

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

FACULTE DE TECHNOLOGIE

DEPARTEMENT DE L'ELECTRONIQUE

N° : ESEM09/2019



DOMAINE : SCIENCES ET  
TECHNOLOGIES

FILIERE : ELECTRONIQUE

OPTION : ELECTRONIQUE DES  
SYSTEMES EMBARQUES

**Mémoire présenté pour l'obtention  
Du diplôme de Master Académique**

**Par: MEGUIRECHE Noredinne  
&  
GHADBAN Abdarrazzak**

**Réalisation d'une Carte d'acquisition et  
supervision en utilisant un module GSM**

**Soutenu devant le jury composé de:**

Dr. L. laalaoui	Université De M'sila	Président
Dr. M. Garah	Université De M'sila	Rapporteur
Dr. M. Fodil	Université De M'sila	Examineur

## RÉSUMÉ

Dans ce travail, on se propose de réaliser une carte d'acquisition et de contrôle autour d'un module GSM via un téléphone mobile basée sur Arduino permettant la surveillance des système à distance, le principe de fonctionnement de notre carte est le suivant : lorsque un température et le humidité est détecté par le capteur DHT11, le système commence à envoyer des SMS ou bien d'appeler l'utilisateur pour l'informer de cette anomalie dans son système. D'autre part, il est possible d'empêcher le système de fonctionner à distance, et de permettre également la modification des numéros de téléphone utilisés et par conséquent, changer l'utilisateur de cette carte.

**Mots clés :** module GSM, téléphone mobile, capteur de température et le humidité Arduino

## ABSTRACT

In this work, it is proposed to make an acquisition card and control around a GSM module via a mobile phone based on Arduino for remote monitoring of premises, the operating principle of our card is as follows: a temperature is detected by the temperature sensor, the system begins to send SMS or to call the user to inform him of this anomaly in his room. On the other hand, it is possible to prevent the system from operating remotely, and also to allow the modification of the phone numbers used and therefore change the user of this card.

**Keywords:** GSM module, mobile phone, Arduino temperature sensor,

## ملخص

في هذا العمل نقترح انشاء بطاقة اكتساب وتحكم في GSM عبر الهاتف المحمول لمراقبة الاماكن عن بعد ويكون مبدأ تشغيل بطاقتنا كما يلي: قياس الحرارة والرطوبة بواسطة المستشعر ، يبدأ النظام في إرسال الرسائل القصيرة الاتصال بالمستخدم لإبلاغه بهذا التغير الحاصل في هذا النظام. من ناحية أخرى، من الممكن للنظام من العمل أو وكذلك السماح بتعديل أرقام الهاتف المستخدمة وبالتالي تغيير مستخدم هذه البطاقة عن بعد،

**الكلمات المفتاحية:** وحدة GSM مستشعر الحرارة والرطوبة ،الهاتف المحمول

# **REMERCIEMENTS**

*Tout d'abord, nous remercions **ALLAH**, notre créateur de nos avoir donné les forces, la volonté et le courage afin d'accomplir ce modeste travail.*

*Nous adressons le grand remerciement à notre encadreur **Dr. GARAH Messaoud** qui a proposé le thème de ce mémoire, et grand remerciement à **HCHAME ALILI** pour ses conseils et ses dirigés du début à la fin de ce travail.*

*Nos remerciements s'adressent également à Monsieur **Dr. LAADJAL MOHAMED** : chef de département d'électronique de faculté de technologie, pour sa générosité et la grande patience dont il a su faire preuve. Nous tenons également à remercier messieurs **LES MEMBRES DE JURY** pour l'honneur qu'ils nous ont fait en acceptant de siéger à notre soutenance, tout particulièrement Pour nous avoir fait l'honneur de présider le jury de cette mémoire.*

*Nous vous remercions pour l'intérêt que vous avez porté à ce travail et pour vos précieux conseils et remarques.*

*Enfin, nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à **NOS FAMILLES** qui nous ont toujours soutenues et à tout ce qui participe de réaliser ce mémoire. Ainsi que l'ensemble des **ENSEIGNANTS** qui ont contribué à notre formation.*

## **DÉDICACE ...**

*Nous dédions ce travail à :*

- ❖ *Nos chers mères et nos chers pers*
  - ❖ *Nos Chers frères et sœurs*
    - ❖ *Toute la famille*
      - ❖ *Tous les amis*
- ❖ *Tous les collèges de promotion 2019*
- ❖ *Tous ceux que nous aimons et tous qui nous aiment*
  - ❖ *Tous ceux qui connaissent,*

**MEGUIRECHE NOREDDINNE  
GAHDBANE ABD ERRAZZAK**

# TABLE DES MATIÈRES

Résume.....	i
Liste des abréviations.....	vii
Liste des tableaux et des figures.....	viii
INTRODUCTION GENERALE.....	2

## Chapitre I :

### Etude générale d'une carte d'acquisition et de commande à base d'un module GSM

<b><u>I.1</u></b> Introduction .....	5
<b><u>I.1.1</u></b> Présentation du Système.....	5
<b><u>I.1.2</u></b> Bénéfices du système .....	6
<b><u>I.1.3</u></b> Cahier de charge .....	7
<b><u>I.2</u></b> structure générale du système .....	7
<b><u>I.2.1</u></b> Présentation de la carte d'interface pour le module .....	8
<b><u>I.2.2</u></b> Présentation de la carte d'acquisition .....	9
<b><u>I.2.3</u></b> Connexion module GSM .....	9
<b><u>I.3</u></b> Principe de fonctionnement .....	9
<b><u>I.4</u></b> Réseau GSM .....	10
<b><u>I.4.1</u></b> Définition.....	10
<b><u>I.4.2</u></b> Notion de réseau cellulaire.....	11
<b><u>I.4.3</u></b> Architecture du réseau GSM.....	11
<b><u>I.4.4</u></b> Couverture GSM dans le monde .....	12
<b><u>I.5</u></b> Module GSM .....	13
<b><u>I.5.1</u></b> Définition .....	13
<b><u>I.5.2</u></b> Entrées digitales ou numériques NO ou NF.....	13
<b><u>I.5.3</u></b> Sorties du module GSM .....	13
<b><u>I.6.1</u></b> Module GSM SIM800L .....	14
<b><u>I.6.2</u></b> Diagramme fonctionnel .....	15
<b><u>I.6.3</u></b> Critères de choix .....	15
<b><u>I.7.1</u></b> Commandes AT.....	16
<b><u>I.7.2</u></b> Fonctionnement .....	16
<b><u>I.7.3</u></b> Commandes dédiées au service SMS.....	17

<b>I.7.4</b>	Mode TEXT.....	19
<b>I.7.5</b>	Autres méthodes d'envoi d'un SMS... ..	20
<b><u>I.8</u></b>	<b>CONCLUSION.....</b>	<b>20</b>

## **Chapitre II :** **Généralité sur les composantes électroniques utilisées**

<b><u>II.1</u></b>	Introduction.....	22
<b><u>II.2.1</u></b>	Définition du module arduino.....	22
<b><u>II.2.2</u></b>	Les gammes de la carte Arduino .....	23
<b><u>II.2.3</u></b>	Pourquoi arduino uno.....	25
<b><u>II.2.4</u></b>	La constituions de la carte arduino uno .....	26
<b><u>II.2.5</u></b>	Partie matérielle.....	26
<b><u>II.2.5.1</u></b>	Le Microcontrôleur ATmega328.....	26
<b><u>II.2.5.2</u></b>	Les sources de l'alimentation de la carte.....	27
<b><u>II.2.5.3</u></b>	Les entrées & sorties.....	28
<b><u>II.2.5.4</u></b>	Les ports de communications.....	29
<b><u>II.3</u></b>	Le Module GSM SIM800L (Chapitre I: page 15 ) .....	30
<b><u>II.4.1</u></b>	Capteur DHT22.....	30
<b><u>II.4.2</u></b>	Caractéristiques.....	30
<b><u>II.5.1</u></b>	Afficheur (LCD) .....	32
<b><u>II.5.2</u></b>	Schéma synoptique.....	33
<b><u>II.5.3</u></b>	Brochage.....	33
<b><u>II.5.4</u></b>	Définition de l'interface I2C .....	34
<b><u>II.5.5</u></b>	Spécification sur l'interface I2C .....	35
<b><u>II.5.6</u></b>	Objectif de l'installation de l'afficheur LCD 16x2 avec interface I2C.....	35
<b><u>I.6</u></b>	<b>CONCLUSIO.....</b>	<b>35</b>

## **Chapitre III :** **Simulation et réalisation de la carte**

<b><u>III.1</u></b>	Introduction.....	37
<b><u>III.1.1</u></b>	Déroulement du projet .....	37
<b><u>III.2</u></b>	Partie software.....	37
<b><u>III.2.1</u></b>	Programmation IDE.....	37
<b><u>III.2.2</u></b>	Plateforme de programmation Arduino.....	37
<b><u>III.2.3</u></b>	Structure d'un programme .....	40

<b>III.2.4</b> Les bibliothèques (librairies) .....	41
<b>III.2.5</b> Injection du programme.....	42
<b>III.2.6</b> Les étapes de téléchargement du programme.....	43
<b>III.3</b> Simulation PROTEUS.....	44
<b>III.3.1</b> Présentation.....	44
<b>III.3.2</b> Présentation de proteus .....	44
<b>III.4</b> Démarche de la simulation.....	45
<b>III.4.1</b> Bibliothèque Arduino pour Proteus.....	45
<b>III.4.2</b> Bibliothèque de module GSM pour PROTEUS.....	45
<b>III.4.3</b> Circuit global de la simulation.....	46
<b>III.4.4</b> Résultats de la simulation .....	47
<b>III.4.5</b> L'état initial du système.....	47
<b>III.5</b> Réalisation de projet.....	48
<b>III.5.1</b> Composants utilisés.....	48
<b>III.5.2</b> Alimentation du circuit .....	48
<b>III.5.3</b> Test du fonctionnement de la carte Arduino .....	48
<b>III.5.4</b> Dans le cas où le système envoi des SMS .....	50
<b>III.6</b> CONCLUSION .....	50
<b>Conclusion générale</b> .....	52
<b>Bibliographies</b> .....	53

# LISTE DES ABRÉVIATIONS

<b>GSM</b>	Global System for Mobile communications
<b>MMS</b>	Multimedia Message Service
<b>SMS</b>	Short Message Service
<b>BTS</b>	<i>Base Transceiver Station</i>
<b>SIM</b>	Subscriber Identity Module
<b>IMEI</b>	International Mobile Equipment Identity
<b>IMES</b>	International Mobile SubscriberIdentity
<b>PIN</b>	Personal Identification Number
<b>USB</b>	universal serial bus
<b>LCD</b>	Liquid Crystal Display
<b>EEPROM</b>	Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory
<b>TTL</b>	Transistor-Transistor logic
<b>DHT22</b>	Digital Humidity-temperature sensor
<b>CAO</b>	conception assistée par ordinateur
<b>R/W</b>	read/write
<b>RS</b>	register select
<b>UMTS</b>	Universal Mobile Telecommunications System
<b>RAM</b>	Random Access Memory
<b>UART</b>	Universal Asynchrones Receiver Transmitter

# LISTE DES FIGURES ET DES

## TABLEAUX

### Liste des figures :

#### CHAPITRE I :

<b>Figure 1:</b> Le schéma bloc du système.....	5
<b>Figure 2:</b> schéma récapitulatif.....	6
<b>Figure 3:</b> schéma descriptif de fonctionnement général du système.....	7
<b>Figure 4:</b> structure de la carte d'interface.....	8
<b>Figure 5:</b> structure de la carte d'acquisition et de commande.....	9
<b>Figure 6:</b> Schéma synoptique du système.....	10
<b>Figure 7:</b> Réseau cellulaire.....	11
<b>Figure 8:</b> Architecture du réseau GSM.....	12
<b>Figure 9:</b> Application d'un module GSM.....	14
<b>Figure 10:</b> Module GSM SIM800L.....	15
<b>Figure 11:</b> SIM 800L Diagramme fonctionnel.....	15
<b>Figure 12:</b> Schéma de fonctionnement.....	17

#### CHAPITRE II:

<b>Figure 13:</b> Système Arduino.....	22
<b>Figure 14:</b> La carte Arduino UNO.....	25
<b>Figure 15:</b> Microcontrôleur ATmega328.....	27
<b>Figure 16:</b> Constitution de la carte Arduino UNO.....	30
<b>Figure 17:</b> Module GSM SIM800L.....	31
<b>Figure 18 :</b> capteur DHT22.....	32
<b>Figure 19:</b> LCD 2x16 alphanumérique.....	33
<b>Figure 20:</b> Schéma synoptique de l'afficheur.....	34
<b>Figure 21:</b> interface I2C.....	36

### **Chapitre III :**

<b>Figure 23:</b> Plateforme de programmation ARDUINO.....	38
<b>Figure 24:</b> Interface plateforme de programmation ARDUINO.....	39
<b>Figure 25:</b> Barre de boutons Arduino.....	39
<b>Figure 26:</b> HyperTerminal de l'Arduino (Moniteur Série).....	40
<b>Figure 27:</b> Paramétrage de la carte étape1.....	42
<b>Figure 28:</b> Paramétrage de la carte étape2.....	42
<b>Figure 29:</b> Les étapes de téléchargement du code.....	43
<b>Figure 30:</b> Programme de Proteus 8 Professional.....	44
<b>Figure 31:</b> Intégrer carte Arduino sous Proteus.....	45
<b>Figure 32:</b> Fichier GSM library sous Proteus.....	46
<b>Figure 33:</b> Circuit électronique globale du projet.....	46
<b>Figure 34:</b> L'état initial de système.....	47
<b>Figure 35:</b> information de températures et humidité.....	47
<b>Figure 36:</b> Le schéma pratique global1.....	49
<b>Figure 37</b> information de températures et humidité PRATIQUE.....	49
<b>Figure 38:</b> Le système envoi des SMS.....	50

### **Liste des tableaux :**

#### **Chapitre I :**

<b>Tableau 1:</b> commande AT dédiées service SMS.....	17
--	----

---

# **INTRODUCTION GÉNÉRALE**

---

## **Introduction générale**

Aujourd'hui le réseau GSM compte des millions d'utilisateurs, le portable est devenu un produit de consommation courante. Ce petit trésor de technologie ouvre la porte à de nombreuses applications électroniques sans fil à celui qui sait l'interfacer avec un PIC ou un arduino. Il devient possible via l'envoi et la réception de SMS de piloter et surveiller un processus quelconque. La distance n'est désormais plus un souci puisque le réseau GSM couvre la plus grande part des territoires nationaux et mondiaux. [1].

Les moyens traditionnels de transfert d'information ne répondent plus aux critères d'efficacité et aux contraintes de temps qui deviennent de plus en plus sévères. Le recours aux moyens de communication sophistiqués devient incontournable pour assurer une maîtrise des aléas qui peuvent être rencontrés, ainsi que satisfaire notre besoin de confort. La communication à distance apparaît de nos jours comme étant une composante principale de la politique de modernisation et de transfert de technologie, donc le développement de l'activité industrielle d'une entreprise doit passer impérativement par l'intégration de cette composante.

En pensant à la technologie de télécommunication GSM, il nous vient immédiatement à l'esprit la communication vocale, l'envoi et la réception des SMS et des MMS, l'internet mobile, et tout ce qui fonctionne en utilisant cette technologie moderne introduite dans notre vie quotidienne. Il est moins évident de penser, qu'en se servant de ces services fournis à travers ce système, il est possible de contrôler et de commander des systèmes à distance ayant recours au réseau GSM. Des applications peuvent être utilisées dans divers domaines comme le contrôle et la commande à distance des machines, des systèmes d'alarme et de surveillance, de commander des portes ou d'allumer des lampes...etc.[2]

Dans ce projet de fin d'étude, on se propose de réaliser une carte d'acquisition et de commande autour d'un module GSM permettant le contrôle et la surveillance d'un local à distance. Le système doit permettre à l'utilisateur de savoir l'état de son local, en recevant un SMS ou un appel bip qui l'informe de toute anomalie qui survient à l'intérieur de son local. Cette commande peut être immédiate ou d'une façon programmée.

## **Introduction générale**

---

Ce mémoire est composé de trois chapitres : Dans le premier chapitre nous présentons d'une façon générale la définition du réseau GSM et les caractéristiques techniques du module choisi , et nous parlons ainsi en détail du principe de fonctionnement de notre carte. le second chapitre, est consacré aux généralités sur les composantes électroniques qu'on a utilisées pour concevoir notre carte. Le troisième chapitre présente la conception et la réalisation de notre carte d'acquisition à base d'un module GSM8001.

Enfin, on terminera par une conclusion générale.

---

***CHAPITRE I :***

**CHAPITRE I : ETUDE GÉNÉRALE D'UNE  
CARTE D'ACQUISITION ET DE  
COMMANDE À BASE D'UN MODULE GSM**

---

## Chapitre I : Etude générale d'une carte d'acquisition et de commande à base d'un module GSM

### I.1 Introduction

Dans le cadre du projet de fin d'étude on se propose de réaliser une carte d'acquisition et de commande autour d'un module GSM ou un téléphone portable permettant le contrôle et la commande des systèmes à distance. L'utilisation de cette carte est facile dont l'utilisateur pourra, à l'aide de son téléphone portable, commander, contrôler ou surveiller une machine ou n'importe quel autre système, à travers l'envoi d'un simple SMS qui contient une information ou un ordre, ou bien la réception d'un message de compte rendu qui lui informe sur l'état récent du système surveillé.[3]

#### I.1.1 Présentation du Système

Le système de contrôle par GSM doit permettre de contrôler des fonctions et recevoir des informations à base d'un réseau mobile GSM dans toute les zones du monde qui sont sous couverture d'un réseau GSM entre utilisateur et le système, On peut donner le schéma bloc ci-dessous représentant les différentes fonctions du système.

