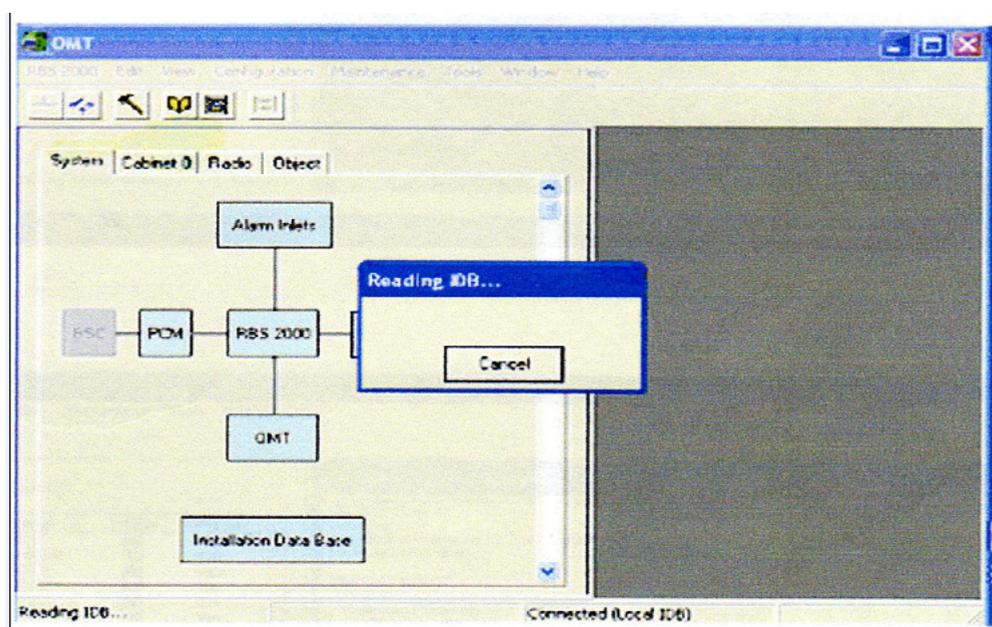


Figure IV.11 : lecture de la base de données

IV.3.2.Récupération des alarmes au niveau du BSC :

Pour récupérer notre alarmes au niveau du BSC on utilise un logiciel qui surveille les alarmes externes c'est le WINFIOL, avec les commandes utilisées dans ce logiciel, on peut visualiser tous les alarmes dans la BTS.

IV.3.2.1 . Les commandes utilisées dans ce logiciel :

rlcrp:cell=all;.....voir l'état des cellules
 rlstp:cell=all,state=halted;.....voir les sites en l'air et ceux qui sont hors service
 rxtcp:moty=rxotg,cell= a;.....voir le TG correspondent à une cellule.
 rxapp:mo=rxotg- ;.....voir les device relatifs à un E1 occupé par un BTS.
 rxasp:mo=rxotg- ;.....voir le type d'alarmes qu'a une BTS.
 rxcdp:mo=rxotg- ;.....voir l'état des: TS, TX et RX d'une BTS.
 rxmfp:mo=rxocf-, faulty, subord;.....voir les alarmes d'une BTS.
 dtstp:dip= rbl2;.....voir l'état du E1.
 dtqup:dip= rbl2;.....voir la qualité de l'E1.
 dtqsr:dip= rbl2,unacc,degr;.....Remise à zéro du conteur d'erreurs de l'E1
 dtbli(e):dip= rblt;.....Blauer/débloquer un E1
 rlstc:cell= a,state= halted/active;.....mettre hors service une cellule ou l'activer
 rxbli(e):mo=rxocf-, force, subord;.....Bloquer un élément du TG ou le débloquer
 dtdip:dip=rbl2;.....voir l'emplacement du E1 dans le BSC
 allip:acl=a1;.....voir la liste des alarmes actives
 rxmdp:moty=rxotrx,dev=RBLT2-;.....voir à quel élément du TG est attribue un device de l'E1
 stdep:dev=RBLT2;.....voir l'usage des devices
 radev:dev=RBLT2.....voir la route des devices

