

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République algérienne démocratique et populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
المركز الجامعي لعين تموشنت
Centre Universitaire Belhadj Bouchaib d'Ain-Temouchent
Institut de Technologie
Département de Génie Mécanique



Projet de fin d'études
Pour l'obtention du diplôme de Master en :
Domaine : Technologie
Filière : Génie Electrique
Spécialité : Réseaux et Telecom
Thème

*Conception et réalisation d'un système d'agriculture
intelligent*

Présenté Par :

- 1) KAMBOUCHE Sofiane
- 2) ATTOU Ismail

Devant les jurys composés de :

BENZERBADJ	Ali	M.A.A (Ain Temouchent)	Président
BEMMOUSSET	Chemseddine	M.C.B (Ain Temouchent)	Encadrant
BENGANA	Fethi	M.A.A (Ain Temouchent)	Examineur

Année universitaire 2017/2018



Remerciement

Avant tout nous tenons à remercier Dieu qui nous a incité à Acquérir le savoir.

Au terme de ce travail, nous voudrions adresser nos vifs Remerciements à nos chers parents et nos chères femmes pour leurs sacrifices, aides, soutiens et encouragements durant notre cursus d'étude.

Nos remerciements, Notre reconnaissance à notre encadreur de mémoire, Monsieur BEMMOUSSAT Chemseddine pour l'encadrement exceptionnel, pour sa grande disponibilité, ses judicieux conseils, pour le climat de famille qu'il a créé autour de nous durant notre préparation de ce mémoire.

Nous remercions aussi Monsieur MAZARI Abdelsammad et Mr WALID de nous avoir aidé, avec les documents et surtout le matériel arduino dont il nous a envoyé.

Nos remerciements les plus vifs s'adressent aussi à Messieurs le président et les membres de jury d'avoir accepté d'examiner et d'évaluer notre travail.

Nous remercions aussi tous les enseignants qui ont contribué à notre formation, et ainsi tous les gens de près et de loin qui ont aidé à l'élaboration de ce sujet



Dédicaces

*Je dédie ce modeste travail à mon très cher père, ma très cher mère
qui m'ont soutenu dans mes études que dieu les protège et les garde
pour nous*

*A ma chère femme qui m'a beaucoup soutenu pendant mon cycle
d'étude*

*A mon adorable et cher fils « Riad » que Dieu le protège et le garde
pour nous et pour toutes la famille KAMBOUCHE*

A mes chers frères « Abd El Wadoud » « Abd El Sammad »

A ma petite sœur « Souad »

A ma grand-mère « Hadja » et que dieu la gardera pour nous

A mes oncles, mes tantes, mes cousins et mes cousines

A toute la famille Kambouche – Kebdani - Attou -Chakkaf

*A mes amies: Redouane-Ismail-Mohamed-Amine- Abderahim-
Karim-Abdelatif-Miloud-Said-*

*A toutes la promotion Master 2 RT 2018
A toutes les promotions lesquelles j'ai rencontré;
A tous ceux qui m'aiment; et tous ceux que j'aime.*

Sofiane



Dédicaces

*Je dédie ce modeste travail à mon très cher père, ma très cher mère
qui m'ont soutenu dans mes études que dieu les protège et les garde
pour nous*

*A ma chère femme qui m'a beaucoup soutenu pendant mon cycle
d'étude*

*A mon adorable et chère fils « Rayane » que Dieu le protège et le
garde pour nous et pour toutes la famille ATTOU*

*A mes chers frères « Yacine » et « Ilyes » et leurs femmes et
« Abdelkader »*

A ma petite sœur « Amouna »

A mes chère neveu « Mohamed » et « Meriem » et la futur « Youssra »

A mes oncles, mes tantes, mes cousins et mes cousines

A toute la famille ATTOU –BOUHADDA- KAMBOUCHE

*A mes amies: Abderahim - Redouane - Sofiane - Mohamed -
Amine- Karim-Abdelatif-Miloud-Said-Didou*

*A toutes la promotion Master 2 RT 2018
A toutes les promotions lesquelles j'ai rencontré ;
A tous ceux qui m'aiment ; et tous ceux que j'aime.*

Ismail

SOMMAIRE

Liste des figures	i
Introduction Générale	
Chapitre 1 : Introduction de l'internet des objets	
I.1 Introduction	1
I.2 Définition de l'internet des objets (IoT)	1
I.3 Technologies fondatrices de l'IoT	2
I.3.1 RFID (Radio Frequence IDentification)	2
I.3.2 Les réseaux de capteurs sans fil	2
I.4 Fonctionnement de l'IoT	4
I.4.1 Collecter /Actionner	4
I.4.2 Communiquer	5
I.4.3 Exécuter	5
I.4.4 Visualiser	5
I.5 Les domaines d'application de l'IoT	5
I.5.1 Les villes	5
I.5.2 L'énergie	5
I.5.3 Le transport	5
I.5.4 La santé	6
I.5.5 L'industrie	6
I.5.6 L'agriculture	6
I.5.6.1 Architecture de l'agriculture intelligente	6
I.5.6.1.1 La couche perception	7
I.5.6.1.2 La couche réseau	7
I.5.6.1.3 La couche application	7
I.5.6.2 Les applications de l'agriculture intelligente	8
I.5.6.2.1 les Drone	8
I.5.6.2.2 les Agribots	9
I.5.6.2.3 les Tracteurs intelligent	9
I.5.6.2.4 les objets intelligent	9
I.6 Avantage et Inconvénient de l'internet des objets	10
I.6.1 Avantage	10
I.6.2 Inconvénient	10
I.7 ARDUINO	10
I.7.1 Définition	10
I.7.2 Types d'Arduino	11
I.7.2.1 ARDUINO UNO	11
I.7.2.2 ARDUINO UNO WIFI	12

I.7.2.3 ARDUINO YUN	12
I.8 Raspberry Pi	12
I.8.1 définition	12
I.9 Les Capteurs	13
I.9.1 Définition	13
I.9.2 Architecture physique d'un capteur	14
I.9.2.1 Unité de capture	14
I.9.2.2 Unité de traitement	14
I.9.2.3 Unité de communication	14
I.9.2.4 Unité d'énergie	14
Conclusion	15

Chapitre II : Conception et fonctionnement de système

II.1. Introduction	16
II.2. Logiciels utilisés	16
II.2.1 l'environnement de la programmation (IDE Arduino)	16
II.2.1.1 Structure générale du programme	16
II.2.1.2 Injection du programme	17
II.2.2. Proteus professionnel	17
II.2.2.1 ISIS Professional	18
II.2.2.2 ARES Professional	18
II.3. Les équipements utilisés	19
II.3.1 Arduino UNO	19
II.3.2 Capteurs utilisés	20
II.3.2.1 Capteur d'humidité du sol	20
II.3.2.2 Capteur de température et d'humidité atmosphérique	21
II.3.2.3 Détecteur de niveau	21
II.3.3. Afficheur LCD	22
II.3.4 Relais électromécanique	22
II.3.5 Le Shield GSM	23
II.4. Les actionneurs	24
II.4.1 La pompe électrique	24
II.4.2 L'extracteur	24
II.5. Le principe de fonctionnement de notre système	25
II.6. Etapes de réalisation de notre système	26
II.6.1. Bloc d'alimentation	26
II.6.2 Bloc de commande	26
II.6.2.1 Carte Compatible Arduino	27
II.6.2.1.1 Préparation de l'ATmega328	27
II.6.2.1.2 Gravure du Boot Loader Arduino	27

II.6.3 La réalisation du montage « PORTEUS »	28	
II.6.4 Réalisation du PCB	30	
II.7. Les tests des différents étages de notre système	31	
II.7.1 Test du capteur d'humidité du sol	31	
II.7.2 Test du capteur de niveau d'eau	33	
II.7.3 Mesure de température et d'humidité	34	
II.7.4 Test du Shield GSM	34	
II.8. Conclusion	35	
	Conclusion Générale	36
Annexes		37
	Glossaire	
	Bibliographie	