- Le schéma bloc :

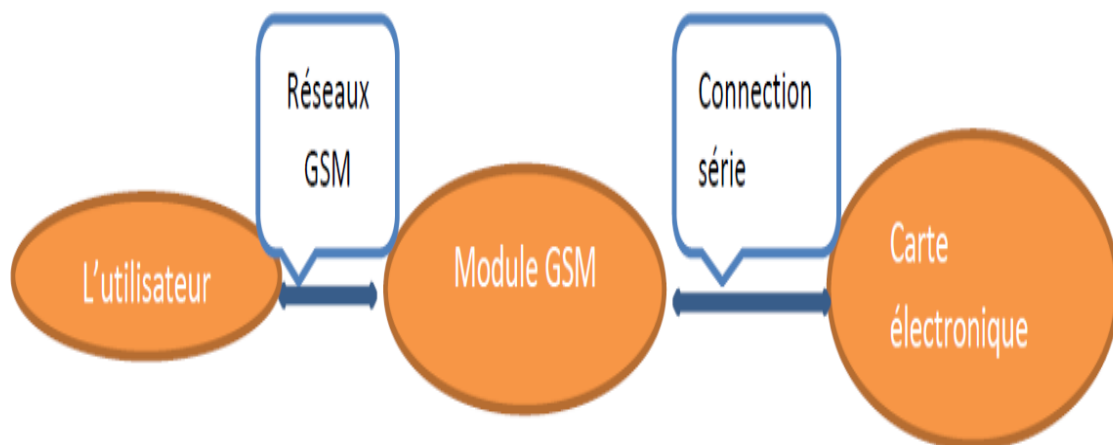
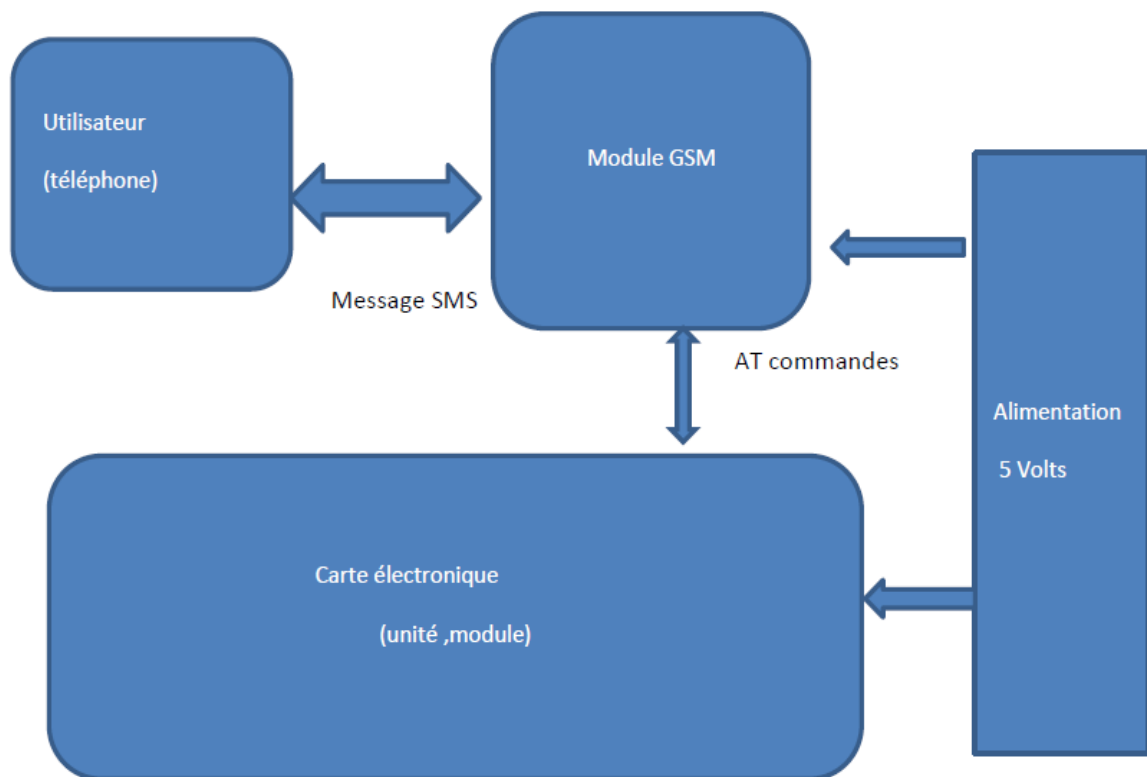


Figure 1 : Le schéma bloc du système

- L' utilisateur** : permet d'envoyer un message SMS à un module GSM par un téléphone Portable Le message contient des informations codées pour les commandes.
- **Module GSM** : permet de recevoir ou d'envoyer des SMS et communiquer avec une carte électronique par une communication série (UART) ,les commandes utilisées dans cette connexions ce sont des AT COMMANDS.
  - **Carte électronique** : permet de communiquer avec module GSM lire les messages et envoyer des commandes et exécuter les différents processus comme traitements, décodage et stockage des informations, affichage des messages etc. [4]



**Figure 2:** schéma récapitulatif

### I.1.2 Bénéfices du système

Notre système présente des avantages autant importants pour l'industrie que pour l'individu, qui se manifestent par :

- La réduction des temps d'arrêt des systèmes.
- La commande et le contrôle des machines de n'importe quel endroit.
- L'augmentation du temps de réaction aux aléas.

Donc on remarque que le gain principal d'une telle solution est un gain de point de vue temps ce qui se traduit par un gain d'argent.

### I.1.3 Cahier de charge

La réalisation du système va consister à mettre en œuvre un arduino uno , interfacé avec le module GSM, et pilotant une sortie de commande de puissance tout-ou-rien (type relais électromécanique).

Afin de le concrétiser on va passer par les étapes suivantes :

- Etude et choix d'un module GSM800L
- Conception du système.
- Réalisation des cartes.
- Programmation et test

Le système doit permettre à l'utilisateur la commande et le contrôle de ses système (machine, voiture...), la surveillance à distance on récupérant à tout instant l'état de son système via l'envoi d'un SMS. Cette commande peut être immédiate ou d'une façon programmé.

Notre système est composé de deux cartes la première s'agit d'une carte d'interface pour le module GSM et la deuxième c'est une carte d'acquisition et de commande. La liaison entre les deux se fait à travers une communication série .

### I.2 structure générale du système :

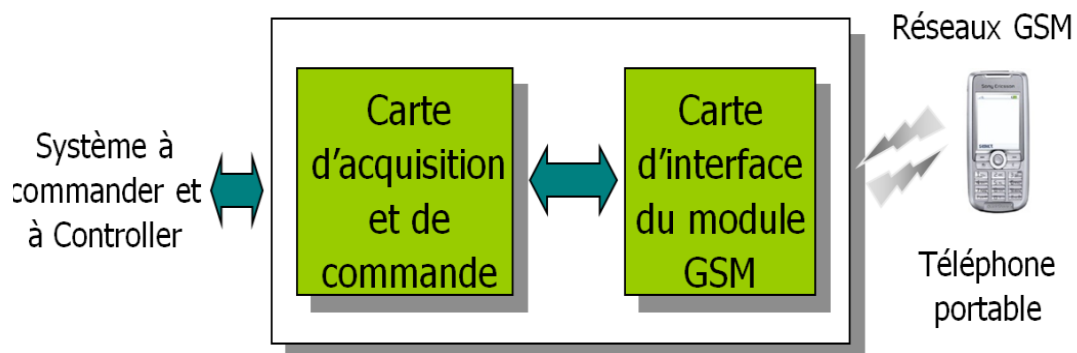


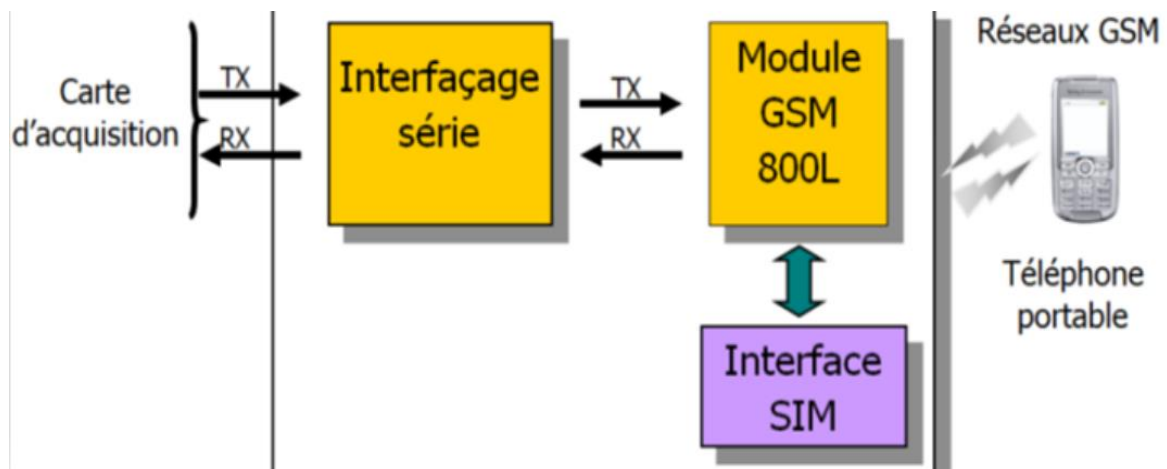
Figure 3: schéma descriptif de fonctionnement général du système

Le fonctionnement du système est simple il suffit d'envoyer à l'aide d'un téléphone portable un SMS comportant une commande AT au module GSM qui sera acquis par le central de messagerie et puis il s'envoie de ce dernier vers le module GSM qui va traiter le SMS et envoyer de son tour des messages sur le port série vers la carte d'acquisition pour commander ou contrôler les entrées ou les sorties, en cas d'une erreur le module GSM nous envoie un SMS d'erreur.

Il existe deux méthodes d'envoi et de réception des SMS (Short Message Service). Soit en utilisant le mode texte, soit en utilisant le mode PDU (Protocol Description Unit). On a opté, pour notre application, pour le premier mode du fait qu'il est plus simple à utiliser. Le mode texte se base sur les commandes AT. Donc avec ces commandes, on peut lire, envoyer, effacer et recevoir des SMS en mode texte.

### **I.2.1 Présentation de la carte d'interface pour le module**

Elle s'agit d'une carte d'interface qui sert à adapter les signaux acquis ou émis par le port série avec la carte d'acquisition ou avec un ordinateur du 5V/3V.



**Figure 4:** structure de la carte d'interface

La carte d'interface est équipée par :

Un module GSM 800L qui joue le rôle d'un récepteur des SMS envoyés par l'utilisateur qui seront traités par suite.

## I.2.2 Présentation de la carte d'acquisition

Il s'agit d'une carte d'acquisition des données numérique et analogiques et de commande des relais à base d'un ARDUNO ATMEGA328P. Cette carte est capable d'acquérir six entrées analogiques et douze entrées numériques, ainsi que la régulation et la génération des signaux de commande Cette carte est polyvalente, capable de gérer diverses application. [5]

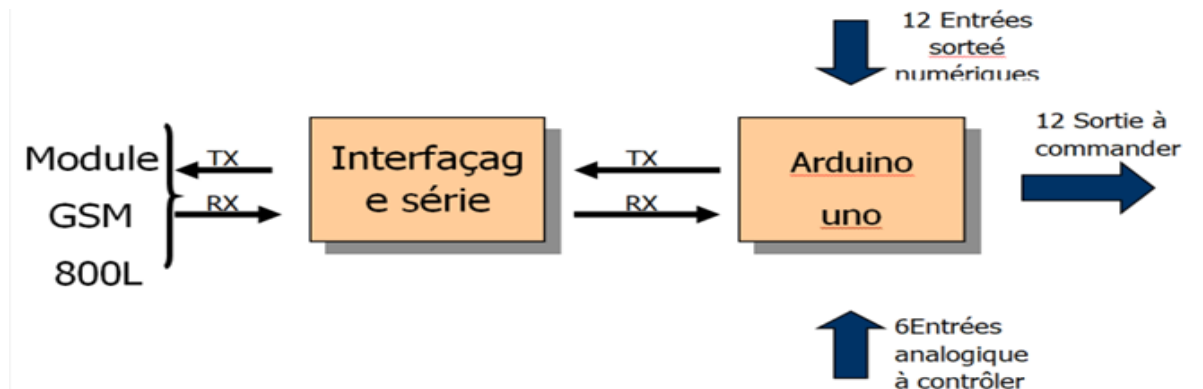


Figure 5: structure de la carte d'acquisition et de commande

## I.2.3 Connexion module GSM

Il est très facile d'interfacer un module GSM à un arduino Comme la plupart des modules GSM ont une interface série, la broche d'entrée en série USART RX et TX du arduino sont connectes aux broches TXD et RXD du module GSM. [6]

## I.3 Principe de fonctionnement

Interfacer un module GSM avec un arduino uno dans le but de piloter et surveiller n'importe quel processus, grâce l'envoi et la réception de commandes par SMS. Dans notre projet, est de surveiller un system en envoyant un message texte ou un appel vocal à l'utilisateur pour l'informer de tout changement dans la température et le humidité.

Le fonctionnement de ce circuit est simple, quand le capteur DHT11 capte un changement dans la température et le humidité dans un système, il envoie un signal au arduino uno qui, à son tour envoie une commande au registre à décalage, et ce dernier va permettre la saisie du numéro de téléphone à travers le clavier du téléphone. nous pouvons recevoir et envoyer des messages Les avantages de ce projet incluent la possibilité de connaître l'état du système à tout moment.

- Pour une meilleure explication, nous pouvons se référer au schéma synoptique suivant :

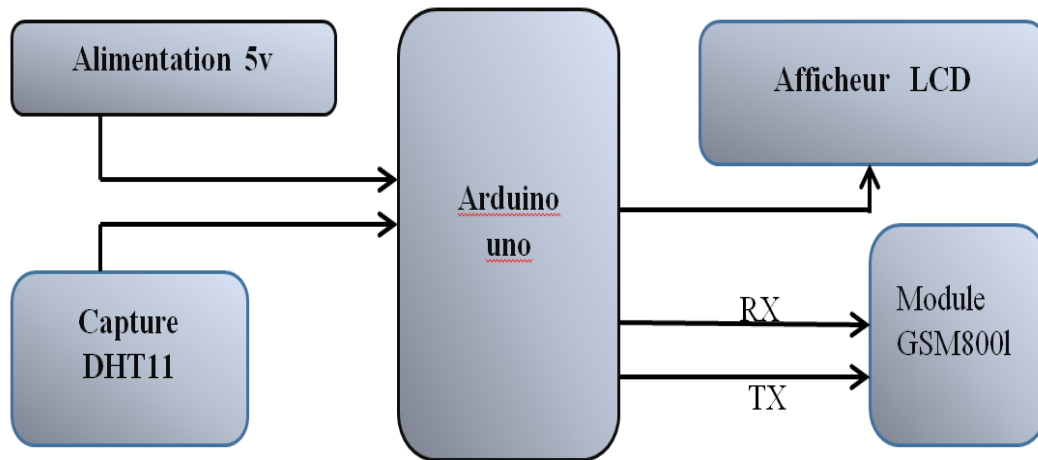


Figure 6 : Schéma synoptique du système.

## I.4 Réseau GSM

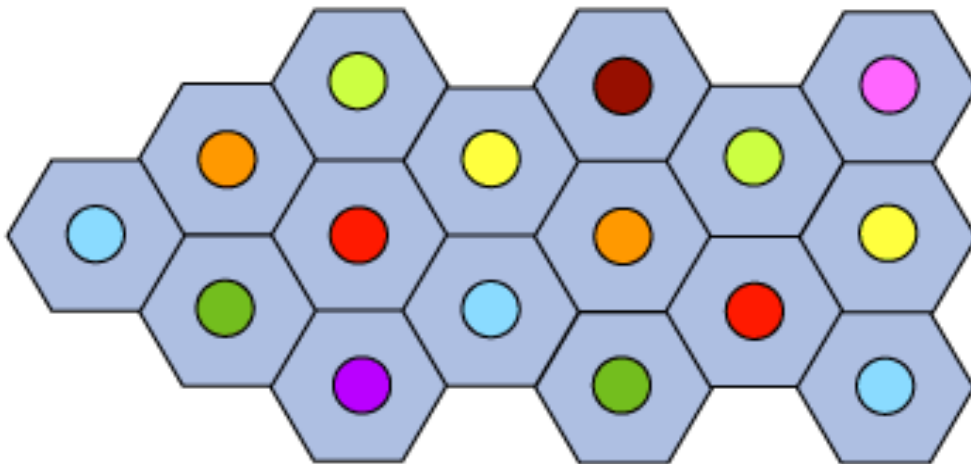
### I.4.1 Définition

Le réseau GSM (*Global System for Mobile communications*) constitue au début du 21ème siècle le standard de téléphonie mobile le plus utilisé en Europe. Il s'agit d'un standard de téléphonie dit « de seconde génération » (2G) car, contrairement à la première génération de téléphones portables, les communications fonctionnent selon un mode entièrement numérique.