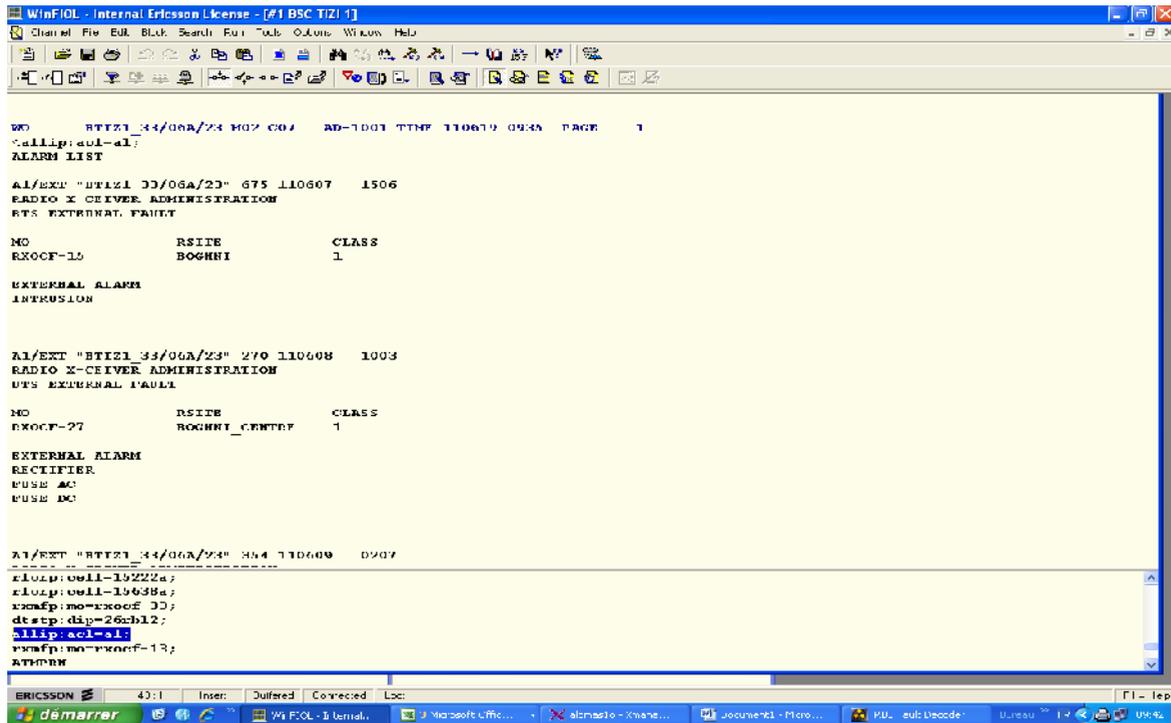


Figure IV.12 : visualisation des alarmes externes active de la BTS.