Liste des figures

CHAPITRE 1

Figure I.1 : Une nouvelle dimension pour l'IoT	1
Figure I.2 : Schéma principe de la RFID	2
Figure I.3 : Architecture de communication d'un réseau de capteur sans fil	3
Figure I.4 : Technologies fondatrices de l'Internet des objets	3
Figure I.5 : Fonctionnement de l'IoT	4
Figure I.6 : les applications de l'IoT	6
Figure I.7 : Architecture de l'agriculture intelligente	8
Figure I.8 : Drone	8
Figure I.9 : Les agribots	9
Figure I.10 : Les tracteurs intelligents	9
Figure I.11 : Collie connecté pour vache	10
Figure I.12 : fonctionnement de l'ARDUINO	11
Figure I.13 : Carte ARDUINO UNO	11
Figure I.14: Carte ARDUINO UNO WIFI	12
Figure I.15 : Carte ARDUINO YUN	12
Figure I.16 : Carte Raspberry model B	13
Figure I.17 : les composants d'un capteur	14

CHAPITRE 2

Figure II.1 : Interface IDE Arduino	16
Figure II.2 : Paramétrage de la carte	17
Figure II.3 : Logiciel de CAO Proteus	17
Figure II.4 : L'interface d'ISIS PROTEUS	18
Figure II.5 : L'interface d'ARES PROTEUS	19
Figure II.6 : Capteur FC-28	20
Figure II.7 : Capteur DHT11	21
Figure II.8 : Capteur HC-SR04	22
Figure II.9 : Afficheur LCD DFR0009	22
Figure II.10: Relais électromécanique	23
Figure II.11: Relais électromécanique	23
Figure II.12: Le Shield GSM SIM800L EVB	24
Figure II.13: Pompe à eau	24
Figure II.14 : Extracteur	24
Figure II.15 : Schéma synoptique du système	25
Figure II.16: Schéma électrique de l'alimentation	26
Figure II.17 : circuit minimal d'un AVR	27
Figure II.18 : Raccordement pour Programmation ISP	28
Figure II.19 : La carte réalisée sous ISIS-PORTEUS	29
Figure II.20 : Le chemin du fichier de code HEX de notre programme	29
Figure II.21: Typon et circuit imprimé	30
Figure II.22 : Schéma final de l'Epoxy	31
Figure II.23 : test du capteur FC-28 (terre sèche)	32

Figure II.24 : test du capteur FC-28 (terre humide)	32
Figure II.25 : test du capteur de niveau d'eau réservoir vide	33
Figure II.26 : test du capteur de niveau d'eau réservoir plein	33
Figure II.27 : test du capteur DHT11	34
Figure II.28: test du Shield GSM SIM800L	35

Introduction générale

L'internet des objets a été introduit pour la fois par Kevin Ashton. Il désigne l'omniprésence autour de nous d'une variété d'objets qui, à travers des schémas d'adressage uniques, sont capables d'interagir les uns avec les autres et de coopérer avec leurs voisins pour atteindre des objectifs communs. Les objets intelligents, qui sont considérés comme la plateforme de base de l'IoT, sont les objets de la vie quotidienne (réfrigérateur, téléviseur...etc.).

Ces objets sont équipés de composants électroniques tels que des supports de communication radio, des processeurs pour le traitement, des capteurs et/ou actionneurs etc. Cet ajout vise à les rendre capables d'être conscients du monde dans lequel ils se trouvent et de prendre son contrôle à un instant donné. Grâce à ses potentialités et son aspect ubiquitaire, la montée en puissance de l'IoT peut s'observer dans plusieurs domaines des plus personnels aux plus industriels. Ceci a conduit à des bénéfices énormes, meilleure gestion d'énergie, traçabilité des produits, amélioration du suivi de la santé, simplification des tâches quotidiennes, etc.

Néanmoins, l'IoT n'est qu'en ses débuts, plusieurs progrès restent à faire en matière de standardisations, de routage et d'identification, d'optimisation de la consommation d'énergie et surtout de sécurité. En effet, l'omniprésence de l'internet des objets dans la vie quotidienne des individus impose l'établissement des solutions de sécurité robustes respectant l'hétérogénéité des objets et leurs capacités limitées. Cette forte intégrité engendre non seulement les menaces classiques d'attaque qui présentent sur les données et les réseaux, mais aussi, l'apparition de nouvelles menaces qui touchent à l'intégrité des objets eux-mêmes, les infrastructures et processus ainsi que la vie privée des personnes.

Dans notre projet de fin d'études nous avons proposé un système de contrôle et d'irrigation intelligent. Le but principal de notre système est d'aider un simple agriculteur, avec un équipement très simple, facile à manipuler et en plus avec un prix imbattable. L'objectif est de contrôler intelligemment une zone agricole et d'apporter un suivi et un automatisme sans un effort conséquent. Notre solution fonctionne en deux modes : manuel et automatique.

Notre manuscrit est organisé en deux chapitres

- Le premier chapitre sera consacré à des généralités sur l'internet des objets.
- Le deuxième chapitre est dédié à la conception et le fonctionnement de notre système.

I.1. Introduction

Dans ce chapitre, nous présenterons en premier lieu des généralités sur l'internet des objets (IoT) d'une manière générale, nous citerons ses domaines d'applications (les villes, l'énergie, le transport, la santé, l'industrie et l'agriculture), ainsi ses principaux acteurs tels que les capteurs et les actionneurs avec les différentes caractéristiques.

I.2. Définition de l'internet des objets (IoT)

Le CERP-IoT « Cluster des projets européens de recherche sur l'Internet des objets » définit l'Internet des objets comme : « une infrastructure dynamique d'un réseau global. Ce réseau global a des capacités d'auto-configuration basée sur des standards et des protocoles de communication interopérables. Dans ce réseau, les objets physiques et virtuels ont des identités, des attributs physiques, des personnalités virtuelles et des interfaces intelligentes, et ils sont intégrés au réseau d'une façon transparente». Cette vision de l'Internet des objets introduira une nouvelle dimension aux technologies de l'information et de la communication : en plus des deux dimensions temporelle et spatiale qui permettent aux personnes de se connecter de n'importe où à n'importe quel moment, nous aurons une nouvelle dimension « objet » qui leur permettra de se connecter à n'importe quel objet. [1]