En Europe, le standard GSM utilise les bandes de fréquences 900 MHz et 1800 MHz. Aux Etats-Unis par contre, les bandes de fréquences utilisées sont les bandes 850 MHz et 1900 MHz. Ainsi, on qualifie de tri-bande (parfois noté tribadé), les téléphones portables.

Pouvant fonctionner en Europe et aux Etats-Unis et de bi-bande ceux fonctionnant uniquement en Europe. La norme GSM autorise un débit maximal de 9,6 kbps, ce qui permet de transmettre la voix ainsi que des données numériques de faible volume, par exemple des messages textes (SMS, pour Short Message Service) ou des messages multimédias (MMS, pour Multimedia Message Service).

## I.4.2 Notion de réseau cellulaire



**Figure 7:** Réseau cellulaire

Les réseaux de téléphonie mobile sont basés sur la notion de cellules, c'est-à-dire des zones circulaires se chevauchant afin de couvrir une zone géographique, Les réseaux cellulaires reposent sur l'utilisation d'un émetteur-récepteur central au niveau de chaque cellule, appelée « station de base » (*en anglais Base Transceiver Station, notée BTS*). Plus le rayon d'une cellule est petit, plus la bande passante disponible est élevée. Ainsi, dans les zones urbaines fortement peuplées, des cellules d'une taille pouvant avoisiner quelques centaines mètres seront présentes, tandis que de vastes cellules d'une trentaine de kilomètres permettront de couvrir les zones rurales.

Dans un réseau cellulaire, chaque cellule est entourée de 6 cellules voisines (c'est la raison pour laquelle on représente généralement une cellule par un hexagone). Afin d'éviter les interférences, des cellules adjacentes ne peuvent utiliser la même fréquence. En pratique, deux cellules possédant la même gamme de fréquences doivent être éloignées d'une distance représentant deux à trois fois le diamètre de la cellule.

## I.4.3 Architecture du réseau GSM

Dans un réseau GSM, le terminal de l'utilisateur est appelé station mobile. Une station mobile est composée d'une carte SIM (*Subscriber Identity Module*), permettant d'identifier l'utilisateur de façon unique et d'un terminal mobile, c'est-à-dire l'appareil de l'utilisateur (la plupart du temps un téléphone portable).

Les terminaux (appareils) sont identifiés par un numéro d'identification unique de 15 chiffres appelé IMEI (*International Mobile Equipment Identity*). Chaque carte SIM possède également un numéro d'identification unique (et secret) appelé IMSI (*International Mobile Subscriber Identity*). Ce code peut être protégé à l'aide d'une clé de 4 chiffres appelés code PIN (*Personal Identification Number*).

La carte SIM permet ainsi d'identifier chaque utilisateur, indépendamment du terminal utilisé lors de la communication avec une station de base. La communication entre une station mobile et la station de base se fait par l'intermédiaire d'un lien radio, généralement appelé interface air (ou plus rarement interface Um).

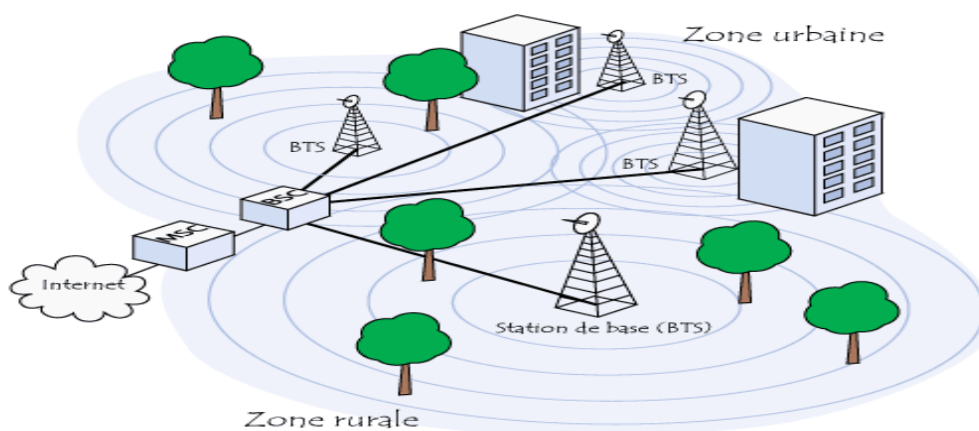


Figure8 : Architecture du réseau GSM

Le réseau cellulaire ainsi formé est prévu pour supporter la mobilité grâce à la gestion du *handover*, c'est-à-dire le passage d'une cellule à une autre.

Enfin, les réseaux GSM supportent également la notion d'itinérance (*en anglais roaming*), c'est-à-dire le passage du réseau d'un opérateur à un autre. [7]

#### I.4.4 Couverture GSM dans le monde

Les réseaux GSM sont implantés sur une large portion de la surface terrestre une condition nécessaire de connexion à un réseau est la disponibilité de stations de bas«*cellules radio*» à proximité de l'emplacement du téléphone mobile (la charge de la batterie du téléphone influence également la portée de réception). Ainsi, les zones faiblement peuplées (haute montagne, larges campagnes, déserts), les hautes altitudes (en avion par exemple), les cavités terrestres (grottes, tunnels) et la mer (au-dessus comme en dessous de la surface) sont souvent dépourvues d'accès réseau GSM.

Les réseaux GSM (*Global System for Mobile Communications*) couvrent 219 pays ou territoires en 2014. En 2016, l'association GSMA comptabilisait pour les réseaux mobiles GSM et dérivés (UMTS et LTE) 4,8 milliards d'utilisateurs uniques et 7,9 milliards de cartes SIM connectables à travers le monde. [8]

## **I.5 Module GSM**

### **I.5.1 Définition**

Un module GSM est un boîtier électronique muni d'une carte SIM, qui se connecte au réseau téléphonique comme un téléphone portable. Ainsi, il dispose de son propre numéro de téléphone, et fonctionne partout dans le monde où il existe un réseau cellulaire GSM. Mais il n'est pas verrouillé à un réseau, il peut donc être utilisé avec n'importe quel fournisseur de réseau GSM. Lorsque vous appelez, il rejette l'appel sans répondre, donc il n'y a pas de frais de communication engagés, il a une mémoire non-volatile et sauvegarde les paramètres dans le cas d'une interruption de son alimentation. Ainsi, en cas de coupure secteur il vous envoie un SMS pour vous le signaler. Et un module GSM, envoie des SMS à multiples utilisateurs autorisés à les recevoir.

Le module GSM comporte un certain nombre d'entrées et de sorties en fonction des modèles, entrées analogiques ou digitales.

- Pour brancher des sondes analogiques de mesures et programmer des seuils minimum et maximum.. Exemples : sonde de températures. Et vous recevrez un SMS lorsque ces seuils seront franchis.

### **I.5.2 Entrées digitales ou numériques NO ou NF**

- Pour brancher des détecteurs du type : Intrusion, présence, contact de porte, détecteur de fumée, Gaz, inondation, thermostat, Hygrométrie, Etc...
- Ainsi vous recevrez un SMS lorsque ces seuils seront franchis.

### **I.5.3 Sorties du module GSM**

Les sorties sont activées en envoyant au module GSM un SMS codé, un relais de puissance est alors activé pour commander tout matériel et équipements électriques : Portes, portails, chauffages, climatisation, volets, moteurs, pompes, etc...

Vous recevrez un SMS vous signalant la confirmation de l'ordre passée.

Exemples d'application d'un module GSM

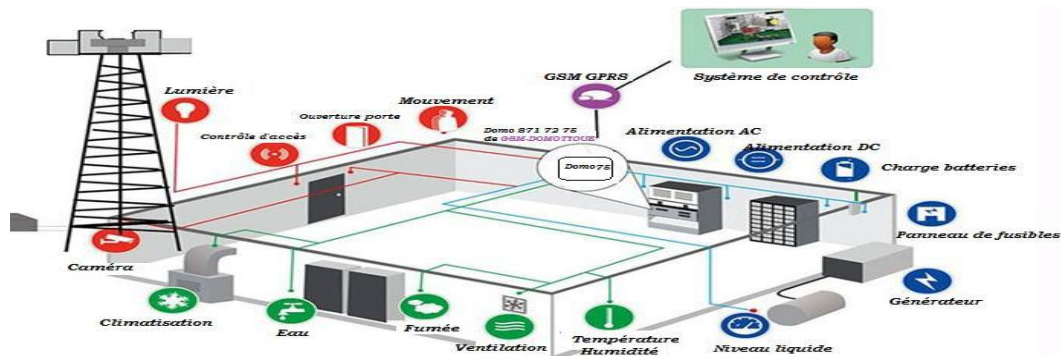


Figure 9 : Application d'un module GSM [9]

### I.6.1 Module GSM SIM800L

Le module GSM SIM800L est l'un des plus petits modules GSM du monde avec une taille de 2.2 cm x 1.8 cm. C'est un module puissant qui démarre automatiquement et recherche automatiquement le réseau. Il inclut notamment le Bluetooth 3.0+EDR et la radio FM (récepteur uniquement). Il vous permettra d'échanger des SMS, de passer des appels mais aussi, et c'est nouveau, de récupérer de la data en GPRS 2G+. Ainsi vous pourrez faire transiter des données sur une très longue distance, si par exemple la radio FM ou le Bluetooth ne vous suffit plus.

Ce module nécessite une alimentation entre 3,4V et 4,4V. L'alimentation 5V de l'Arduino ne lui convient donc pas. Pour trouver ce problème d'alimentation, on ajoute une diode 1N4007 entre le 5V de l'Arduino et le pin VCC du SIM800L. Le SIM800L nécessite un pic.de courant d'environ 2A. Le reste du branchement est détaillé ci-dessous. La pin reset doit être relié au 3,3v de l'arduino. [10]



Figure10 : Module GSM SIM800L

## I.6.2 Diagramme fonctionnel

La figure suivante montre un schéma fonctionnel de SIM800L:

- Bande de base GSM
- GSM RF
- Interface de l'antenne
- Autre interface

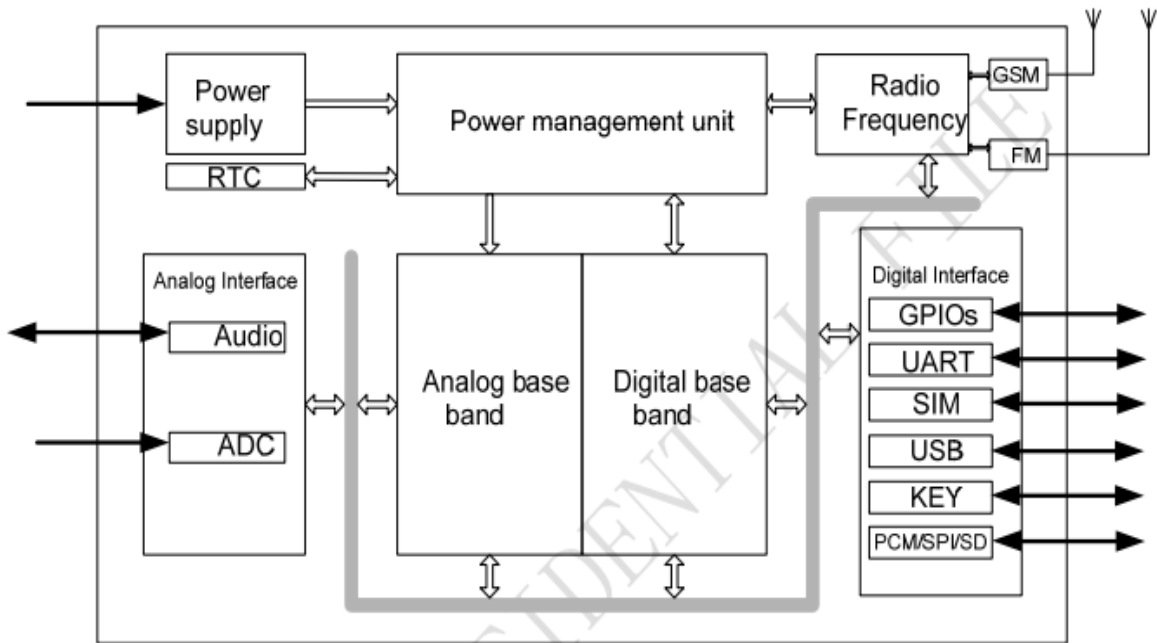


Figure11 : SIM 800L Diagramme fonctionnel

## I.6.3 Critères de choix

Pour répondre à nos besoins, nous avons effectué nos recherches sur le module GSM 800l. Nous avons constaté que l'unité nous offrait davantage de fonctionnalités.

❖ Il existe de nombreux arguments en faveur de l'adoption du module GSM 800l:

- Ethique
- Stratégique

### I.7.1 Commandes AT

La plupart des modems modernes disposent d'un jeu de commandes textuelles qui peuvent être appelées en mode de commande. Les modems plus anciens ne disposent que des commandes par signaux de contrôle ou de commandes sous la forme de télégrammes.

Le jeu le plus courant de commandes textuelles est appelé le jeu **AT** ou encore **Hayes**, du nom de l'entreprise ayant commercialisé les premiers modems dits intelligents. Le jeu se compose de commandes simples préfixées par AT (toujours présent pour commencer une ligne de commande). En général, ces deux codes sont utilisés pour synchroniser le modem à la bonne vitesse. Il est donc recommandé de les taper avec la même casse. Les commandes agissent sur des registres internes qui sont manipulables directement.

Il est souvent possible de sauvegarder la configuration dans une mémoire interne non volatile. Il faut savoir que la plupart du temps beaucoup d'extensions incompatibles ont été implantées: il n'existe pas à proprement parler de norme. On parlera cependant des commandes les plus courantes. En général, les fabricants fournissent avec le modem de la documentation suffisante pour le paramétrage.

AT : Code d'attention.

C'est le préfixe de ligne de commande qui indique au modem qu'une commande ou une séquence de commandes est entrée.

### I.7.2 Fonctionnement de Commandes AT

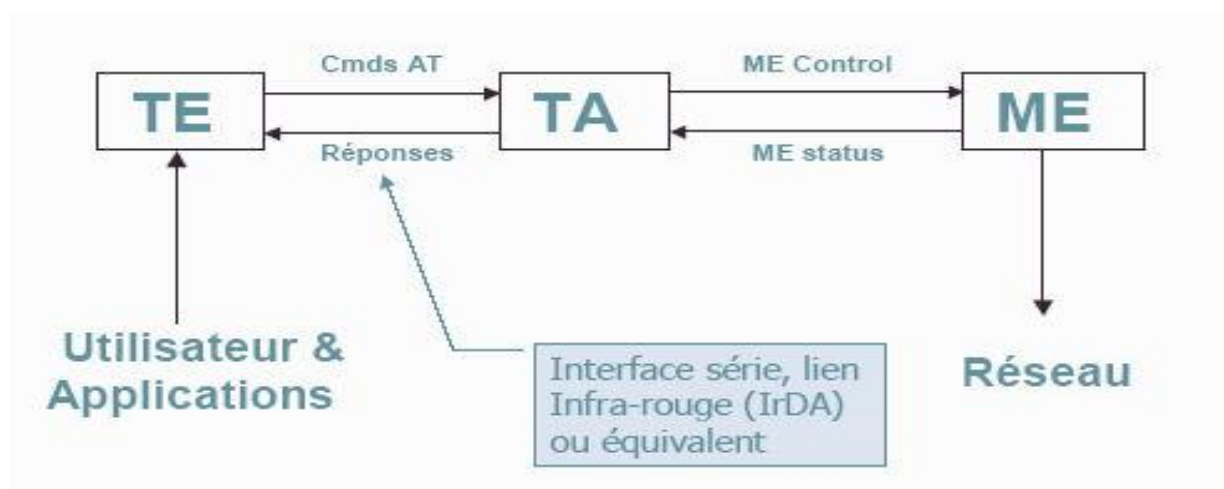


Figure 12 : Schéma de fonctionnement.

- ME (Mobile Equipement) : téléphone portable
- TE (Terminal Equipement) : peut-être un ordinateur ou un microcontrôleur
- TA (Terminal Adaptateur) : assure la liaison entre le ME et le TE
- TA et ME forment une seule entité, par exemple un téléphone portable standard ou un terminal GSM contient dans son boîtier à la fois le TA et le ME

Le TE forme une entité à part, par exemple il peut s'agir d'un ordinateur qui dispose d'un port série ou un circuit électronique basé sur un microcontrôleur qui implante un port série.

### I.7.3 Commandes dédiées au service SMS

AT+CSMS	Sélection du service de messagerie
AT+CPMS	Sélection de la zone mémoire pour le stockage des SMS
AT+CMGF	Sélection du format du SMS (PDU ou TEXT)
AT+CSCA	Définition de l'adresse du centre de messagerie
AT+CSDH	Affiche en mode TEXT le paramétrage des SMS
AT+CSAS	Sauvegarde du paramétrage
AT+CRES	Restauration du paramétrage par défaut
AT+CNMI	Indication concernant un nouveau SMS
AT+CMGL	Liste les SMS stockés en mémoire
AT+CMGR	Lecture d'un SMS
AT+CMGS	Envoie un SMS
AT+CMSS	Envoie d'un SMS stocké en mémoire
AT+CMGW	Écriture d'un SMS.
AT+CMGD	Efface un SMS

**Tableau 1:** commande AT dédiées service SMS

**AT+CPMS** = <mem1> <rnem2>< > : Choix de la mémoire pour la lecture et écriture des messages :

- mem1 : mémoire pour enregistrement, lecture et effacement des messages reçus.
- mern2 : mémoire de laquelle les opérations d'envoi et d'écriture Sont faites.