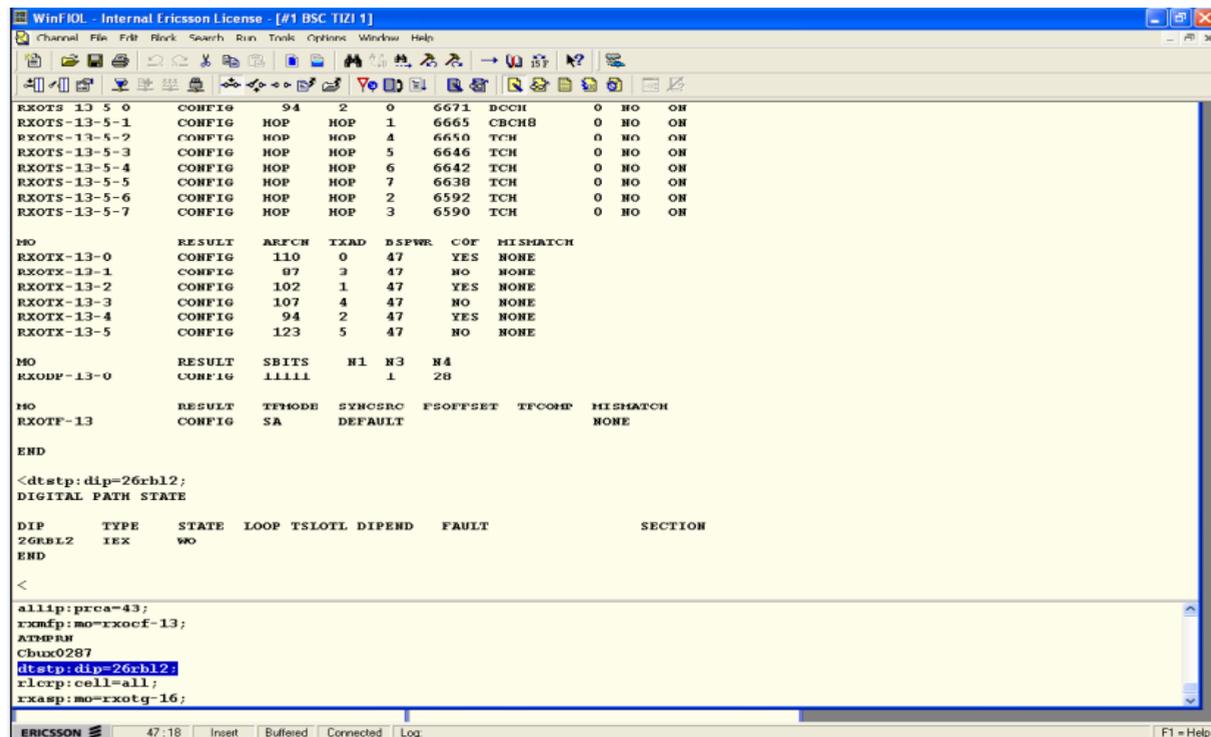


Figure IV .13: visualiser l'état du l'E1.