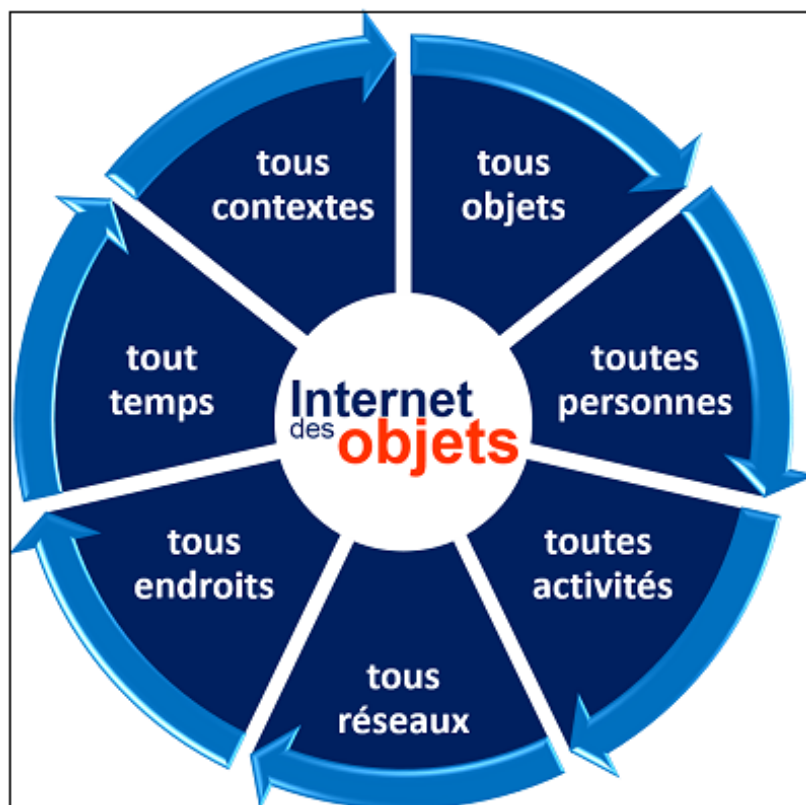


Figure I.1 : Une nouvelle dimension pour l'IoT

I.3. Technologies fondatrices de l'IoT

L'IOT permet l'interconnexion des différents objets intelligents via l'Internet. Ainsi, pour son fonctionnement, plusieurs systèmes technologiques sont nécessaires. L'IOT désigne diverses solutions techniques (RFID, TCP/IP, technologies mobiles, etc.) qui permettent d'identifier des objets, capter, stocker, traiter, et transférer des données dans les environnements physiques, mais aussi entre des contextes physiques et des univers virtuels.

En effet, bien qu'il existe plusieurs technologies utilisées dans le fonctionnement de l'IOT, nous mettons l'accent seulement sur quelques-unes qui sont, selon Han et Zhongshan, les technologies clés de l'IOT. Ces technologies sont les suivantes : RFID, WSN (RCSF) et elles sont définies ci-dessous. [2]

I.3.1 RFID (Radio Frequency Identification)

C'est une technologie sans fil qui est utilisée pour l'identification des objets, elle englobe toutes les technologies qui utilisent des ondes radio pour identifier automatiquement des objets ou des personnes. C'est une technologie qui permet de mémoriser et de récupérer des informations à distance grâce à une étiquette qui émet des ondes radio. Il s'agit d'une méthode utilisée pour transférer les données des étiquettes à des objets, ou pour identifier ces objets à distance. L'étiquette contient des informations stockées électroniquement et peut être lue à distance.

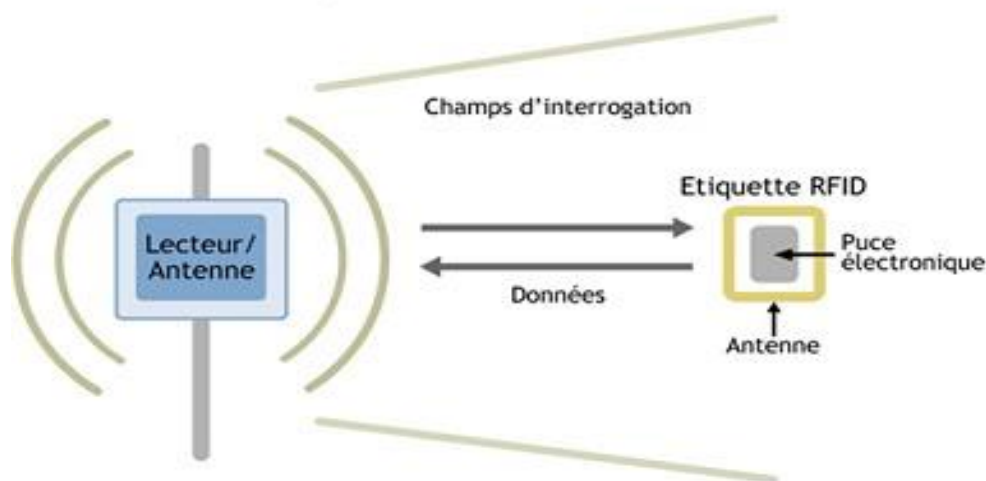


Figure I.2 : Schéma principe de la RFID

I.3.2. Les réseaux de capteurs sans fil

C'est un ensemble de nœuds qui communique sans fil et qui sont organisés en un réseau coopératif. Chaque nœud possède une capacité de traitement et peut contenir différents types de mémoire, un émetteur-récepteur RF et une source d'alimentation. Il peut aussi tenir compte de divers capteurs et actionneurs. Constitue un réseau de capteurs sans fil qui peut être une technologie nécessaire au fonctionnement de l'IoT.

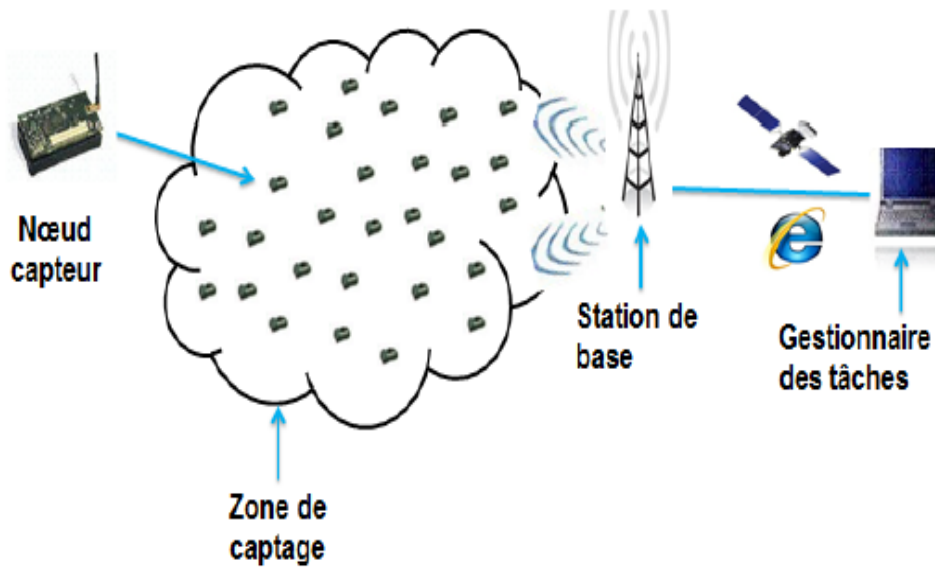


Figure I.3 : Architecture de communication d'un réseau de capteur sans fil.

En plus de ces deux technologies principales (RFID et RCSF), on trouve également d'autres technologies qui contribuent à la concrétisation du principe de l'Internet des objets. On parle alors des systèmes embarqués et la nanotechnologie (rétrécissement et incorporation des capteurs et autres dispositifs miniatures dans les objets à faire connecter à Internet), comme montré dans la figure suivante.

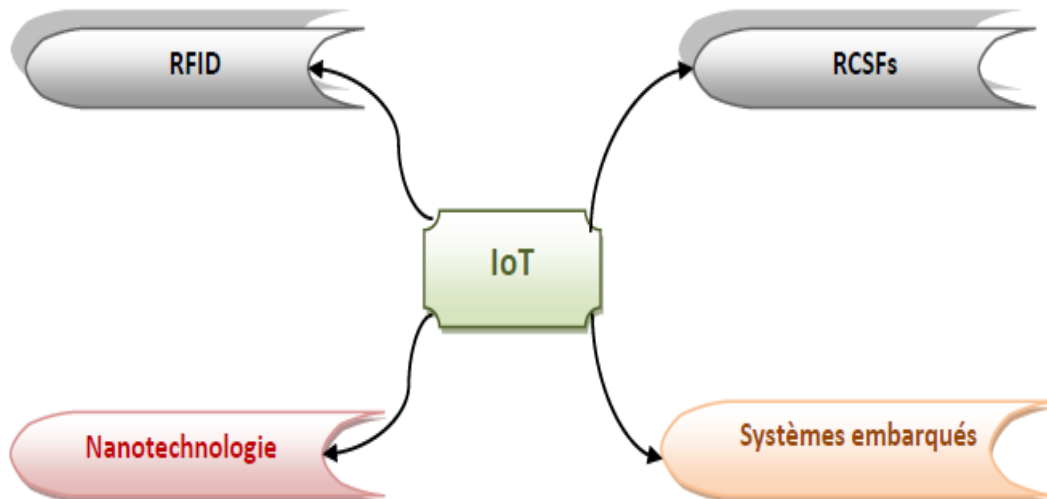


Figure I.4 : Technologies fondatrices de l'Internet des objets.