<mem1> et <mem2> peuvent être ME (mémoire du téléphone « Mobile ») ou SM (mémoire de la carte SIM).

➤ Cette commande retourne:

**CPMS** : <utilisé de la mem1>, <total de la mem1>, <utilisé de la rncm2>, total de la mem2> OK

**AT+CMGL** = <stat>< > : Lister les messages; <stat> est le type des messages à lister.

➤ Cette commande retourne :

**+CMGL**: <le nombre de messages>, 0, <longueur du message PDU en octets> OK

**AT+CMGR** = <index>< > : Lire le message numéro index.

➤ Cette commande retourne:

**+CMGR**: <stat>, <longueur du message PDU>, <message en PDU> OK

**AT+CMGS** = <numéro de téléphone>< > : Envoie de message.

Le message est terminé par <CTRL-Z> ou<CTRL-ESC> pour annuler.

**AT+CMGW** = <taille> <stat>< > : Ecriture de message dans la mémoire.

➤ Cette commande retourne:

**+CMGW**: <index du message dans la mémoire> OK

**AT+CMGD** = <index>< > Efface le message numéro index de la mémoire.

**AT+CMGF** = <num>< > : Choisit le mode de SMS.

num = 0 pour le mode PDU et num = 1 pour le mode texte.

**AT+CSCA**= <sca> <tosca>< > Choisit le numéro du centre de service SMS.

**Sca** :(Service Center Adresse) adresse du centre de service de messagerie.

**AT+CSAS** = <profile>: enregistrement des modifications apportées (choix des mémoires de lecture et d'écriture, du format de SMS, du centre de service SMS, etc...)

<Profile> = 0..255.

**AT+CMTI** = <mem>, <index>< >: c'est une ligne envoyée au TE pour lui indiquer

l'arrivée d'un nouveau message, avec <mem> est la mémoire où on sauvegarde le message

et <index> le numéro du message.

#### **I.7.4 Mode TEXT**

En mode TEXT même chose que le mode PDU il faut savoir quels sont les types de mémoires disponibles sur votre téléphone.

Il faut s'assurer que le mode TEXT est supporté par le module GSM:

**AT+CMGF= ?**

Le module retourne la liste des modes qu'il supporte :

**+CMGF : (0,1)**

Activons donc le mode TEXT

**AT+CMGF=1**

OK

Pour envoyer un SMS il faut indiquer le numéro du SMSC que l'on souhaite utiliser. Ce paramètre est existant déjà dans la mémoire du mobile, il correspond à celui de l'opérateur auquel vous avez souscrit votre abonnement.

0: mode PDU (AT+CMGF=0)

1: mode TEXT (AT+CMGF=1)

Pour s'en assurer demandons les paramètres associés à la commande +CSCA :

**AT+CSCA ?**

**+CSCA : "num"**

Vous pouvez bien entendu modifier ce paramètre:

**AT+CSCA="+num"**

OK

Il faut entrer le numéro de téléphone du destinataire du message :

**AT+CMGS=" num"**

Entrer le texte du message et valider la saisie par l'action simultanée des touches [CTRL]

et [Z] .Qui provoque l'envoi du SMS sur le réseau GSM.

**AT+CMGS = " num"**

> Test PFE

Si tout s'est bien déroulé, le module GSM doit retourner la réponse suivante :

+CMGS : 0

OK

### **I.7.5 Autres méthodes d'envoi d'un SMS :**

Dans le cas précédent le message constitué n'est pas stocké en mémoire mais directement expédié sur le réseau. Il est également possible de le sauvegarder temporairement en mémoire <mem2> grâce à la commande +CMGW.

Par exemple si l'on souhaite que <mem2>= "ME», il faut utiliser la commande suivante

**AT+CPMS = "ME", "ME"**

Le premier paramètre qui correspond à <mem1> est obligatoire.

Dans cette configuration la lecture des SMS reçus et stockés non envoyés est sauvegardée dans la même mémoire.

MODE PDU (AT+CMGF=0)

MODE TEXT (AT+CMGF=1)

AT+CMGW="num"

✓ >Test PFE

Que ce soit en mode PDU ou TEXT, le module GSM retourne l'emplacement mémoire<Index > où est stocké le message.

La commande +CMSS permet d'envoyer un SMS stocké en mémoire <mem2>, ce qui provoquera l'envoi du message saisi précédemment :

Si l'envoi est réussi :

+CMSS : 0

OK . [11]

## **I.8 CONCLUSION**

Dans cette partie, nous nous sommes intéressés à la structure générale de notre système, ainsi que les interfaces entre les cartes qui le composent : la carte d'acquisition et de commande avec un module GSM, celle d'interface du module. Elles jouent un grand rôle dans la réalisation du notre projet.

---

**CHAPITRE II :**  
**GÉNÉRALITÉS SUR LES COMPOSANTES**  
**ÉLECTRONIQUES UTILISÉS**

---

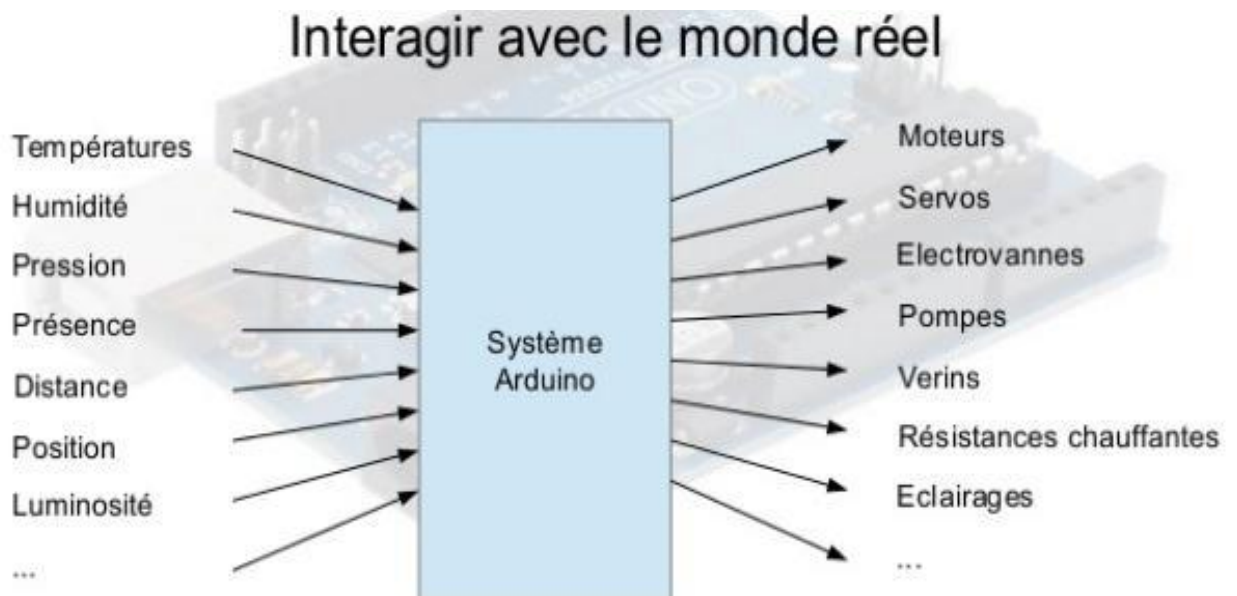
## Chapitre II : Généralité sur les composantes électroniques utilisées

### II.1 Introduction

Aujourd'hui, l'électronique est de plus en plus remplacée par l'électronique programmée. On parle aussi de système embarquée ou d'informatique embarquée. Son but est de simplifier les schémas électroniques et par conséquent réduire l'utilisation de composants électroniques, réduisant ainsi le coût de fabrication d'un produit. Il en résulte des systèmes plus complexes et performants pour un espace réduit.

Depuis que l'électronique existe, sa croissance est fulgurante et continue encore, aujourd'hui, l'électronique est devenue accessible à toutes personnes en ayant l'envie : ce que nous allons apprendre dans ce travail est un mélange d'électronique et de programmation. On va en effet parler d'électronique embarquée qui est un sous-domaine de l'électronique et qui a l'habileté d'unir la puissance de la programmation à la puissance de l'électronique.[12]

#### II.2.1 Définition du module arduino



**Figure 13:** Système Arduino

Le module Arduino est un circuit imprimé en matériel libre (plateforme de contrôle) dont les plans de la carte elle-même sont publiés en licence libre dont certains composants de la carte : comme le microcontrôleur et les composants complémentaires qui ne sont pas en licence libre. Un microcontrôleur programmé peut analyser et produire des signaux électriques de manière à effectuer des tâches très diverses. Arduino est utilisé dans beaucoup d'applications comme l'électrotechnique industrielle et embarquée ; le modélisme, la domotique mais aussi dans des domaines différents comme l'art contemporain et le pilotage d'un robot, commande des moteurs et faire des jeux de lumières, communiquer avec l'ordinateur, commander des appareils mobiles (modélisme). Chaque module d'Arduino possède un régulateur de tension +5 V et un oscillateur à quartz 16 MHz (ou un résonateur céramique dans certains modèles). Pour programmer cette carte, on utilise l'logiciel IDE Arduino. [13]

Arduino est un outil permettant de construire des dispositifs qui peuvent interagir avec l'environnement qui les entoure. Tu peux t'en servir pour y relier des capteurs détectant du son, de la lumière ou des vibrations, qu'il utilisera alors pour allumer une lumière, changer sa couleur, mettre en route un moteur, et bien d'autres choses. Arduino est un système magique, qui se situe au cœur de toutes ces actions. Il collecte des informations à partir de ses capteurs, évaluant ainsi le monde réel qui l'entoure. Il prend ensuite des décisions basées sur les données recueillies et provoque en retour des actions, sous forme de sons, de lumière, ou encore de mouvements.

Arduino se présente généralement sous la forme d'une carte électronique bleue, qui a à peu près la taille de ta main. Cette carte comporte des inscriptions en blanc qui permettent de repérer ses différents éléments. Tous les composants et les circuits de la carte sont visibles et accessibles.

## II.2.2 Les gammes de la carte Arduino

Actuellement, il existe plus de 20 versions de module Arduino, nous citons quelques un afin d'éclaircir l'évaluation de ce produit scientifique et académique:

- Le NG d'Arduino, avec une interface d'USB pour programmer et usage d'un ATmega8.
- L'extrémité d'Arduino, avec une interface d'USB pour programmer et usage d'un Microcontrôleur ATmega8.

- L'Arduino Mini, une version miniature de l'Arduino en utilisant un microcontrôleur ATmega168.
- L'Arduino Nano, une petite carte programme à l'aide porte USB cette version utilisant un microcontrôleur ATmega168 (ATmega328 pour une plus nouvelle version).
- Le LilyPad Arduino, une conception de minimaliste pour l'application wear able en utilisant un microcontrôleur ATmega168.
- Le NG d'Arduino plus, avec une interface d' USB pour programmer et usage d'un ATmega168.
- L'Arduino Bluetooth, avec une interface de Bluetooth pour programmer en utilisant un microcontrôleur ATmega168.
- L'Arduino Diecimila, avec une interface d'USB et utilise un microcontrôleur ATmega168.
- L'Arduino Duemilanove ("2009"), en utilisant un microcontrôleur l'ATmega168(ATmega328 pour une plus nouvelle version) et actionné par l'intermédiaire de la puissance d'USB/DC.
- L'Arduino Mega, en utilisant un microcontrôleur ATmega1280 pour I/O additionnel et mémoire.
- L'Arduino UNO, utilisations microcontrôleur ATmega328.
- L'Arduino Mega2560, utilisations un microcontrôleur ATmega2560, et possède toute la mémoire à 256 KBS. Elle incorpore également le nouvel ATmega8U2 (ATmega16U2 dans le jeu de puces d'USB de révision 3).
- L'Arduino Leonardo, avec un morceau ATmega3U4 qui élimine le besoin de raccordement d'USB et peut être employé comme clavier.
- L'Arduino Esplora : ressemblant à un contrôleur visuel de jeu, avec un manche et des sondes intégrées pour le bruit, la lumière, la température, et l'accélération. Parmi ces types, nous avons choisi une carte Arduino UNO (carte Basique). L'intérêt principal de cette carte est de faciliter la mise en oeuvre d'une telle commande qui sera détaillée par la suite.
- L'Arduino fournit un environnement de développement s'appuyant sur des outils open source comme interface de programmation. L'injection du programme déjà converti par l'environnement sous forme d'un code « HEX » dans la mémoire du microcontrôleur se fait d'une façon très simple par la liaison USB. En outre, des bibliothèques de fonctions "clé en main" sont également fournies pour l'exploitation d'entrées-sorties. Cette carte est basée sur un microcontrôleur ATmega 328 et des

composants complémentaires. La carte Arduino contient une mémoire morte de 1 kilo. Elle est dotée de 14 entrées/sorties digitales (dont 6 peuvent être utilisées en tant que sortie PWM), 6 entrées analogiques et un cristal a 16 MHz, une connexion USB et Possède un bouton de remise à zéro et une prise jack d'alimentation.

La carte est illustrée dans la figure si dessous. [14]

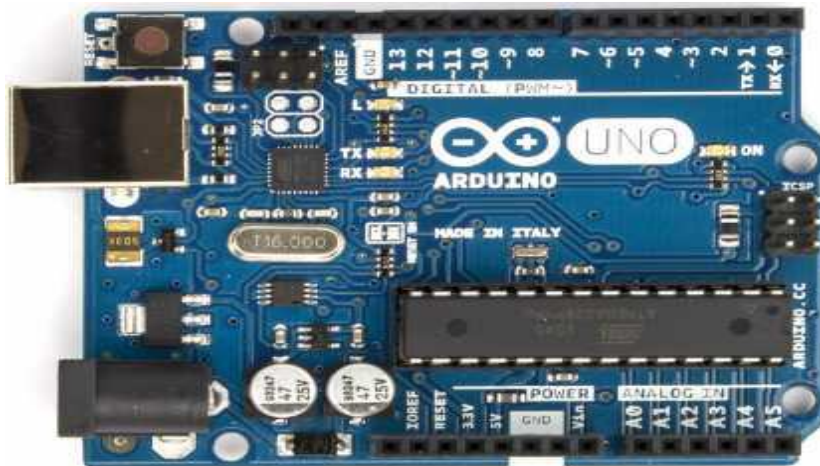


Figure 14 : La carte Arduino UNO

### II.2.3 Pourquoi arduino uno

Il y a de nombreuses cartes électroniques qui possèdent des plateformes basées sur des microcontrôleurs disponibles pour l'électronique programmée. Tous ces outils prennent en charge les détails compliqués de la programmation et les intègrent dans une présentation facile à utiliser. De la même façon, le système Arduino simplifie la façon de travailler avec les microcontrôleurs tout en offrant à personnes intéressées plusieurs avantages cités comme suit:

- **Le prix (réduits)** : les cartes Arduino sont relativement peu coûteuses comparativement aux autres plates-formes. La moins chère des versions du module Arduino peut être assemblée à la main, (les cartes Arduino pré-assemblées coûtent moins de 2500 DA).
- **Multi plateforme** : le logiciel Arduino, écrit en JAVA, tourne sous les systèmes d'exploitation Windows, Macintosh et Linux. La plupart des systèmes à microcontrôleurs sont limités à Windows.
- **Un environnement de programmation clair et simple** : l'environnement de programmation Arduino (le logiciel Arduino IDE) est facile à utiliser pour les

débutants, tout en étant assez flexible pour que les utilisateurs avancés puissent en tirer profit également.

- **Logiciel Open Source et extensible** : le logiciel Arduino et le langage Arduino sont publiés sous licence open source, disponible pour être complété par des programmeurs expérimentés. Le logiciel de programmation des modules Arduino est une application JAVA multi plateformes (fonctionnant sur tout système d'exploitation), servant d'éditeur de code et de compilateur, et qui peut transférer le programme au travers de la liaison série (RS232, Bluetooth ou USB selon le module).
- **Matériel Open source et extensible** : les cartes Arduino sont basées sur les Microcontrôleurs Atmel ATMEGA8, ATMEGA168, ATMEGA 328, les schémas des modules sont publiés sous une licence créative Commons, et les concepteurs des circuits expérimentés peuvent réaliser leur propre version des cartes Arduino, en les complétant et en les améliorant. Même les utilisateurs relativement inexpérimentés peuvent fabriquer la version sur plaque d'essai de la carte Arduino, dont le but est de comprendre comment elle fonctionne pour économiser le coût.

#### II.2.4 La constitution de la carte arduino uno

Un module Arduino est généralement construit autour d'un microcontrôleur ATMEL AVR, et de composants complémentaires qui facilitent la programmation et l'interfaçage avec d'autres circuits. Chaque module possède au moins un régulateur linéaire 5V et un oscillateur à quartz 16 MHz (ou un résonateur céramique dans certains modèles). Le microcontrôleur est préprogrammé avec un bootloader de façon à ce qu'un programmeur dédié ne soit pas nécessaire. [15]

#### II.2.5 Partie matérielle

Généralement tout module électronique qui possède une interface de programmation est basé toujours dans sa construction sur un circuit programmable ou plus.