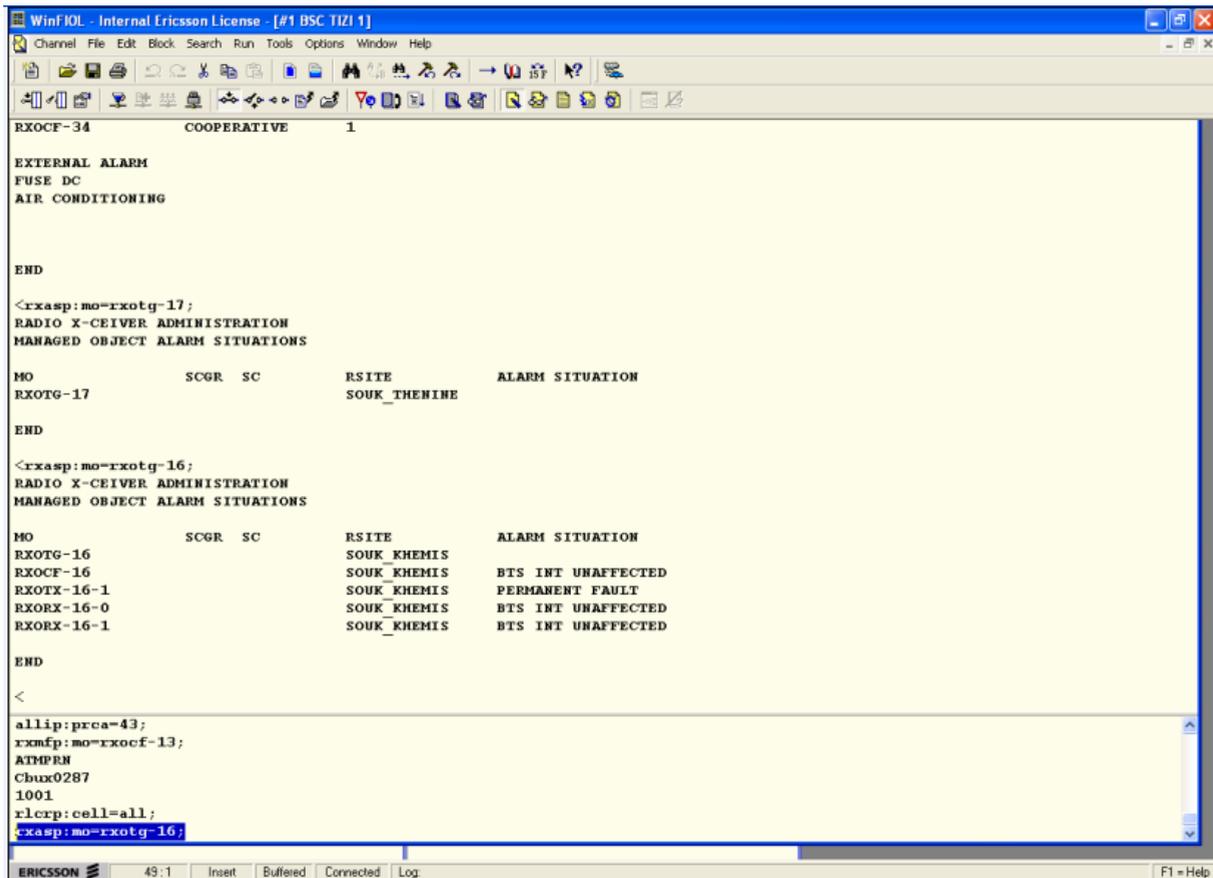


Figure IV.14 : visualisation des TXs et RXs.