I.4. Fonctionnement de l'IoT

Les objets connectés se multiplient et se diversifient tant sur le marché grand public que professionnel. Ceci a engendré un nouveau besoin : celui de créer des interactions entre ces objets, au-delà de leurs constructeurs ou secteurs d'activités, afin d'apporter de nouveaux services et casser ainsi les silos. Automatiser certaines tâches de la vie quotidienne ou professionnelle deviendra ainsi possible. Les plateformes IoT ont vocation à connecter ces objets hétérogènes et les faire communiquer entre eux.

Comme introduit au début, l'écosystème IoT est assez complexe, car il intègre plusieurs technologies et domaines de compétences. Un système IoT englobe, généralement, à la fois du hardware, des protocoles de communication, du software, du cloud et du mobile. Ainsi, un projet IoT nécessite d'avoir une équipe pluridisciplinaire.

On peut décomposer un système IoT en 4 fonctionnalités distinctes comme la montre la figure ci-dessous : [3]

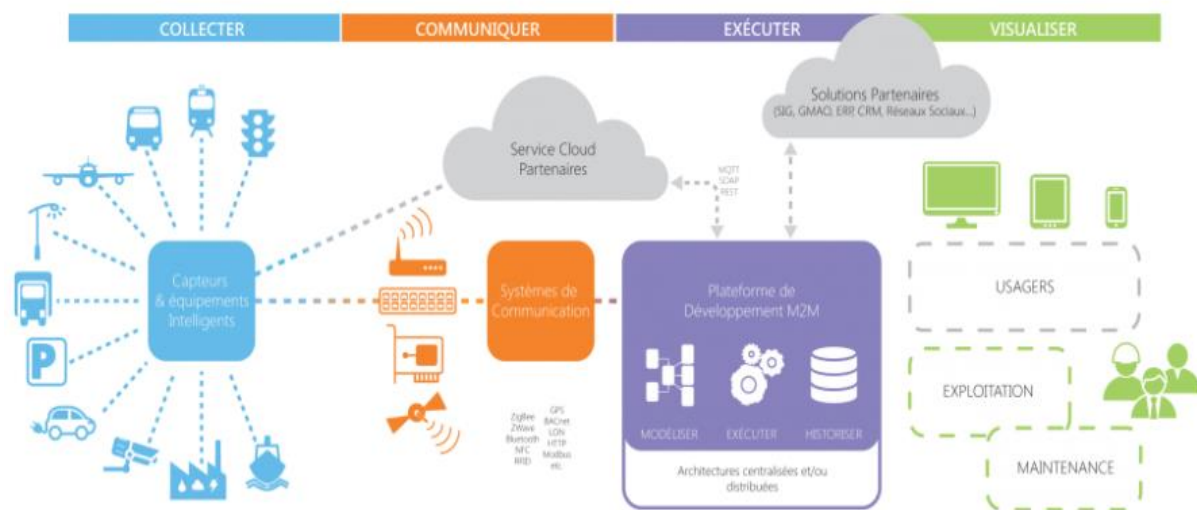


Figure I.5 : Fonctionnement de l'IoT

I.4.1. Collecter /Actionner

A cette étape, on est au niveau de l'objet connecté. On parle de capteurs qui permettent de faire des mesures de l'environnement physique (ex : température, humidité, bruit) et des actionneurs qui peuvent agir sur l'environnement (ex : des moteurs pour fermer ou ouvrir une porte). Certains objets peuvent être dotés de capacités électroniques, informatiques et réseaux qui leur permettent de se connecter directement au réseau Internet. Mais généralement, ayant des contraintes matérielles et logicielles (autonomie limitée, capacité de traitement limitée, pas de stock réseau, etc), les objets implémentent des protocoles de communication à basse énergie / bas débit et communiquent avec le réseau internet à travers une passerelle (Gateway)

I.4.2. Communiquer

C'est l'étape qui permet l'envoi des données depuis le réseau local vers le cloud. On parle essentiellement des protocoles pour transporter la donnée et on peut en distinguer deux modèles : Le modèle Publish / Subscribe avec des protocoles de type MQTT et le modèle REST avec des protocoles comme HTTP ou encore CoAP.

I.4.3. Exécuter

C'est l'étape de stockage et de traitement de la donnée. A cette étape on parle souvent de " Plate-forme IoT " qui est souvent une solution cloud capable de connecter plusieurs objets connectés, stocker leurs données, les traiter, les analyser et les exposer à travers différentes applications. Les plateformes IoT permettent aussi de faire communiquer d'objets hétérogènes. Ces plateformes se multiplient de nos jours (Amazon, Google, Microsoft, etc.) et on parle même de " guerre des plateformes IoT".

I.4.4 Visualiser

C'est l'étape qui permet d'exposer les services des objets connectés à travers différentes applications dédiées. Un utilisateur, à travers une application mobile, peut par exemple communiquer avec ses objets en consultant leurs données ou en envoyant des actions vers ses objets.

I.5. Les domaines d'application de l'IoT

L'IoT couvrira un large éventail d'applications et touchera quasiment à tous les domaines que nous affrontons au quotidien. Ceci permettra l'émergence d'espaces intelligents autour d'une informatique omniprésente. Parmi ces espaces intelligents, on peut citer :

I.5.1. Les villes

L'IoT permettra une meilleure gestion des réseaux divers qui alimentent nos villes (eaux, électricité, gaz, etc.) en permettant un contrôle continu en temps réel et précis. Des capteurs peuvent être utilisés pour améliorer la gestion des parkings et du trafic urbain et diminuer les embouteillages et les émissions en CO2.

I.5.2. L'énergie

La gestion des grilles électriques se verra améliorée grâce à la télémétrie, permettant une gestion en temps réel de l'infrastructure de distribution de l'énergie. Cette interconnexion à large échelle facilitera la maintenance et le contrôle de la consommation et la détection des fraudes.

I.5.3. Le transport

Dans ce domaine l'IoT appuiera les efforts actuels autour des véhicules intelligents au service de la sécurité routière et l'aide à la conduite. Cela portera sur la communication inter-véhicule et entre véhicules et infrastructure routière. L'IdO constituera ainsi un prolongement naturel

des « systèmes de transport intelligents » et leurs apports en termes de sécurité routière, confort, efficacité de la gestion du trafic et économie du temps et de l'énergie.

I.5.4. La santé

Dans le domaine de la santé, l'IdO permettra le déploiement de réseaux personnels pour le contrôle et le suivi des signes cliniques, notamment pour des personnes âgées. Ceci permettra ainsi de faciliter la télésurveillance des patients à domicile, et apporter des solutions pour l'autonomie des personnes à mobilité réduite.

I.5.5. L'industrie

Dans l'industrie l'IoT permettra un suivi total des produits, de la chaîne de production, jusqu'à la chaîne logistique et de distribution en supervisant les conditions d'approvisionnement. Cette traçabilité de bout en bout facilitera la lutte contre la contrefaçon, la fraude et les crimes économiques transfrontaliers.