##### II.2.5.1 Le Microcontrôleur ATmega328

Un microcontrôleur ATmega328 est un circuit intégré qui rassemble sur une puce plusieurs éléments complexes dans un espace réduit au temps des pionniers de l'électronique. Aujourd'hui, en soudant un grand nombre de composants encombrants ; tels que les transistors les résistances et les condensateurs tout peut être logé dans un petit boîtier en plastique noir muni d'un certain nombre de broches dont la programmation peut

être réalisée en langage C. la **Figure.14** montre un microcontrôleur ATmega 328, qu'on trouve sur la carte Arduino.[16]



Le composant classique



Le composant CMS

**Figure 15** : Microcontrôleur ATMega328

Le microcontrôleur ATMega328 est constitué par un ensemble d'éléments qui ont chacun une fonction bien déterminée. Il est en fait constitué des mêmes éléments que sur la carte mère d'un ordinateur. Globalement, l'architecture interne de ce circuit programmable se compose essentiellement sur :

- **La mémoire Flash**: C'est celle qui contiendra le programme à exécuter. Cette mémoire est effaçable et réinscriptible mémoire programme de 32Ko (dont bootloader de 0.5 ko).
- **RAM** : c'est la mémoire dite "vive", elle va contenir les variables du programme. Elle est dite "volatile" car elle s'efface si on coupe l'alimentation du microcontrôleur. Sa capacité est 22 ko.
- **EEPROM** : C'est le disque dur du microcontrôleur. On y enregistre des infos qui ont besoin de survivre dans le temps, même si la carte doit être arrêtée. Cette mémoire ne s'efface pas lorsque l'on éteint le microcontrôleur ou lorsqu'on le reprogramme. [17]

### II.2.5.2 Les sources de l'alimentation de la carte

On peut distinguer deux genres de sources d'alimentation (Entrée Sortie) et cela comme suit :

- **VIN** : La tension d'entrée positive lorsque la carte Arduino est utilisée avec une source de tension externe (à distinguer du 5V de la connexion USB ou autre source 5V régulée). On peut alimenter la carte à l'aide de cette broche, ou, si l'alimentation est fournie par le jack d'alimentation, accéder à la tension d'alimentation sur cette broche.
- **5V** : La tension régulée utilisée pour faire fonctionner le microcontrôleur et les autres composants de la carte (pour info : les circuits électroniques numériques nécessitent

une tension d'alimentation parfaitement stable dite "tension régulée" obtenue à l'aide d'un composant appelé un régulateur et qui est intégré à la carte Arduino). Le 5V régulé fourni par cette broche peut donc provenir soit de la tension d'alimentation VIN via le régulateur de la carte, ou bien de la connexion USB (qui fournit du 5V régulé) ou de tout autre source d'alimentation régulée.

- **3V3** : Une alimentation de 3.3V fournie par le circuit intégré FTDI (circuit intégré faisant l'adaptation du signal entre le port USB de votre ordinateur et le port série de l'ATmega) de la carte est disponible : ceci est intéressant pour certains circuits externes nécessitant cette tension au lieu du 5V. L'intensité maximale disponible sur cette broche est de 50mA. [18]

### II.2.5.3 Les entrées & sorties

Cette carte possède 14 broches numériques (numérotée de 0 à 13) peut être utilisée soit comme une entrée numérique, soit comme une sortie numérique, en utilisant les instructions `pinMode()`, `digitalWrite()` et `digitalRead()` du langage Arduino. Ces broches fonctionnent en 5V. Chaque broche peut fournir ou recevoir un maximum de 40mA d'intensité et dispose d'une résistance interne de "rappel au plus" (pull-up) (déconnectée par défaut) de 20-50 KOhms. Cette résistance interne s'active sur une broche en entrée à l'aide de l'instruction `digitalWrite(broche, HIGH)`.

En plus, certaines broches ont des fonctions spécialisées :

- **Interruptions Externes**: Broches 2 et 3. Ces broches peuvent être configurées pour déclencher une interruption sur une valeur basse, sur un front montant ou descendant, ou sur un changement de valeur. -Impulsion PWM (largeur d'impulsion modulée): Broches 3, 5, 6, 9, 10, et 11. Fournissent une impulsion PWM 8-bits à l'aide de l'instruction `analogWrite()`.
- **SPI** (Interface Série Périphérique): Broches 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13(SCK). Ces broches supportent la communication SPI (Interface Série Périphérique) disponible avec la librairie pour communication SPI. Les broches SPI sont également connectées sur le connecteur ICSP qui est mécaniquement compatible avec les cartes Mega.
- **I2C**: Broches 4 (SDA) et 5 (SCL). Supportent les communications de protocole I2C(ou interface TWI (Two Wire Interface - Interface "2 fils"), disponible en utilisant la librairie `Wire/I2C` (ou TWI - Two-Wire interface - interface "2 fils").

- **LED:** Broche 13. Il y a une LED incluse dans la carte connectée à la broche 13. Lorsque la broche est au niveau HAUT, la LED est allumée, lorsque la broche est au niveau BAS, la LED est éteinte.

La carte UNO dispose 6 entrées analogiques (numérotées de 0 à 5), chacune pouvant fournir une mesure d'une résolution de 10 bits (càd sur 1024 niveaux soit de 0 à 1023) à l'aide de la très utile fonction `analogRead( )` du langage Arduino. Par défaut, ces broches mesurent entre le 0V (valeur 0) et le 5V (valeur 1023), mais il est possible de modifier la référence supérieure de la plage de mesure en utilisant la broche AREF et l'instruction `analog Reference ( )` du langage Arduino.

La carte Arduino UNO intègre un fusible qui protège le port USB de l'ordinateur contre les surcharges en intensité (le port USB est généralement limité à 500mA en intensité). Bien que la plupart des ordinateurs aient leur propre protection interne, le fusible de la carte fournit une couche supplémentaire de protection. Si plus de 500mA sont appliqués au port USB, le fusible de la carte coupera automatiquement la connexion jusqu'à ce que le Court circuit ou la surcharge soit stoppé. [19]

#### **II.2.5.4 Les ports de communications**

La carte Arduino UNO a de nombreuses possibilités de communications avec l'extérieur. L'Atmega328 possède une communication série UART TTL (5V), grâce aux broches numériques 0 (RX) et 1 (TX). On utilise (RX) pour recevoir et (TX) transmettre (les données séries de niveau TTL). Ces broches sont connectées aux broches correspondantes du circuit intégré ATmega328 programmé en convertisseur USB – vers – série de la carte, composant qui assure l'interface entre les niveaux TTL et le port USB de l'ordinateur. Comme un port de communication virtuel pour le logiciel sur l'ordinateur, La connexion série de l'Arduino est très pratique pour communiquer avec un PC, mais son inconvénient est le câble USB, pour éviter cela, il existe différentes méthodes pour utiliser ce dernier sans fil:

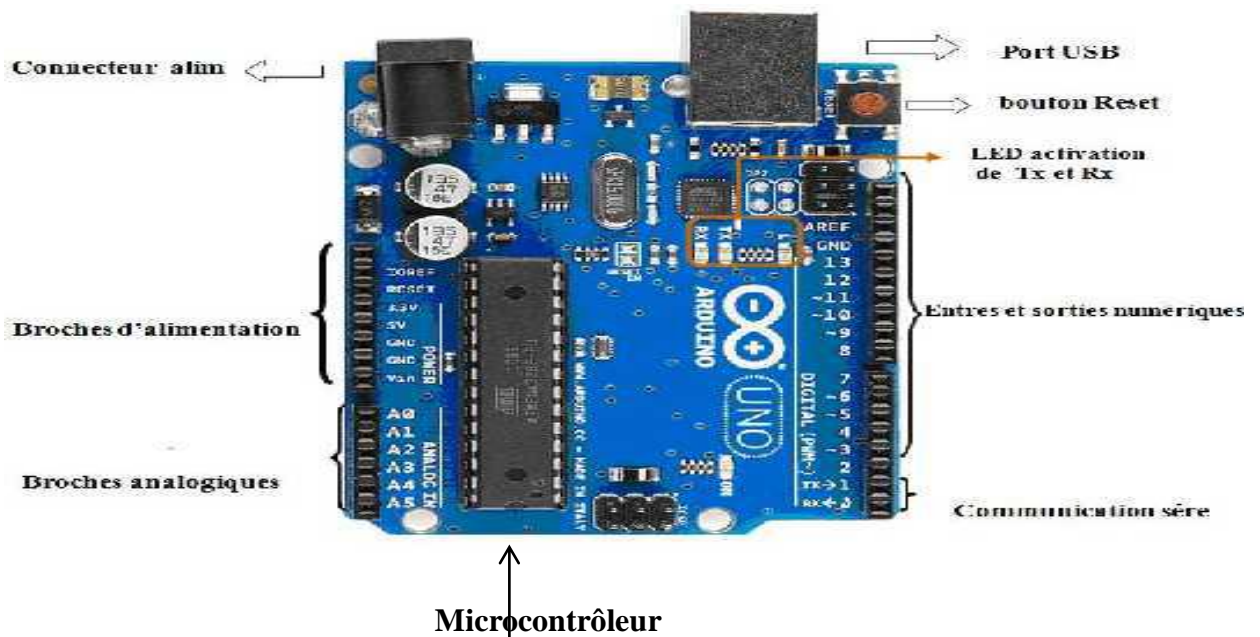


Figure 16: Constitution de la carte Arduino UNO

### II.3 Le Module GSM SIM800L (Chapitre I: page 15 )

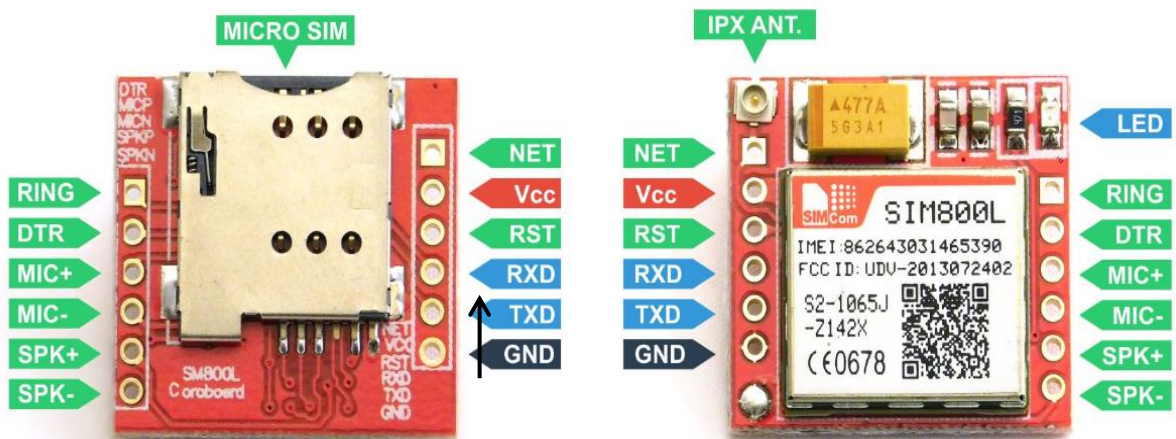


Figure 17: Module GSM SIM800L

#### II.4.1 Capteur DHT22 [20]

Le module de température et d'humidité numérique à détection capacitive d'humidité DHT22 est un module contenant le composé qui a été étalonné à la sortie du signal numérique des capteurs de température et d'humidité. Application d'une technologie de collecte de modules numériques dédiée et de la technologie de détection de la température et de l'humidité, afin de garantir une fiabilité élevée et une excellente stabilité à long terme du produit.

Le capteur comprend un capteur capacitif de composants humides et un dispositif de mesure de température de haute précision, connecté à un microcontrôleur 8 bits hautes performances. Le produit offre une excellente qualité, une réponse rapide, une capacité antibrouillage puissante et un coût élevé. Interface standard à un seul bus, intégration système rapide et facile. Sa petite taille, sa faible consommation électrique et la distance de transmission du signal jusqu'à 20 mètres en font le meilleur choix pour tous les types d'applications, même les plus exigeantes.

Le DHT22 a une précision plus élevée et peut remplacer le capteur de température et d'humidité SHT10 importé et coûteux. Il peut mesurer la température et l'humidité de l'environnement pour répondre à la forte demande. Le produit a une grande fiabilité et une bonne stabilité. Si elle est utilisée et combinée avec une carte d'extension Arduino à capteur spécial, il sera facile de mettre en œuvre l'effet interactif lié à la perception de la température et de l'humidité.

**Remarque:** Le capteur numérique de température et d'humidité DHT22 est conçu pour les interfaces de capteur analogiques. Le port analogique sera utilisé comme un port numérique qui n'occupera pas le port numérique original de l'Arduino. Les lignes du capteur pouvant transformer la fonction analogique en port numérique, peut être utilisé sur le port numérique.



**Figure 18 :** capteur DHT22

## II.4.2 Caractéristiques

- Alimentation: 3,3 à 6 Vcc
- Consommation maxi: 1,5 mA
- Consommation au repos: 50  $\mu$ A
- Plage de mesure:
  - température: -40 à +80 °C
  - humidité: 0 à 100 % RH
- Précision:
  - température:  $\pm 0,5$  °C
  - humidité:  $\pm 2$  % RH
- Dimensions: 25 x 15 x 9 mm.

## II.5.1 Afficheur (LCD) [21]

Les afficheurs à cristaux liquides, autrement appelés afficheurs LCD (*Liquid Crystal Display*), sont des modules compacts intelligents et nécessitent peu de composants externes pour un bon fonctionnement. Ils consomment relativement peu (de 1 à 5 mA), sont relativement bons marchés et s'utilisent avec beaucoup de facilité. Plusieurs afficheurs sont disponibles sur le marché et diffèrent les uns des autres, non seulement par leurs dimensions, (de 1 à 4 lignes de 6 à 80 caractères), mais aussi par leurs caractéristiques techniques et leur tension de service. Certains sont dotés d'un rétro éclairage de l'affichage. Cette fonction fait appel à des LED montées derrière l'écran du module, cependant, cet éclairage est gourmand en intensité (de 80 à 250 mA). Ils sont très utilisés dans les montages à microcontrôleur, et permettent une grande convivialité. Ils peuvent aussi être utilisés lors de la phase de développement d'un programme, car on peut facilement y afficher les valeurs de différentes variables. Ces afficheurs marchent grâce à une alimentation. Ils existent différents types d'afficheur selon leurs caractéristiques techniques et selon leurs dimensions si on les voit de l'extérieur.

Mais généralement ils accomplissent le même rôle. Vu notre cahier de charge, on a opté pour un afficheur LCD de taille 4x20, c'est-à-dire un afficheur de 4 lignes et 20 caractères. Le choix de ce type d'afficheur est justifié par le fait que nos besoins seront satisfaits par cet afficheur, et que sa taille est suffisante pendant l'affichage de messages qui lient le système avec l'utilisateur.

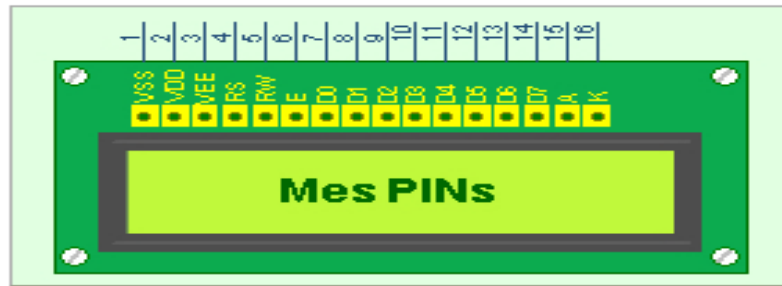


Figure 19: LCD 2x16 alphanumérique

## II.5.2 Schéma synoptique

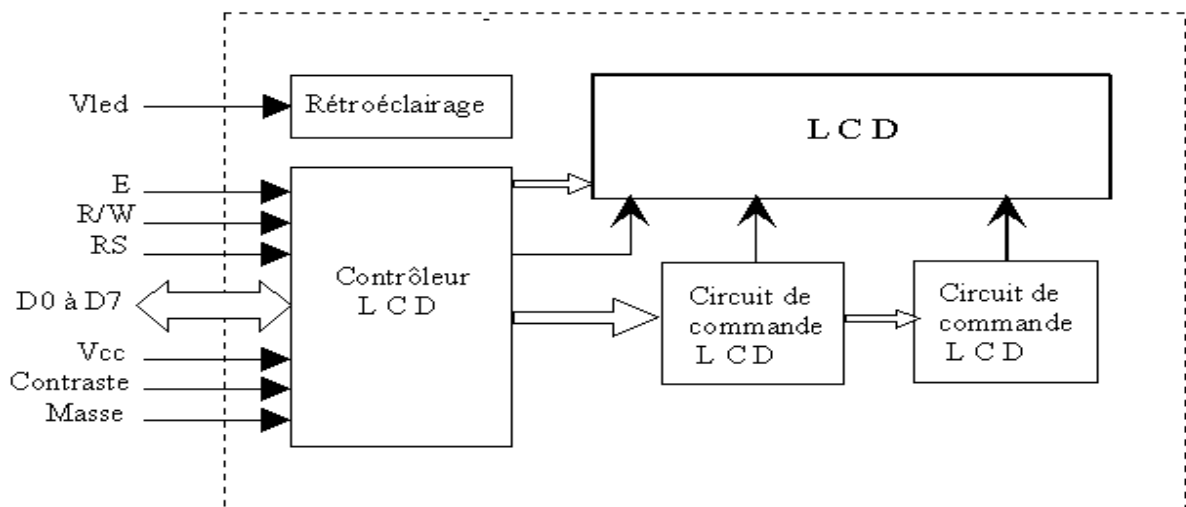


Figure 20: Schéma synoptique de l'afficheur

## II.5.3 Brochage [22]

La description des différentes broches est donnée comme suit :

- **VCC** : alimentation de l'afficheur LCD (5V).
- **GND** : la masse.
- **Contraste** : entrée permettant de régler le contraste de l'afficheur LCD. Il faut appliquer une tension continue réglable (entre 0V et 5V) à l'aide d'un potentiomètre. **Vled** : différence de potentiel permettant de commander le rétro éclairage afin d'assurer la visibilité dans l'obscurité.
- **E** : entrée de validation (ENABLE), elle permet de valider les données sur un front descendant. Lorsque E=0 alors le bus de données est à l'état haute impédance.