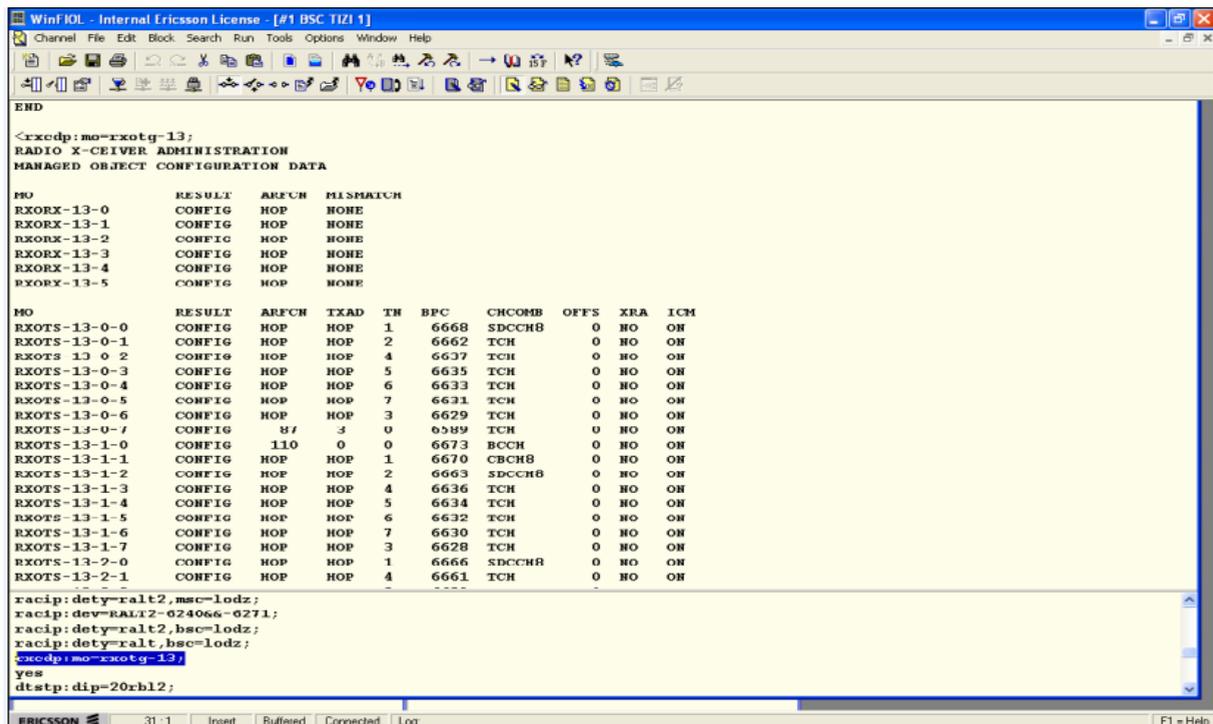


Figure IV.15 : visualisation des times slots.

```

WinFOL - Internal Ericsson License - [#1 BSC TIZI 1]
Channel File Edit Block Search Run Tools Options Window Help
RUPOSITION                                RULOGICALID
C:0 R:C SH: 4 SL: 12                       PS PSU_AC 1
RU RUREVISION                              RUSERIALNO
6 BMG 980 13/1                             R2B      B992150609
RUPOSITION                                RULOGICALID
C:0 R:- SH:-- SL:---                       BF BFU_21 0
RU RUREVISION                              RUSERIALNO
7 BGM 136 1001/3                           R1A      B992248510
RUPOSITION                                RULOGICALID
C:0 R:C SH: 1 SL: 37                       FC FCU_01 0
RU RUREVISION                              RUSERIALNO
8 SEB 112 1141/1                             R2B      TU87146886
RUPOSITION                                RULOGICALID
C:0 R:C SH: 4 SL:---                       CABI 2207 0
STATE BLSTATE INTERCNT CONCNT CONERRCNT LASTFLT LFREASON
OPER          00008
FAULT CODES CLASS 2A
23
REPLACEMENT UNITS
15
END
<
allip:prca=43;
xmfp:mo=rxocf-13;
ATMPRN
Cbux0287
1001
rlcrp:cell=all;
rxasp:mo=rxotg-16;
ERICSSON 44:1 Insert Buffered Connected Log F1=Hel

```

Figure IV.16 : voir l'usage des devices

IV.4. Conclusion :

Les données qui sont transmises à partir des alarme externe au niveau de RBS sont récupérer sous forme des messages au niveau de BSC et non pas des valeurs numériques.

Conclusion générale

CONCLUSION GÉNÉRALE

Au terme de ce mémoire, nous avons étudiés l'architecture et les caractéristiques du réseau GSM, ainsi que les différents éléments d'une RBS (radio base station). Afin de contrôler la température interne de l'RBS, on a pu réaliser une carte d'acquisition de la température à base de microcontrôleur PIC 16F876A.

En dépit des difficultés qu'on a rencontrées pour mener à bien ce projet, nous avons acquis des connaissances non négligeables sur le réseau GSM, ainsi une expérience pratique considérable dans le domaine des circuits électroniques programmables et aussi de se familiariser avec les logiciels de simulations et de conception (PROTEUS PROFESSIONNEL 7.6, CCS PIC C COMPILER et WINPIC800).

Comme toute étude si parfaite soit elle, il reste toujours des améliorations à lui apporter, telle que la reconfiguration de l'E1 (canal de transmission à 2Mbit/S Short for G.703 2048 kbit/s PCM link) et la création d'une interface qui récupère les informations sous forme des valeurs numériques au lieu des messages. Ainsi que une intégration d'une caméra de surveillance au sein de RBS afin de mieux contrôler son environnement interne.

On espère bien que ce mémoire va apporter de l'aide aux générations à venir dans leurs travaux et qu'ils apportent à leurs tours des améliorations à ce projet.