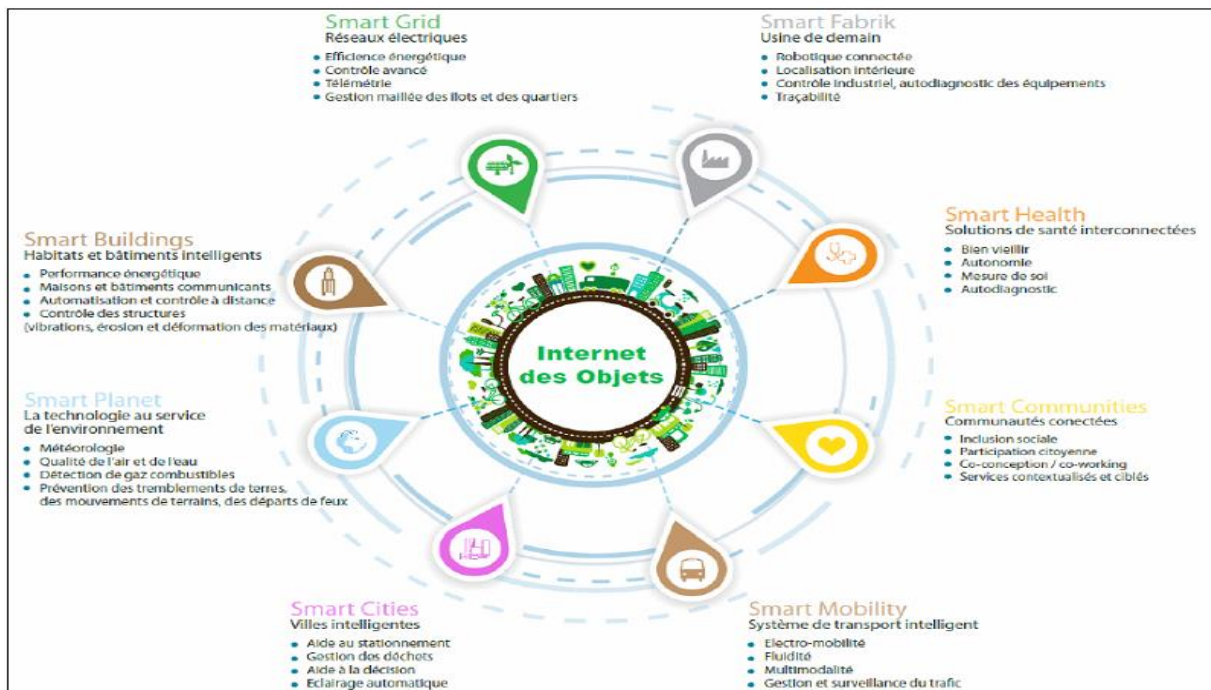


Figure I.6 : les applications de l'IoT

I.5.6. L'agriculture

Dans ce domaine, des réseaux de capteurs interconnectés à l'IoT peuvent être utilisés pour la supervision de l'environnement des cultures. Ceci permettra une meilleure aide à la décision en agriculture, notamment pour optimiser l'eau d'irrigation, l'usage des intrants, et la planification de travaux agricoles. Ces réseaux peuvent être aussi utilisés pour lutter contre la pollution de l'air, du sol et des eaux et améliorer la qualité de l'environnement en général.

I.5.6.1. Architecture de l'agriculture intelligente

De point de vue architectural, on peut dire que l'agriculture intelligente est organisée en trois couches principales : la couche de perception de donnée, la couche réseau et troisièmement la couche application. La figure ci-dessous illustre telle organisation.

I.5.6.1.1. La couche perception

La couche perception, au niveau bas dans la hiérarchie, est responsable de la capture de données, ainsi que leur identification dans leur environnement. Cette couche comprend ainsi le matériel nécessaire pour parvenir à la collection de données contextuelles des objets connectés, à savoir les capteurs, les étiquettes RFID, cameras, GPS (Global Positioning System), etc.

I.5.6.1.2. La couche réseau

Cette couche se charge de la transmission fiable des données générées dans la couche perception ainsi que l'assurance de la connectivité inter-objets connectés et entre objets intelligents et les autres hôtes de l'Internet. D'autre part, il est prévu que les données issues de la couche perception soient énormes car le nombre d'objets connectés à Internet ne cesse d'augmenter à grands pas. De ce fait, il s'est avéré nécessaire de mettre en place des mécanismes et des équipements de stockage et de traitement massif de ces données sur Internet, à faible coût. Cela est bel et bien garanti par les services cloud qui assurent une gestion élastique des ressources de mémorisation et de traitement sur les géants centres de données résidant sur Internet et qui sont en mesure d'absorber efficacement la charge de données générée du côté de l'Internet des objets. A ce stade, il est important de noter que le cloud utilise un concept récent dénommé SDN (Software Defined Networking) qui vise une méthode de gestion abstraite basée sur le découplage des fonctionnalités décisionnelles et opérationnelles des équipements réseau, en vue de pouvoir déployer les tâches de contrôle sur des plateformes beaucoup plus performantes que les commutateurs classiques. Cela va réduire davantage la latence réseau et rendre possible l'automatisation de la gestion du large ensemble de serveurs sur le cloud et leur auto-configuration.

I.5.6.1.3 La couche application

La couche application définit les profils des services intelligents et les mécanismes de gestion de données de différents types, provenant de différentes sources (différents types d'objets). L'architecture peut être étendue à une quatrième couche dite la couche middleware entre la couche application et les deux autres couches. Cette couche sert pour une interface entre la couche matérielle et les applications. Elle comprend des fonctionnalités assez compliquées permettant la gestion des dispositifs, et traite aussi l'agrégation, l'analyse et le filtrage de données et le contrôle d'accès aux services. La couche middleware permet également la dissimulation de la complexité des mécanismes de fonctionnement du réseau et rend plus facile le développement des applications par les concepteurs.

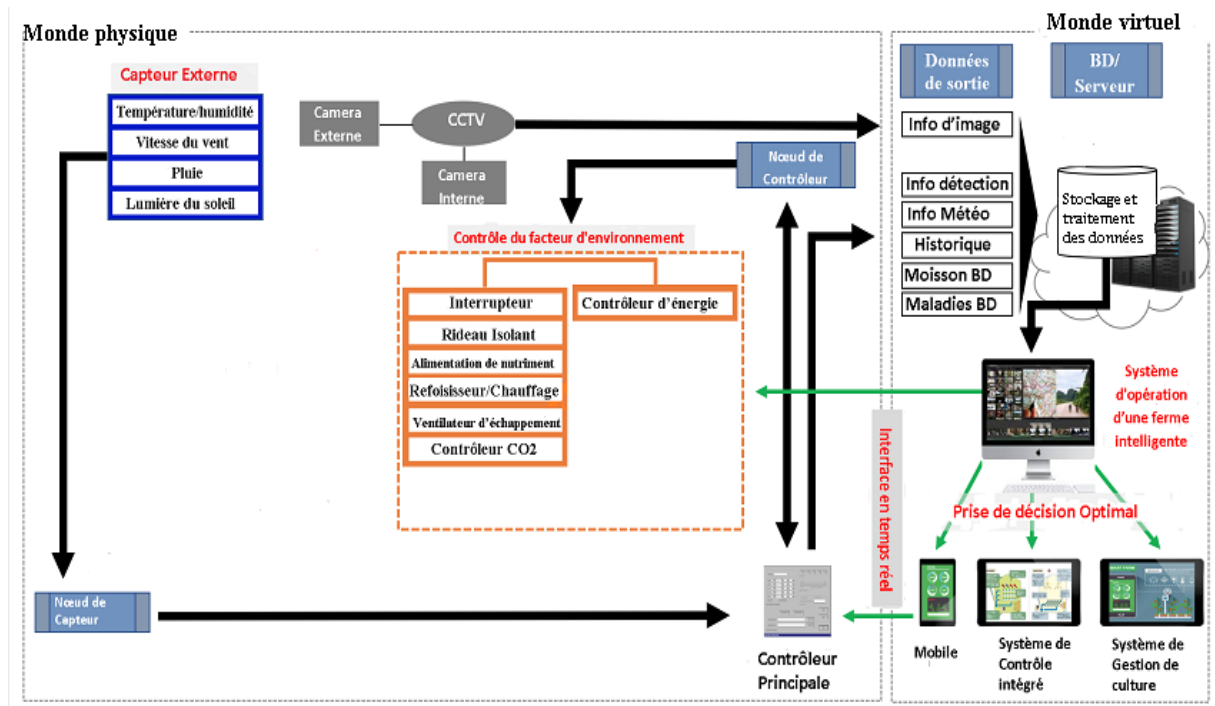


Figure I.7 : Architecture de l'agriculture intelligente

I.5.6.2. Les applications de l'agriculture intelligente

La transformation numérique du secteur agricole rassemble l'utilisation de plusieurs technologies qui s'articulent autour de trois couches précédemment cités.