- **RS** : (Registre Select) cette entrée permet d'indiquer à l'afficheur si l'on souhaite réaliser une commande (RS=0) par des instructions spécifiques ou écrire une donnée (envoi du code du caractère à afficher) sur le bus (RS=1).
- **R/W** : entrée de lecture (R/W=1) et d'écriture (R/W=0). Lorsqu'on commande l'afficheur LCD il faut se placer en écriture.
- **D7...D0** : bus de données bidirectionnel, il permet de transférer les instructions ou les données à l'afficheur LCD.

## II.5.4 Définition de l'interface I2C

I2C (*Inter-Integrated Circuits*) est une technologie qui permet le fonctionnement d'un ensemble d'éléments ou de dispositifs utilisant le moins de connexions électroniques aussi efficacement que possible.

La technologie permet le fonctionnement et l'échange de données avec tous les appareils à travers deux fils seulement ou plus précisément grâce à deux signaux. Une ligne de données série et une ligne d'horloge série. Chaque élément possède un code ou un numéro prédéfini lors de la fabrication (comme l'adresse IP Internet ou l'adresse MAC des réseaux sans fil). Le microcontrôleur ATMEGA328P communique alors avec chaque appareil selon son propre code et fonctionne en fonction de l'horloge. Tous les appareils sont connectés dans une rangée, chaque composant peut être manipulé indépendamment et plus d'un article peut être actionné en même temps connu sous le nom d'échange à chaud. [23]

Ce bus porte parfois le nom de TWI (Two Wire Interface) ou TWSI (*Two Wire Serial Interface*) chez certains constructeurs.



**Figure 21:** interface I2C.

### II.5.5 Spécification sur l'interface I2C

- Compatible avec l'écran LCD 20\*4.
- Tension d'alimentation : 5V.
- Poids : 5g.
- Taille : 5.5X2.3x1.4cm.

### II.5.6 Objectif de l'installation de l'afficheur LCD 16x2 avec interface I2C

Il existe également de petits modules permettant d'interfacer un écran LCD avec un bus I2C. Cette solution peut être intéressante si on manque désespérément de broches sur le microcontrôleur ATMEGA328P comme dans notre projet puisqu'au lieu de monopoliser 6 à 7 broches, l'écran n'en utilisera plus que 2.

Toutefois, le module que l'on rencontre le plus souvent est construit autour du PCF8574P de NXP, un circuit permettant d'augmenter le nombre d'entrées sorties numériques via l'I2C. [24]



**Figure 22:** Montage du Module I2C avec l'afficheur LCD

## I.6 CONCLUSION

Un composant électronique est un élément destiné à être assemblé avec d'autres afin de réaliser une ou plusieurs fonctions électroniques. Les composants forment de très nombreux types et catégories, ils répondent à divers standards de l'industrie aussi bien pour leurs caractéristiques électriques que pour leurs caractéristiques géométriques. Leur assemblage est préalablement défini par un schéma d'implantation.

---

**CHAPITRE III :**  
**SIMULATION ET REALISATION DE LA**  
**CARTE**

---

## **Chapitre III : Simulation et réalisation de la carte**

### **III.1 Introduction**

Après études générales des différents éléments constituant notre carte électronique, on passe maintenant à la réalisation physique de notre projet.

Dans cette partie on touchera aux différents logiciels et outils utilisés pour la création de notre carte.

#### **III.1.1 Déroulement du projet**

Notre projet de réalisation a été fait en deux parties : Software et Hardware :

- ❖ La première partie est la conception assistée par ordinateur CAO, la simulation avec PROTEUS et Programmation avec IDE (Software).
- ❖ La deuxième partie est la réalisation, le montage pratique (Hardware).

### **III.2 Partie software**

#### **III.2.1 Programmation IDE**

Cette partie est dédiée à la représentation des plateformes informatiques utilisées dans le développement d'une carte d'acquisition et de commande autour d'un module GSM, pour la programmation, nous avons utilisé le logiciel Arduino 1.8.7.

#### **III.2.2 Plateforme de programmation Arduino [25]**

L'interface de l'IDE Arduino est plutôt simple pour programmer le Arduino ATMEGA328P, il offre une interface minimale et épurée pour développer un programme sur les cartes Arduino. Il est doté d'un éditeur de code avec coloration syntaxique et d'une barre d'outils rapide. Ce sont les deux éléments les plus importants de l'interface, c'est ceux que l'on utilise le plus souvent. On retrouve aussi une barre de menus, plus classique qui est utilisée pour accéder aux fonctions avancées de l'IDE. Enfin, une console affichant les résultats de la compilation du code source, des opérations sur la carte, etc.



**Figure 23:** Plateforme de programmation ARDUINO.

Le langage Arduino est inspiré de plusieurs langages. On retrouve notamment des similarités avec le C, le C++, le Java et le Processing. Le langage impose une structure particulière typique de l'informatique embarquée.

La fonction « **Setup** » contiendra toutes les opérations nécessaires à la configuration de la carte (directions des entrées sorties, débits de communications série, etc.).

La fonction « **Loop** » elle, est exécutée en boucle après l'exécution de la fonction setup. Elle continuera de boucler tant que la carte n'est pas mise hors tension, redémarrée (par le bouton reset). Cette boucle est absolument nécessaire sur les microcontrôleurs étant donné qu'ils n'ont pas de système d'exploitation.

En effet, si l'on omettait cette boucle, à la fin du code produit, il sera impossible de reprendre la main sur la carte Arduino qui exécuterait alors du code aléatoire.

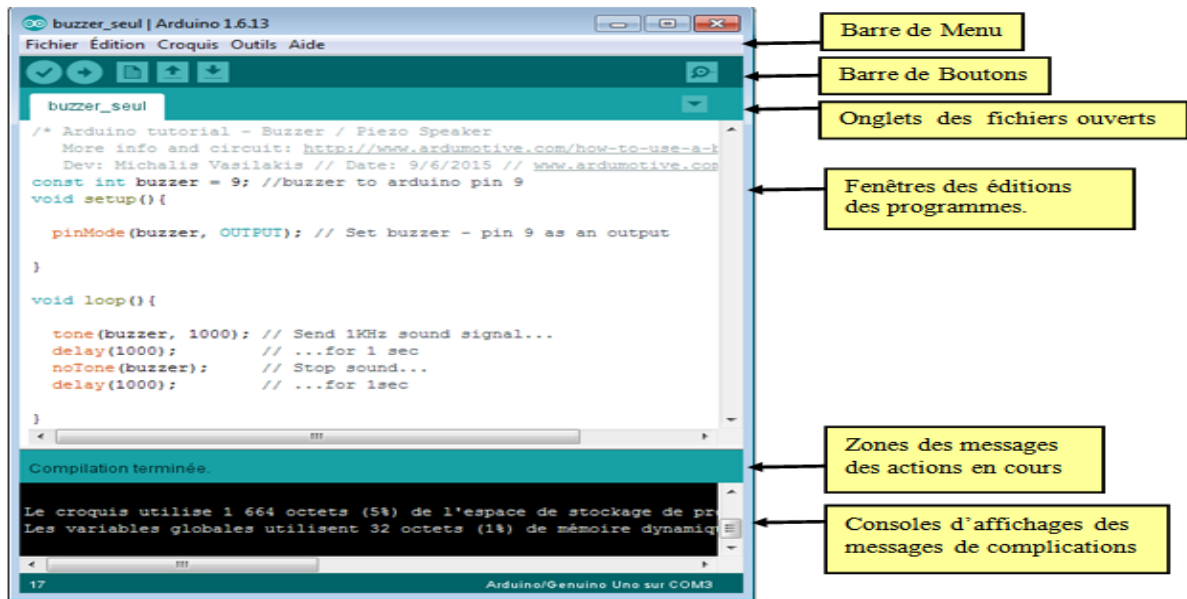


Figure 24: Interface plateforme de programmation ARDUINO.

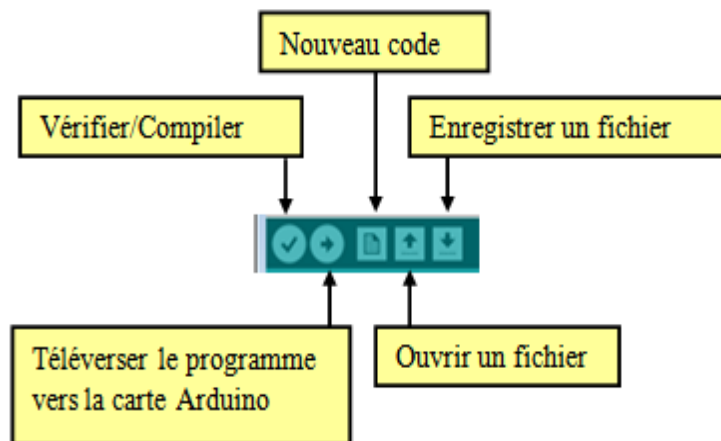


Figure 25: Barre de boutons Arduino.

Le logiciel comprend aussi un moniteur série (équivalent à HyperTerminal) qui permet d'afficher des messages textes émis par la carte Arduino et d'envoyer des caractères vers la carte Arduino (en phase de fonctionnement) :



**Figure 26:** HyperTerminal de l'Arduino (Moniteur Série).

### III.2.3 Structure d'un programme [26]

Un programme utilisateur Arduino est une suite d'instructions élémentaires sous forme textuelle, lu ligne par ligne de haut vers le bas.

La structure minimale est constituée de trois phases consécutives :

#### 1 - La définition des constantes et des variables :

Une déclaration (des variables, des constantes, indication de l'utilisation de bibliothèques etc...).

#### 2 - La configuration des entrées et des sorties :

Un setup (= initialisation) cette partie n'est lue qu'une seule fois, elle comprend les fonctions devant être réalisées au démarrage (utilisation des broches en entrées ou en sortie, mise en marche etc...).

#### 3 - La programmation des interactions et des comportements :

Une loop (boucle) : cette partie est lue en boucle ! C'est ici que les fonctions sont réalisées.

En plus de cette structure minimale, on peut ajouter :

- Des « sous-programmes » ou « routines » qui peuvent être appelées à tout moment dans la boucle, très pratiqué pour réaliser des morceaux de codes répétitifs.
- Des « callbacks », ce sont des fonctions qui sont rappelées automatiquement depuis une bibliothèque.

### III.2.4 Les bibliothèques (librairies)

Les utilisateurs les plus avertis concoctent des bibliothèques pour interfacer, le plus simplement possible, une vaste diversité de composants (I2C, SPI...) et de fonctionnalités (MIDI, Ethernet, OSC...).

Les bibliothèques doivent être installées dans le répertoire « libraries » et doivent être incluses dans le programme (exemple : **#include<MIDI.h>**). Dans ce projet, nous avons utilisé plusieurs bibliothèques afin de faciliter le processus de programmation.

Parmi ces bibliothèques :

#### 1- Bibliothèque : **#include<SoftwareSerial.h>**

Le matériel Arduino a un support intégré pour la communication série sur les broches 0 et 1 (qui va également à l'ordinateur via la connexion USB). Le support série natif se produit via un morceau de matériel (intégré dans la puce) appelé UART. Ce matériel permet à la puce Atmega de recevoir des communications série même en travaillant sur d'autres tâches.

La bibliothèque SoftwareSerial a été développée pour permettre la communication série sur d'autres broches numériques de l'Arduino, en utilisant un logiciel pour répliquer la fonctionnalité (d'où le nom "SoftwareSerial"). Il est possible d'avoir plusieurs ports série logiciels avec des vitesses allant jusqu'à 115200 bps. Un paramètre permet la signalisation inversée pour les dispositifs qui nécessitent ce protocole. La version de SoftwareSerial incluse dans la version 1.0 et ultérieure est basée sur la bibliothèque NewSoftSerial de Mikal Hart. [27]

#### 2- Bibliothèque : **#include <LiquidCrystal.h>**

Cette bibliothèque permet à une carte Arduino de contrôler les affichages LiquidCrystal (LCD) basés sur le chipset Hitachi HD44780 (ou un chipset compatible), qui se trouve sur la plupart des écrans LCD à base de texte. La bibliothèque fonctionne en mode 4 ou 8 bits (c'est-à-dire en utilisant 4 ou 8 lignes de données). [28]

### III.2.5 Injection du programme

Avant d'envoyer le fichier (.hex) dans la carte Arduino ATMEGA 320P, il est nécessaire de sélectionner le type de la carte (Arduino ATMEGA 320P) et le numéro de port USB (COM7) comme à titre d'exemple la figure suivante :

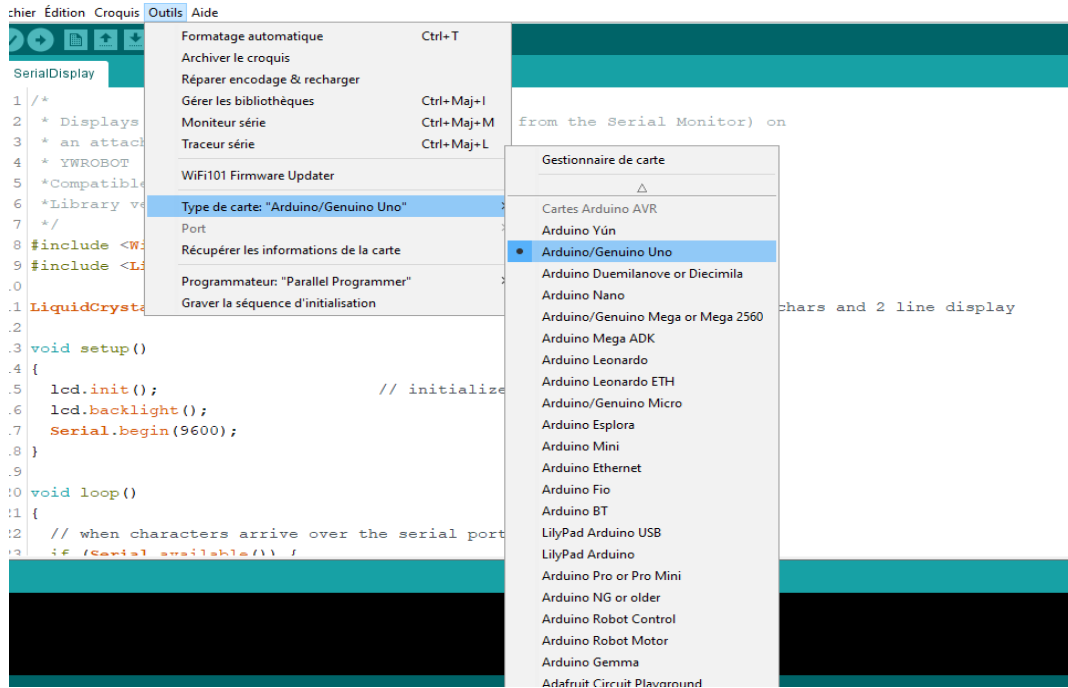


Figure 27: Paramétrage de la carte étape1

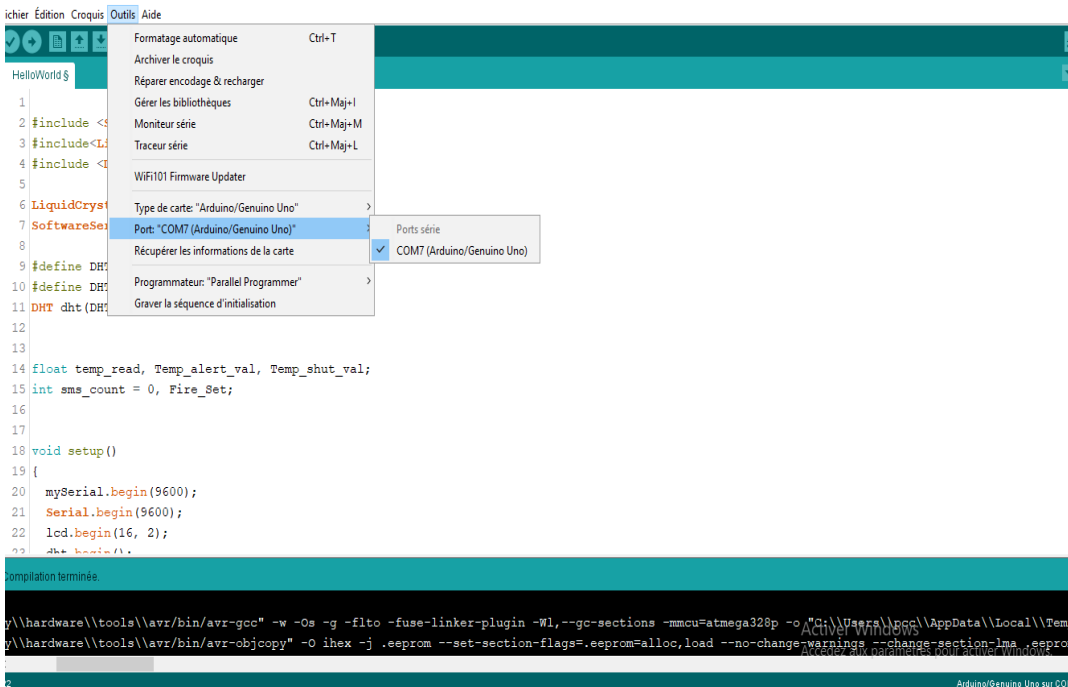


Figure 28: Paramétrage de la carte étape2

### III.2.6 Les étapes de téléchargement du programme

Une simple manipulation enchaînée doit être suivie afin d'injecter un code vers la carte

Arduino via le port USB.