Bibliographie

BIBLIOGRAPHIE

[1] Le réseau GSM : l'évolution GPRS, Inode et WAP .**Tisal Joachin**. 4^{ème} édition Dunod, France 2003. ISBN :210-007206-4

[2] Réseaux GSM, **Lagrange Xavier, Philippe Godlewski, Sami Tabbane**, 5^{ème} édition revue et augmentée, Lavoisier France 2000. ISBN : 2-7462-0153-4

[3] Programmation en c des pics. **Christian Tavernier**, édition DUNOD, France 2005, ISBN: 2-10-048894-5

[4] Belle programmation et langage C. **Yves Noyelle**, Ellipses, France 2001, ISBN : 2-7298-0639-3

[5] **Architecture interne et principe de fonctionnement d'une station de base radio du réseau GSM**, présenté par Melle HABANI Zohra et Melle RECHIK Lynda, promotion 2006 Département électronique Diplôme d'ingénieur.

[6] **Intégration d'une RBS 2206 de MOBILIS dans la wilaya de Tizi-Ouzou**, présenté par Melle AIT LARBI Fatiha, promotion 2008 Département 2lectronique Diplôme d'ingénieur.

[7] <http://www.abcelectronique.com>
(Forum de discussion sur le domaine de l'électronique).

[8] www.microchip.com
(Documentation du constructeur du pic (16F876))

[9] www.alldatasheet.net
(Datasheet des différents composants électroniques utilisé)

Abréviations

Abréviations

AC : Alternating Current

AC (ACCU) : AC Connection Unite

AMRF : Accès Multiple par Répartition dans la Fréquence

AMRT : accès multiple de répartition dans le temps

AUC: Authentification Center

BBS: Battery Backup Stand

BFU: Battery Fuse Unit

BSC: Base Station Controller

BSS: Base Station System

BTS: base transceiver station

CCP: modules de comparaison

CDU: Combining and Distribution Unit

CDU-F Combining and Distribution Unit

CDU-G Combining and Distribution Unit

CPU : Central Processing Unit Unité centrale de traitement

CTU: Unité centrale de synchronisation

CXU : Configuration Switch Unit

d TRU : double Transceiver Unit

DC (DCCU): Connection Unit D-channel

DF: Distribution Frame

DM: distribution module.

DXU: Distribution Switch Unit

E1: Short for G.703 2048 kbit/s PCM link

EDGE: Enhanced Data rates for Global Evolution

EIR: Equipment Identity Register

FCU: Fan Control Unit Unité de contrôle de la ventilation

FDMA: frequency division multiple access

Abréviations

GMSK: Gaussian Minimum Shift Keying

GSM: Global System for Mobile communication.

HDLC: Concentrateur du contrôleur de liaison de transmission de données de niveau élevé

HLR: Home Location Register

IDB Installation Data Base

IDM Internal Distribution Module

IMSI: International Mobile subscriber Identity

ISDN: Integrated service digital network

LAPD: Link Access Protocol on

LED Light Emitting Diode

MIC (Modulation par impulsion et codage

MIC : Modulation par Impulsion et Codage

MSC: Mobile Switching Center

MSSP: Master Synchronous Sérial Port.

NSS : Network Subi-System

OMC-N : centre d'exploitation et de maintenance réseau

OMC-R : centre d'exploitation et de maintenance radio

OMT: operation maintenance terminal

OSS Operation and Support System

OVP: with Overvoltage Protection

OXU: Space for Optional Expansion

PCM: Pulse Code Modulation

PIC: programmable interruption

PLMN: Public Land Mobile Network

PSU: Power Supply Unit

Abréviations

RAM: read only Memory

RBS: radio base station

RF: Radio Frequency

ROM: read

RU: Replaceable Unit

RX: receiver

SCL: Serial Clock Line

SDA Serial Data line

SIM: subscriber identity module.

TDMA: time division multiple access

TG: Transceiver Group

TMA: Tower Mounted Amplifier

TMR: Timer

TMSI: Temporary Mobile Subscriber Identity

TRAU: Transcoding Rate and Adaptation Unit

TRU Transceiver Unit

TS: Time Slot

TX: Transmitter

USART: Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter

UV : les ultras violets

VLR: Visitor location Registrer.