I.5.6.2.1. Les Drones

Les drones sont utilisés pour collecter des données. Ils observent l'état des cultures afin de cartographier les variations en matière de, notamment, mauvaises herbes, rendements et état des sols.



Figure I.8 : Drone

I.5.6.2.2. Les Agribots

Les agribots sont des petits robots conçus pour accomplir certaines tâches dans le domaine de l'agriculture. Leurs utilisations sont nombreuses : injection d'engrais, arrosage des cultures, désherbage au laser, pulvérisation, traite des vaches, nettoyage d'une étable, récolte de légumes, etc.



Figure I.9 : Les agribots

I.5.6.2.3. les tracteurs intelligents

Les tracteurs intelligents sont utilisés pour maximiser les rendements sur des tâches de grande échelle. Des tracteurs connectés peuvent, par exemple, intégrer directement des informations cartographiques pour un apport d'engrais sur mesure automatique. Leur équipement GPS permet d'optimiser les chemins au travers des cultures.



Figure I.10 : Les tracteurs intelligents

I.5.6.2.4. Les objets connectés (les capteurs)

La pose de capteurs sur les animaux peut aider les agriculteurs à gérer efficacement leur troupeau à distance par l'envoi en temps réel d'informations comme leur localisation, leur santé ou encore un vêlage qui approche. Les capteurs peuvent aussi être utilisés sur les

cultures ou embarqués sur des tracteurs pour mesurer des paramètres tels que la température, les minéraux, le taux d'humidité, etc. et adapter de manière automatique par exemple l'arrosage et l'épandage.



Figure I.11: Collie connecté pour vache

I.6. Les Avantages et les inconvénients de l'internet des objets

I.6.1. Avantages

L'IoT est une infrastructure nouvelle qui va intégrer les objets connectés, permettre l'apparition d'un réseau ubiquitaire et nous donner un avantage quotidien. Elle peut être considérée comme un concept ayant des répercussions sur les technologies et la société dans divers secteurs : des secteurs privés, étatique et industrielle 4.0. Elle permettra de rendre l'environnement connecté et pouvoir communiquer avec lui, à l'avenir nous serons informés de l'état du sol, de l'humidité et de la quantité de lumière reçue, ce simple cas, permet de nous donner un aperçu global sur son potentiel et sur ces avantages. [4]

I.6.2. Inconvénients

L'IoT gère nos données personnelles, en effet, les objets connectés produisent de grandes quantités d'information et le traitement de cette masse de données implique de nouvelles préoccupations notamment autour de la confidentialité et de la sécurité.

I.7. ARDUINO

I.7.1 Définition

Arduino est un ensemble d'outils matériel et logiciel pour le prototypage électronique et l'apprentissage de la programmation des microcontrôleurs c'est une plate-forme de prototypage d'objets interactifs à usage créatif constituée d'une carte électronique et d'un environnement de programmation. Sans tout connaître ni tout comprendre de l'électronique, cet environnement matériel et logiciel permet à l'utilisateur de formuler ses projets par l'expérimentation directe avec l'aide de nombreuses ressources disponibles en ligne. C'est un pont tendu entre le monde réel et le monde numérique, Arduino permet d'étendre les capacités de relations homme/machine ou environnement/machine.

Arduino est un projet en source ouverte : la communauté importante d'utilisateurs et de concepteurs permet à chacun de trouver les réponses à ses questions.

Le système Arduino, nous donne la possibilité d'allier les performances de la programmation à celles de l'électronique. Plus précisément, il permet de programmer des systèmes électroniques. Le gros avantage de l'électronique programmée c'est qu'elle simplifie grandement les schémas électroniques et par conséquent, le coût de la réalisation, mais aussi la charge de travail à la conception d'une carte électronique. [5]

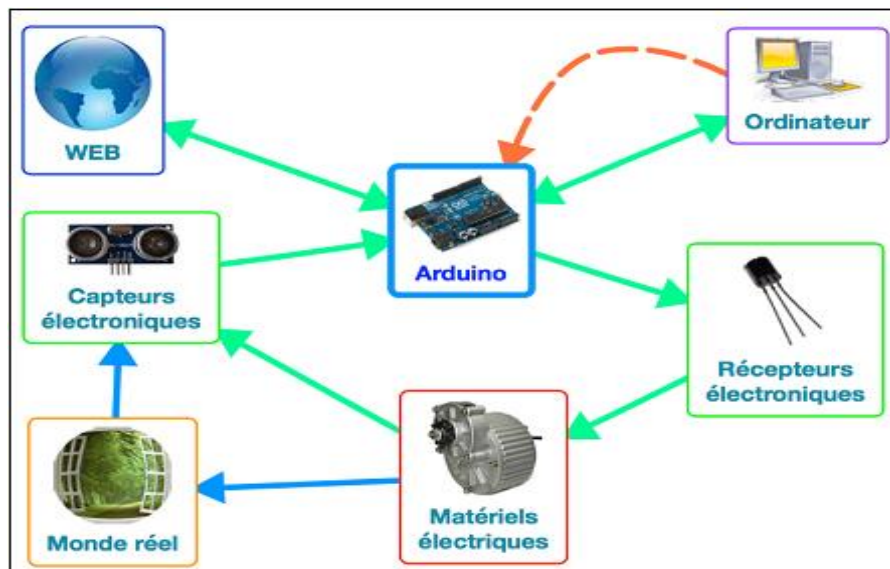


Figure I.12 : fonctionnement de l'ARDUINO

I.7.2. Types d'Arduino

I.7.2.1 ARDUINO UNO

La carte ARDUINO UNO est basée sur un ATmega328 cadencé à 16 MHz. C'est la plus récente et la plus économique carte à microcontrôleur d'ARDUINO. Des connecteurs situés sur les bords extérieurs du circuit imprimé permettent d'insérer une série des modules complémentaires.



Figure I.13 : Carte ARDUINO UNO

I.7.2.2 ARDUINO UNO WIFI

La carte Arduino UNO WIFI est basée sur un ATmega328P (comme l'UNO) et sur un module WIFI ESP8266. Le microcontrôleur WIFI permettra l'Arduino de disposer d'une connectivité Internet.



Figure I.14 : Carte ARDUINO UNO WIFI

I.7.2.3 ARDUINO YUN

La carte Arduino Yun est la première carte Arduino avec wifi intégré qui combine à la fois la puissance de linux avec la facilité d'utilisation d'Arduino. En plus du processeur 32U4, le Yun dispose d'un processeur additionnel, un Atheros AR9331, sur lequel tourne la distribution Linux pour systèmes embarqués appelée Linio basée sur OpenWrt wireless stack. Une installation complète de Python 2.7 est également incluse. [6]



Figure I.15 : Carte ARDUINO YUN

I.8. Raspberry Pi

I.8.1. définition

Le Raspberry Pi est un nano-ordinateur disposant un processeur d'architecture ARM, destiné à l'apprentissage de programmation, il a la forme d'une petite carte électronique, développé par un célèbre créateur de jeux vidéo David Braben. La particularité du Raspberry Pi par rapport à ses concurrents spécialement l'Arduino, on peut installer dessus carrément un système d'exploitation, généralement la distribution Rasbian (à base de Debian) Linux. [7] Il exit plusieurs modèles de Raspberry Pi :