1. On conçoit ou on ouvre un programme existant avec le logiciel IDE Arduino.
2. On vérifie ce programme avec le logiciel Arduino (compilation).
3. Si des erreurs sont signalées, on modifie le programme.
4. On charge le programme sur la carte.
5. On câble le montage électronique.
6. L'exécution du programme est automatique après quelques secondes.
7. On alimente la carte soit par le port USB, soit par une source d'alimentation autonome par exemple (pile 9 volts).
8. On vérifie que notre montage fonctionne.

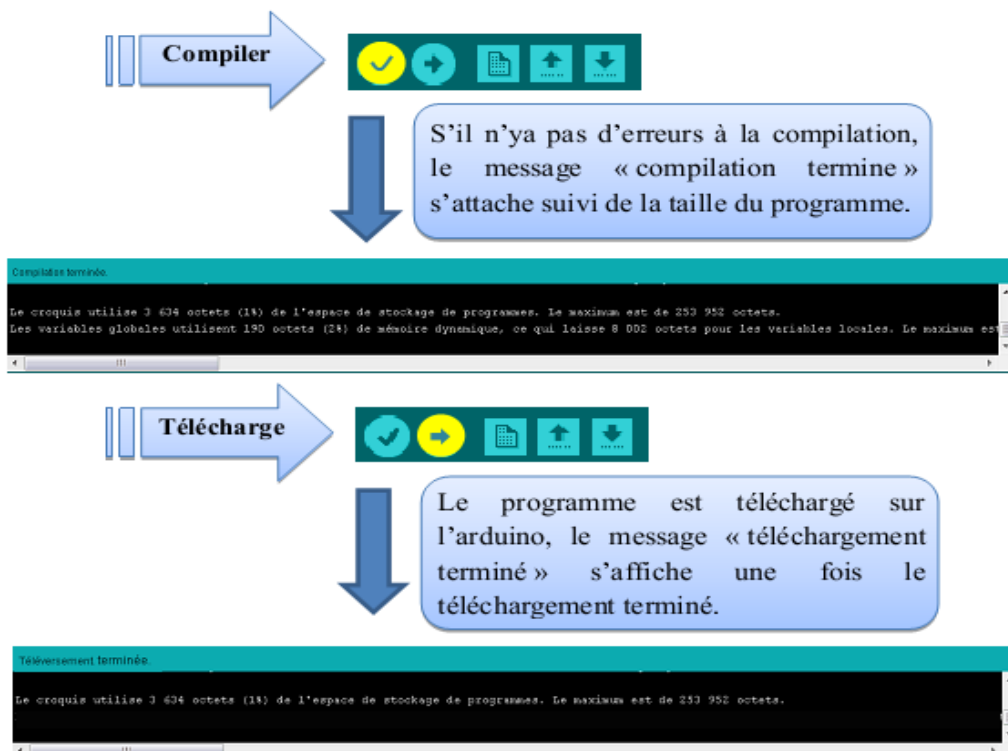


Figure 29: Les étapes de téléchargement du code

### III.3 Simulation PROTEUS

#### III.3.1 Présentation

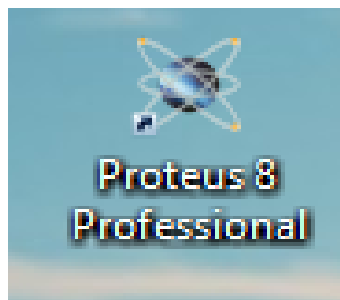
Avant de passer à la réalisation, nous avons procédé à une simulation, d'où nous avons travaillé avec plusieurs logiciels, principalement logiciel Arduino IDE pour fonctionner le circuit, logiciel Proteus pour simuler les circuits électronique et le logiciel IDE de Processing pour afficher les résultats.

La simulation nous a permis de tester et vérifier le bon déroulement du programme et de valider les étapes précédentes pour passer à l'étape finale qui est celle de la réalisation pratique de ce projet. La simulation joue un rôle très important, elle permet de savoir si le projet fonctionne ou pas, C'est pour cela qu'on a opté pour une simulation sur ISIS afin d'avoir une idée sur le fonctionnement de notre système.

#### III.3.2 Présentation de proteus

Proteus 8 est un logiciel professionnel, utilisé dans l'électronique pour simuler des circuits et créer des typons. Il est également capable de simuler le fonctionnement du PIC avec tous les périphériques de la carte de commande. L'utilisation du logiciel «Proteus 8» permet de mieux visualiser le bon déroulement du système ainsi que d'avoir une idée claire sur la partie matérielle et la conception des circuits imprimés.

Il nous permet de limiter les essais réels.



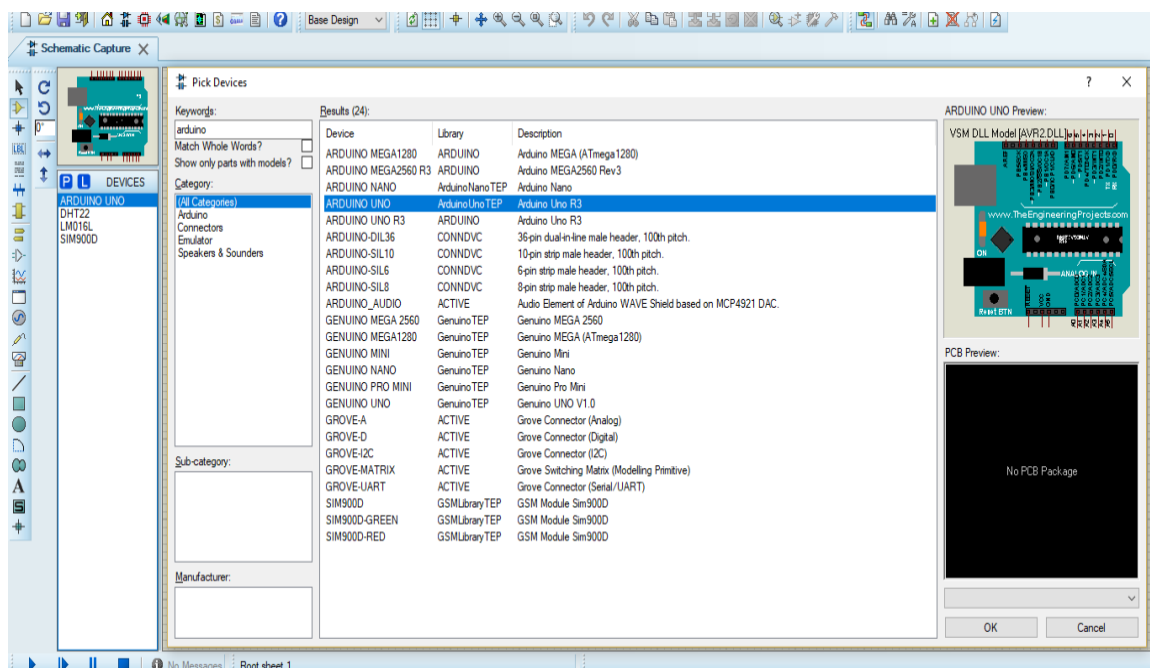
**Figure 30:** Programme de Proteus 8 Professional.

## III.4 Démarche de la simulation

### III.4.1 Bibliothèque Arduino pour Proteus

Pour simuler la carte Arduino sur Proteus, tout d'abord, il faut télécharger la librairie Arduino disponible sur internet, décompresser et copier les deux fichiers nommés « ArduinoTEP.LIB et ArduinoTEP.IDX » et les placer dans le dossier des bibliothèques de notre logiciel Proteus.

Maintenant, on redémarre le logiciel Proteus et dans la recherche de sections de composants pour ArduinoTEP on choisit Arduino Uno comme indiqué ci-dessous:



**Figure 31:** Intégrer carte Arduino sous Proteus

Maintenant, notre carte Arduino Uno est prête à être utilisée.

### III.4.2 Bibliothèque de module GSM pour PROTEUS

Pour interagir le module GSM avec Arduino on télécharge une bibliothèque de module GSM pour Proteus, disponible sur internet et qui présente trois fichiers nommés « GSM library TEP.IDX, GSM library TEP.LIB, GSM library TEP.HEX » Maintenant, on les place dans la bibliothèque de logiciel Proteus.

Initialement le module GSM est hors service. Afin d'ajouter ses fonctionnalités, on double-clique sur ce le module GSM et ouvre ses propriétés et on sélectionne la

section Fichier du programme et on choisit le fichier GSM library TEP.HEX comme indique ci-dessous:

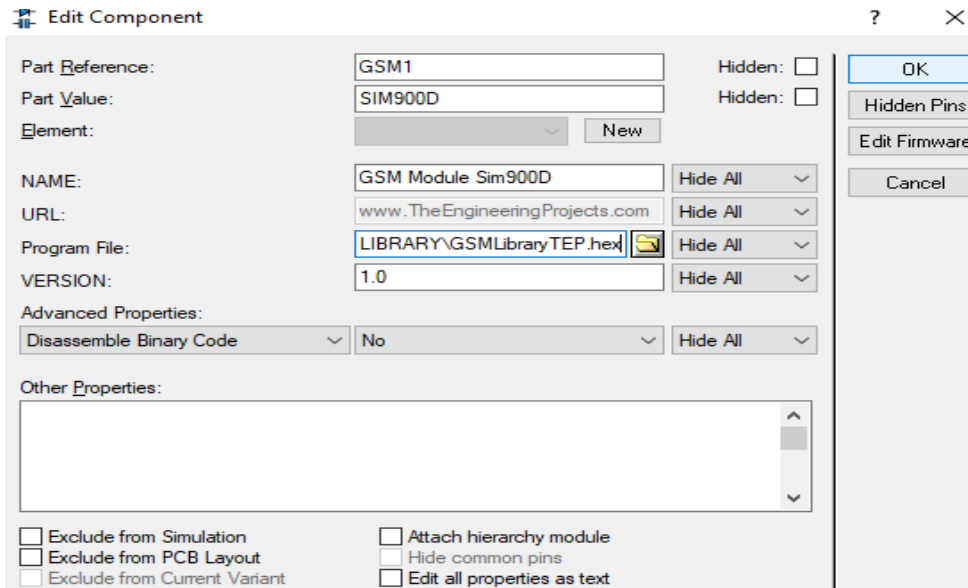


Figure 32.: Fichier GSM library sous Proteus.

Maintenant, notre module GSM est prêt à être utilisé.

### III.4.3 Circuit global de la simulation

La figure suivante le circuit global de notre simulation sous Proteus.

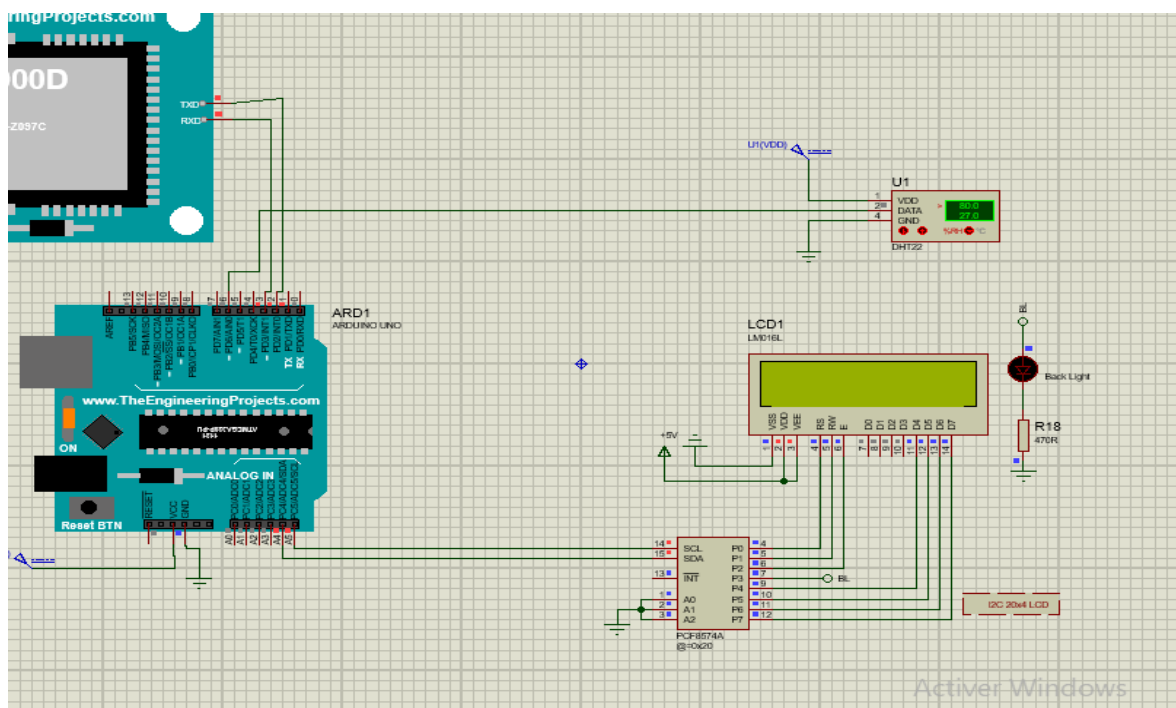


Figure 33: Circuit électronique globale du projet

### III.4.4 Résultats de la simulation

#### III.4.1 L'état initial du système

L'afficheur affiche des informations concernant notre projet(SALAM 3ALAYKOM.....etc.).

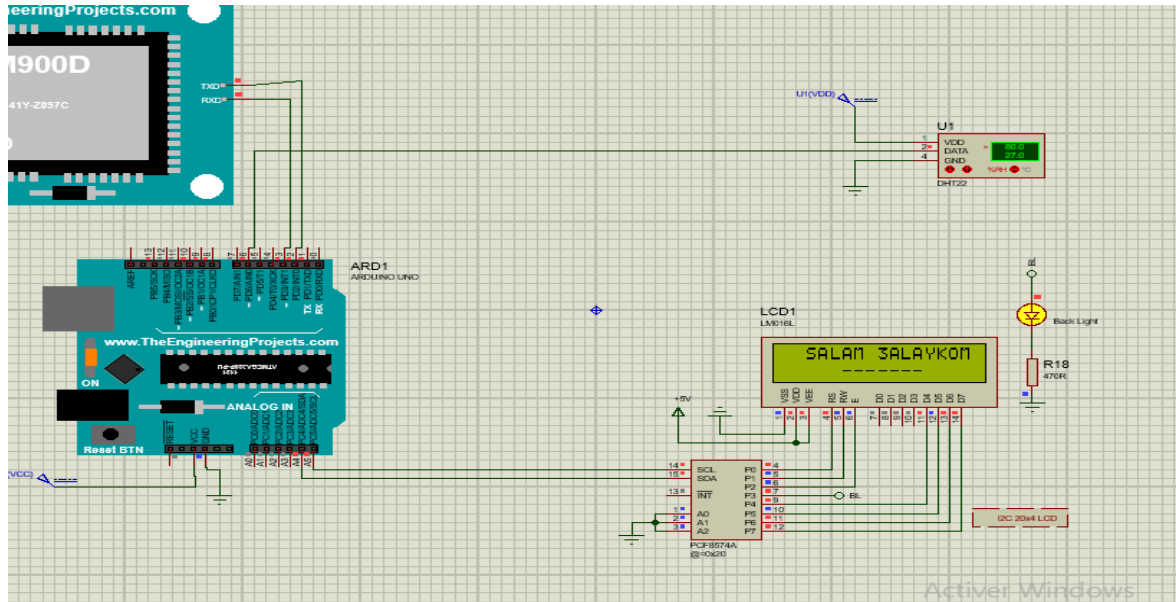


Figure 34: L'état initial de système

Ensuite l'afficheur affiche l'état du système et les informations de température et de l'humidité et le système envoie des SMS à l'utilisateur.