- Modèle A
- Modèle B
- Modèle B+
- Modèle Pi 2 (Compatible windows 10 IoT)
- Modèle Pi 3 (Compatible windows 10 IoT)



Figure I.16 : Carte Raspberry model B

Les cartes caractéristiques	UNO R3	YUN	RASPBERRY
Microcontrôleur	ATmega328P	ATmega32u4	BCM2835
Cadencement Horloge	16Mhz	16Mhz	700Mhz
Tension d'entrée	7-12V	5V	5V
Tension de fonctionnement	5V	5V	3,3V
Entrée/sortie Numérique	14/6	20/7	40 GPIO, tous digitaux
Entrée/sortie (PWM) Analogique	6/0	12/0	
Mémoire vive (Flash)	32Ko	32Ko	Sur carte SD
Mémoire vive (SRAM)	2Ko	2Ko	512Mo Sdram
Mémoire morte (EEPROM)	1Ko	1Ko	
Interface USB	USB-B male	Micro-USB	Micro-USB
Sortie vidéo	NON	NON	Composite et HDMI
Carte SD	NON	OUI	OUI
Ethernet	NON	OUI	OUI
WIFI	OUI	OUI	OUI
Dimension	68x53 mm	68x53 mm	85 x53 mm

Tableau II.1 : Tableau comparatif des différentes cartes Arduino et Raspberry

I.9. Les Capteurs

I.9.1. Définition

Les capteurs sont des objets électroniques de taille extrêmement réduite avec des ressources très limitées, autonomes, capable de traiter des informations et de les transmettre, via les ondes radio, à une autre entité (capteurs, unité de traitements...) sur une distance limitée à quelques mètres. [8]

I.9.2. Architecture physique d'un capteur

Voici en détail la composition de base physique interne d'un élément capteur. [9]

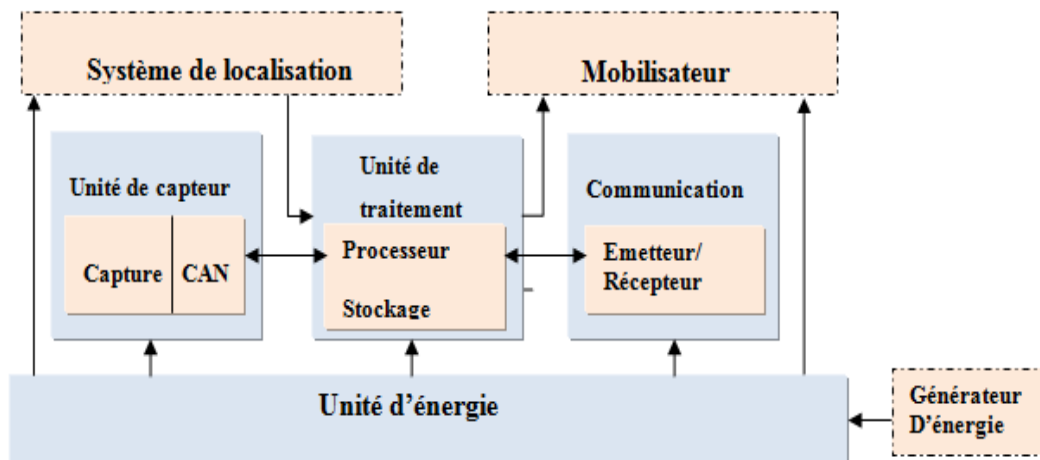


Figure I.17 : les composants d'un capteur

I.9.2.1 Unité de capture

Comme la montre la figure ci-dessus, l'unité de détection est généralement composée de deux modules : le capteur, et un convertisseur analogique à numérique. Le capteur a pour tâche de communiquer l'information recueillie depuis son environnement sous forme d'un signal analogique au convertisseur ADC (Analog to Digital Converter).

Le convertisseur analogique/numérique transforme quant à lui les signaux provenant du capteur en signaux numériques en vue de les transmettre à l'unité de calcul.

I.9.2.2 Unité de traitement

L'unité de traitement comprend un processeur associé généralement, à une petite unité de stockage et fonctionne à l'aide d'un système d'exploitation spécialement conçu pour les microcapteurs. Cette unité gère également les procédures et protocoles permettant la communication entre les nœuds.

I.9.2.3 Unité de communication

Cette unité gère toutes les émissions/réceptions au sein du capteur. Ainsi, l'unité de transmission travaille essentiellement à connecter le nœud au réseau.

I.9.2.4 Unité d'énergie

La gestion de l'énergie est un point primordial dans les réseaux de capteurs. Tout capteur est muni d'une ressource énergétique à durée de vie limitée, et ce, à cause de la taille réduite de la batterie et l'impossibilité de la recharger ou de la changer. Il est à noter que la gestion de l'énergie est un réel problème pour les réseaux de capteurs, et divers travaux tentent d'y remédier. De ce fait, l'unité de contrôle d'énergie est sans doute le composant le plus

important du capteur. Elle s'occupe de la « répartition » de l'énergie au sein du capteur entre les divers modules. Elle permet également quelques fois de réduire la consommation d'énergie en agissant sur les modules inactifs

I.10 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons vu dans un premier lieu qu'est-ce que Internet des objets ainsi que leurs domaines d'applications, ensuite nous avons entamé le domaine des cartes Arduino et les capteurs passifs, pour rentrer dans le vif de notre sujet qui est le smart farm.

Dans le prochain chapitre, nous allons utiliser les connaissances acquises pour entamé la réalisation de notre système d'irrigation automatique qui est l'une des applications de l'agriculture intelligente (Smart farm).

II.1. Introduction

Dans notre projet le choix des capteurs et actionneurs dépend de leurs applications, et des différents paramètres à contrôler. Ce chapitre comporte une présentation du prototype proposé, une présentation des capteurs et actionneurs utilisés avec leurs caractéristiques et les logiciels utilisés afin d'aboutir à une solution performante.

II.2. Logiciels utilisés

Lors de notre réalisation, nous nous sommes basés sur deux logiciels, Arduino IDE et Proteus, le premier nous a servi à programmer et configurer notre carte Arduino pour le bon fonctionnement de notre application. Le deuxième logiciel nous a servi à une plateforme d'essais et de tests avant l'entame sur la plateforme réelle.

II.2.1 l'environnement de la programmation (IDE Arduino)

Le logiciel de programmation de la carte Arduino sert d'éditeur de code (langage proche du C). Une fois, le programme tapé ou modifié au clavier, il sera transféré et mémorisé dans la carte à travers de la liaison USB. Le câble USB alimente à la fois en énergie la carte et transporte aussi l'information ce programme appelé IDE Arduino. [9]