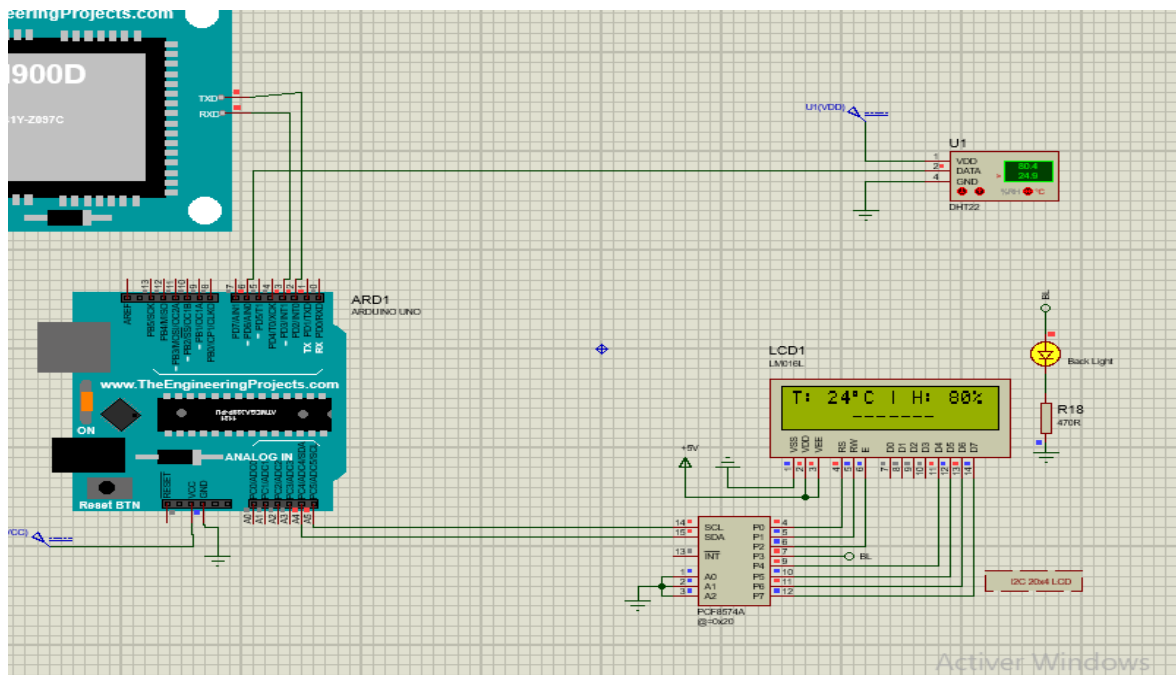


Figure 35: information de températures et humidité

## **III.5 Réalisation de projet**

### **III.5.1 Composants utilisés**

Pour notre réalisation, nous avons assemblé les différents composants suivants :

- (01) Carte Arduino Uno R3;
- (01) module GSM 800L
- (01) capteur DHT22
- (01) LCD 2\*16 avec i2c
- (01) plaque d'essai
- Les files

### **III.5.2 Alimentation du circuit**

L'ensemble des dispositifs Arduino, capteur DHT22, afficheur LCD ,exigent une alimentation stabilisée de (+5V), pour notre travail de réalisation, nous avons alimenté notre montage à travers le port USB de l'ordinateur.

### **III.5.3 Test du fonctionnement de la carte Arduino**

Initialement, on teste le fonctionnement de la carte Arduino, en connectant cette dernière avec le port USB de PC. Si la LED power s'allume la carte est bonne.

En suite, on clique sur le bouton Reset de la carte, pour supprimer tout ancien programme et de la réinitialiser, Maintenant, on connecte les broches des composants suivant le tableau 3.1, on compile le programme sous Arduino IDE, et on téléverse le programme vers la carte pour l'exécution via le câble USB.

Le circuit global de notre projet de réalisation carte est présenté par la figure suivante.

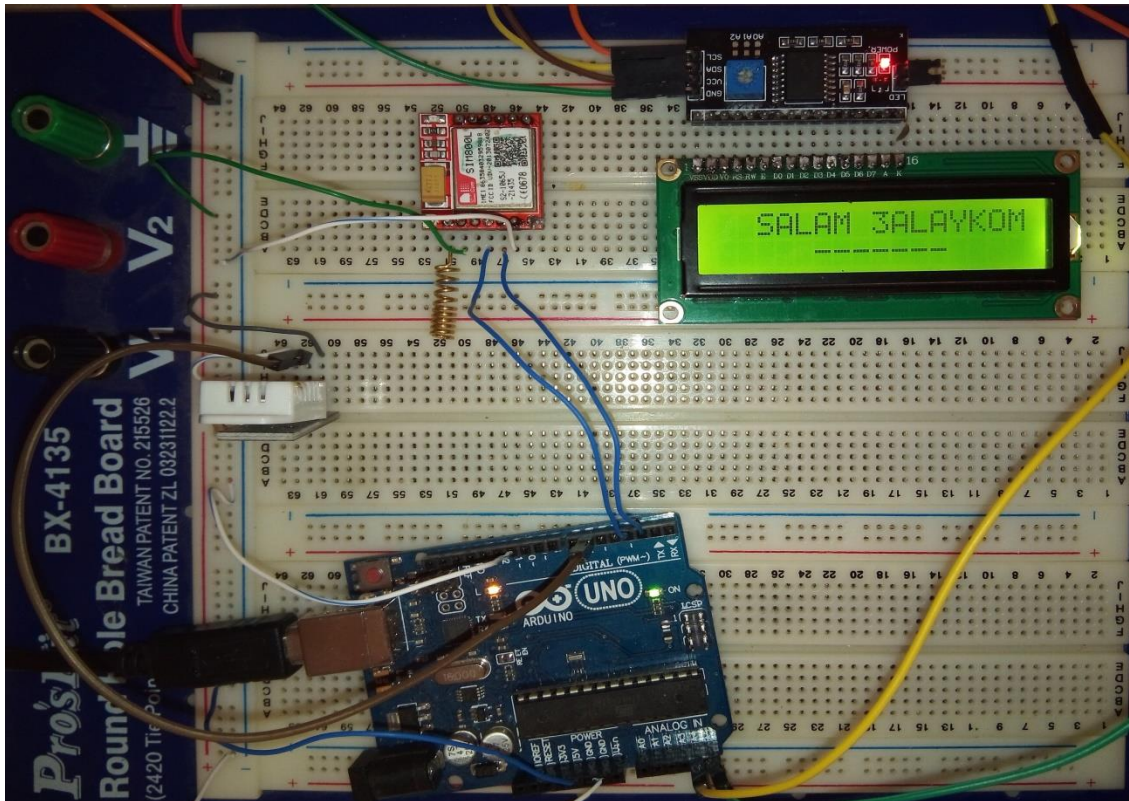


Figure 36: Le schéma pratique global 1.

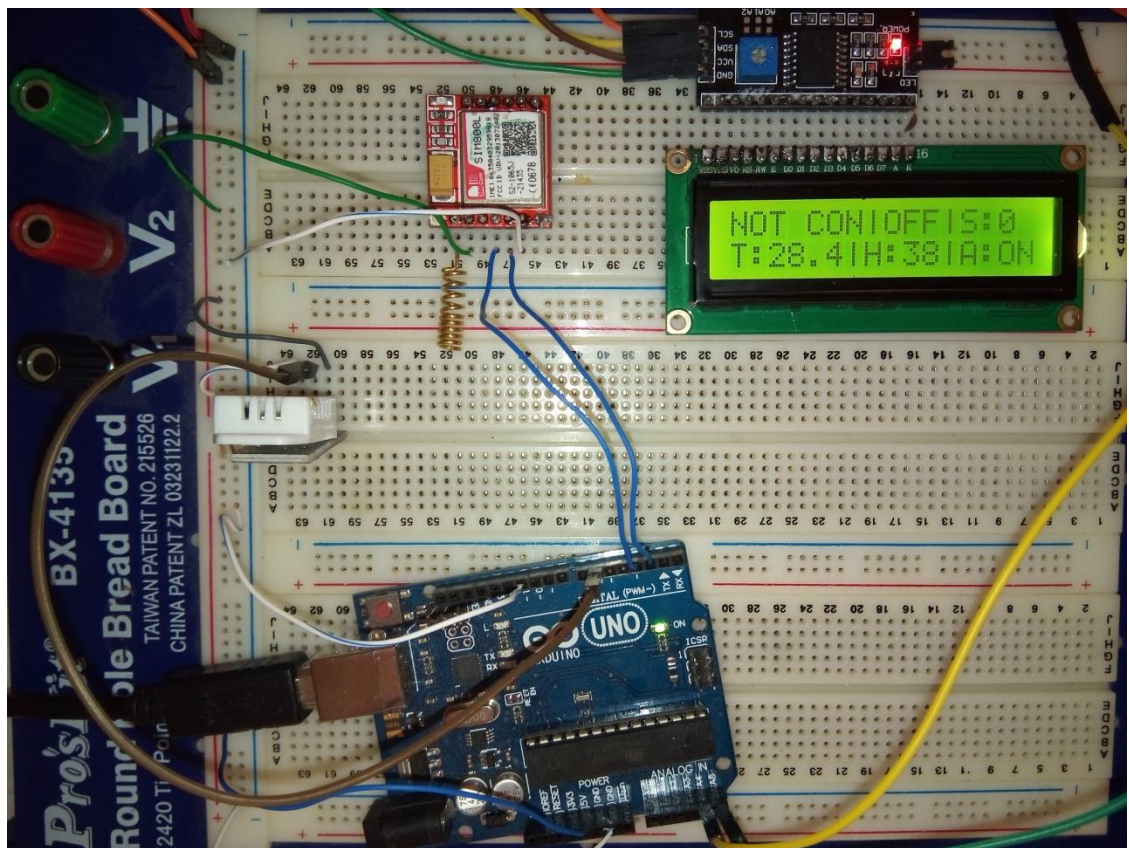
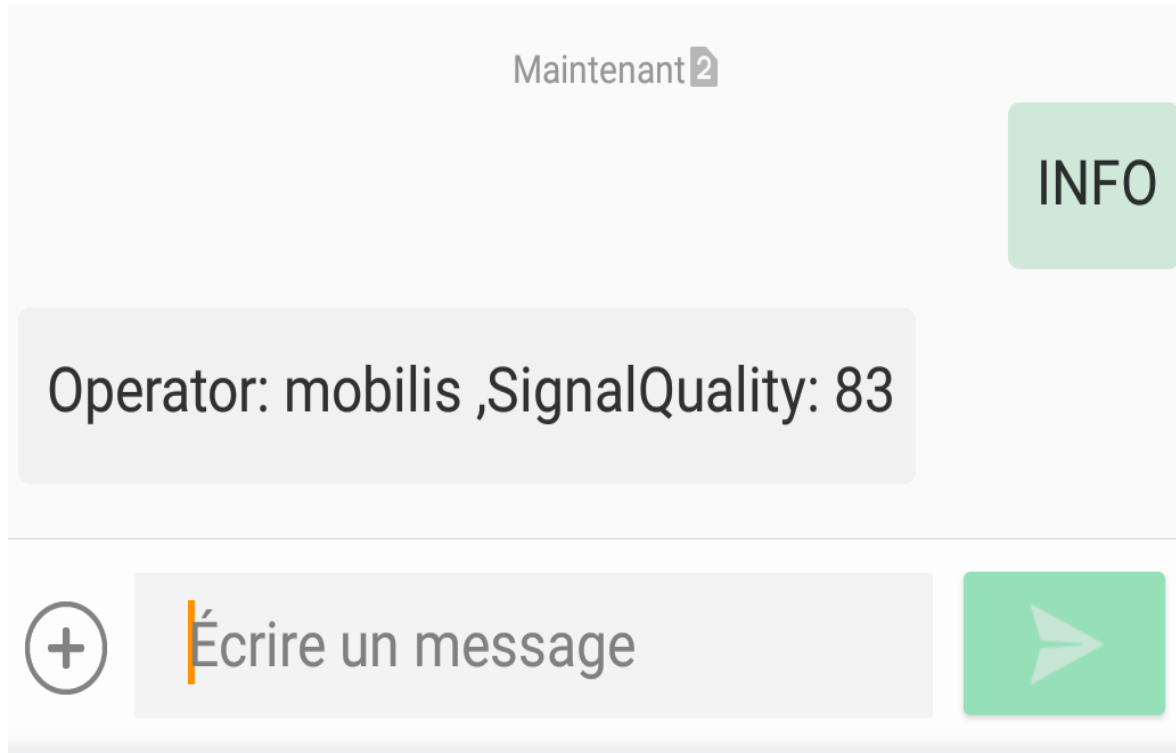


Figure 37: information de températures et humidité PRATIQUE

### III.5.4 Dans le cas où le système envoi des SMS

Lorsque l'utilisateur envoie un SMS au système afin de connaître l'état, il vous répondra. Comme indique dans la figure suivante :



**Figure 38:** Le système envoi des SMS

### III.6 CONCLUSION

Dans ce chapitre, nous avons expliqué les étapes de réalisation de la carte électronique en utilisant le programme de simulation représenté par le programme de proteus. Ce dernier nous a permis de réaliser la carte électronique, qui une carte d'acquisition et commande autour d'un module GSM.

---

## **CONCLUSION GÉNÉRAL**

---

## **Conclusion général**

De nos jours, les facteurs temps et distance rencontrent des contraintes de plus en plus sévères. Vu l'importance donnée en industrie et dans la vie moderne à ces facteurs, on se trouve devant l'obligation d'améliorer les méthodes et les outils de communication. Concevoir une carte d'acquisition à base arduino uno et autour d'un module GSM était l'objectif principal de notre projet.

Notre application permet le contrôle, et la surveillance de plusieurs systèmes à distances tels que la commande des machines, des systèmes de surveillances et des appareils de mesures... L'élaboration de ce projet regroupe plusieurs parties, notamment, l'étude de l'ensemble des éléments constituant le système, la réalisation de la carte et le montage électronique, et la programmation.

Nous avons eu l'occasion au cours de ce projet d'étudier, concevoir et utiliser une diversité de matériels et logiciels que nous ont été aussi utiles pour notre projet ainsi que pour l'approfondissement de nos connaissances .

Notre projet de réalisation a été fait en deux parties: La première partie est la conception assistée par ordinateur CAO, et la deuxième partie est la réalisation, pour les deux parties simulation et réalisation, on a passé par la programmation orientée objet ainsi la visualisation des résultats trouvés.

En perspectives, nous pouvons signaler que ce travail n'est qu'une simple application dans le domaine de la télésurveillance , il peut être plus autonome, plus pratique, et assez évolutif vu le pas géant et les progrès réalisés dans les domaines de la technologie de la communication à notre époque.

## **BIBLIOGRAPHIES**

- [1] **Projet de fin d'étude master 2 En** : instrumentation électroniques Présenté par: bendjafer hicham & midoun anesse Année Universitaire: 2016-2017
- [2] **Mémoire présenté Du diplôme de Master Académique Par** : makhlouf amine & bouchareb faride Année universitaire : 2017 /2018
- [3] [www.technologuepro.com](http://www.technologuepro.com).
- [4] **Projet de fin d'étude master 2 En** : instrumentation électroniques Présenté par: bendjafer hicham & midoun anesse Année Universitaire: 2016-2017
- [5] [www.technologuepro.com](http://www.technologuepro.com)
- [6] <https://www.studentcompanion.net/fr/interfacer-un-modem-gsmgprs-avec-un-microcontrôleur-pic/>
- [7] <https://www.commentcamarche.com/contents/1122-le-standard-gsm>
- [8] <https://www.gsmintelligence.com/>« Infographie 2016 » [archive], (consulté le 18 mai2017)
- [9] <http://gsm-domotique.com/le-module-gsm-modem-gsm-contrôleur-gsm/>
- [10] **Mémoire présenté pour l'obtention Du diplôme de Master Académique Par:** Dehimi Belkacem et Aoina elmoueyed billeh nabih Université M'sila 2018
- [11] [www.technologuepro.com/](http://www.technologuepro.com/)
- [12] **Mémoire présenté Du diplôme de Master Académique Par** : makhlouf amine & bouchareb faride Année universitaire : 2017 /2018
- [13] <https://fr.wikipedia.org/wiki/domotique>
- [14] C. Tavernier, « Arduino applications avancées ». Version Dunod
- [15] Krama Abdelbasset gougui Abdelmoumen Etude et réalisation d'une carte de contrôle par Arduino via le système Androïde Université kasdi merbah ouargla 2015
- [16] <http://www.acm.uiuc.edu/sigbot/tutorials/2009-11-17-arduino-basics>. consulter le: mars 2015.

- [17] **S.V.D.Reyvanth, G.Shirish**, « PID controller using Arduino ».
- [18] <http://www.generationrobots.com/fr/152-arduino>. consulter le: mars 2015.
- [19] <https://letmeknow.fr/blog/2015/10/14/tuto-module-gsm-sim800l-prise-en-main/>  
(consulté en mai 2018).
- [20] <https://www.dfrobot.com/product-1102.html>letdhumidite- dht11-dht22-avec-  
une-carte-arduino-genuino/ (consulté en mai 2018).
- [21] <http://matthieu.benoit.free.fr/affi-lcd.htm>.
- [22] [http://gilles.berthome.free.fr/02-Syntheses/E Conversion électriques\\_ physiques /Synthese\\_afficheur\\_LCD.pdf](http://gilles.berthome.free.fr/02-Syntheses/E Conversion électriques_ physiques /Synthese_afficheur_LCD.pdf)
- [23] <https://learn.sparkfun.com/tutorials/i2c>.
- [24] <https://www.researchgate.net/publication/288327838>.
- [25] **hamochi hamid**, « Conception & réalisation d'une centrale embarquée de la domotique « Smart Home », mémoire du projet de fin d'études, université Mohammed V, RABAT, 2015.
- [26] **BOT Khaled et Charif Ayache**, « Système de sécurité anti-intrusion avec détecteur de mouvement et caméra suiveuse par une carte microcontrôleur Arduino », mémoire du projet de fin d'études, école supérieure des transmissions, ALGER, 2017.
- [27] <https://www.arduino.cc/en/Reference/SoftwareSerial>.
- [28] <https://www.arduino.cc/en/Reference/LiquidCrystal>.