II.2.1.1 Structure générale du programme

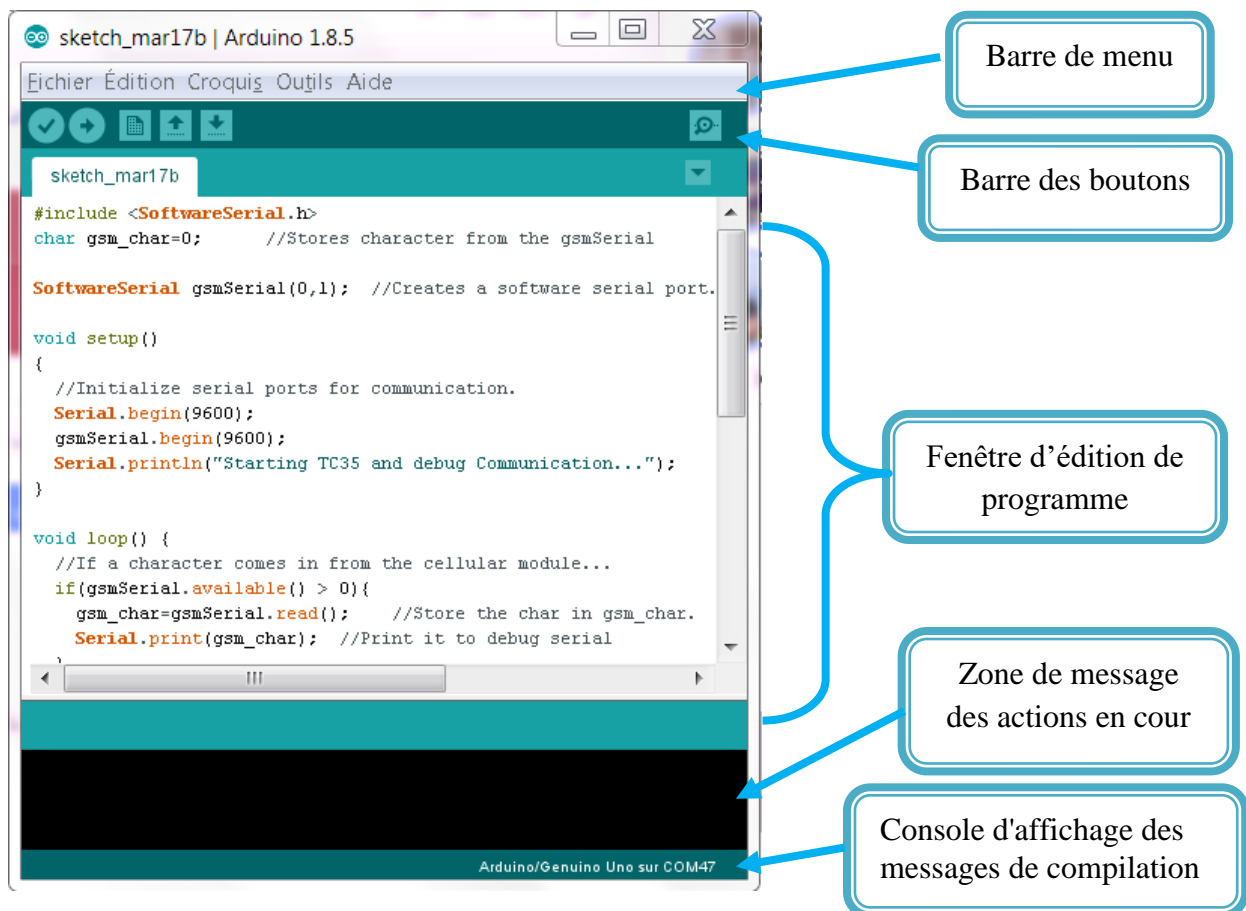


Figure II.1 : Interface IDE Arduino

II.2.1.2 Injection du programme

Avant d'envoyer un programme dans la carte, il est nécessaire de sélectionner le type de la carte (Arduino UNO) et le numéro de port USB (COM 3) comme exemple la Figure II.3.

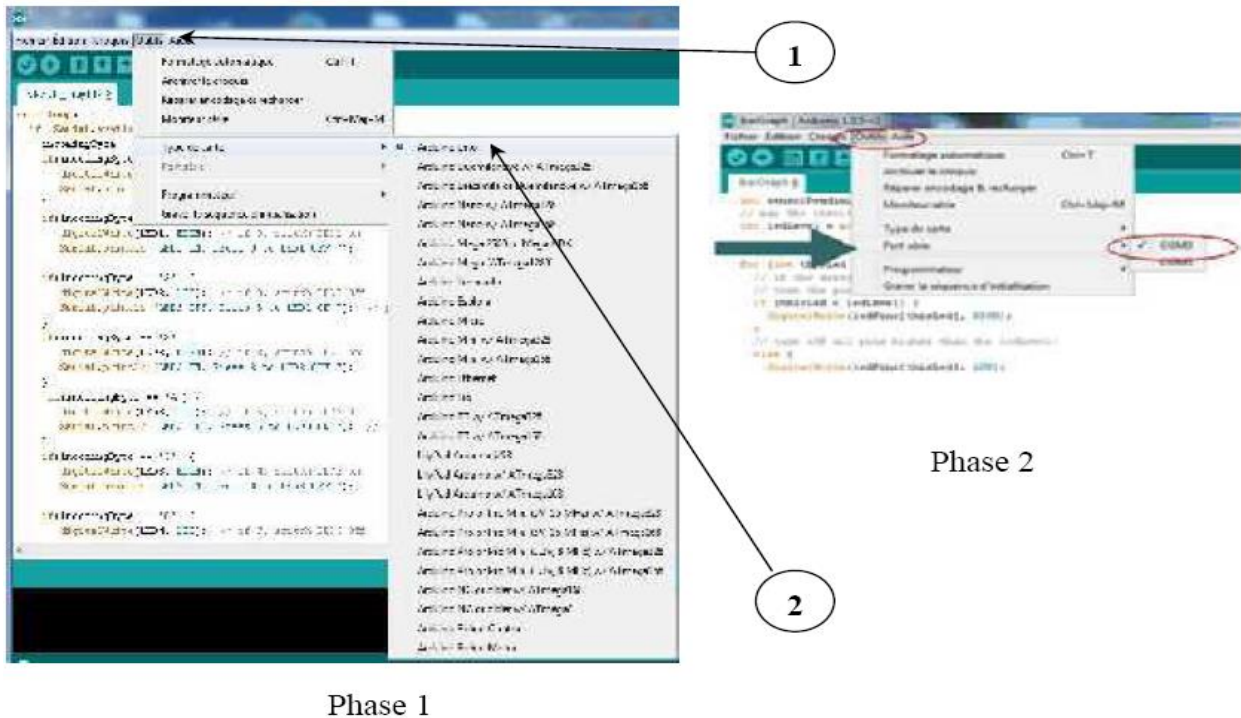


Figure II.2 : Paramétrage de la carte

II.2.2. Proteus professionnel

Proteus est une suite logicielle destinée à l'électronique. Développé par la société Labcenter Electronics, les logiciels incluent dans Proteus Professional permettent la CAO (Construction Assistée par Ordinateur) dans le domaine électronique. Deux logiciels principaux composent cette suite logicielle: (ISIS, ARES).

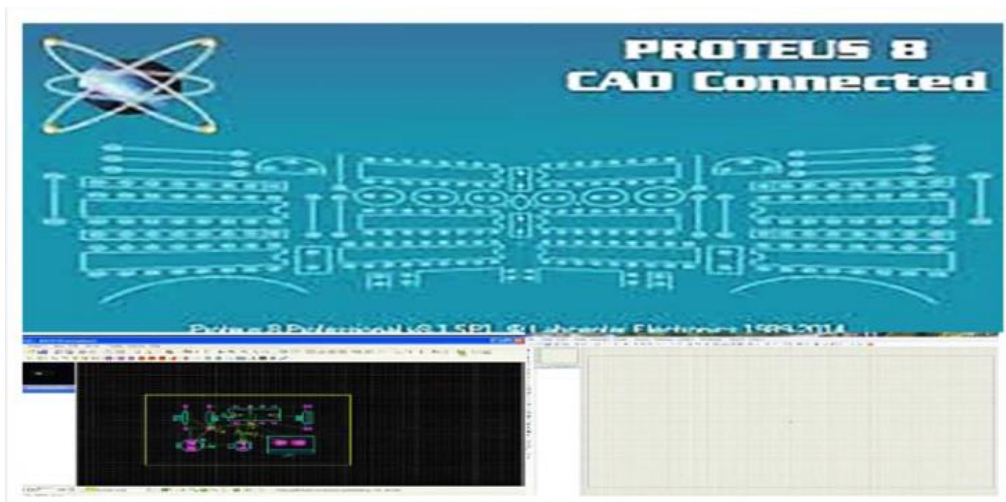


Figure II.3 : Logiciel de CAO Proteus

II.2.2.1 ISIS Professional

Le logiciel ISIS de Proteus Professional est principalement connu pour éditer des schémas électriques. Par ailleurs, le logiciel permet également de simuler ces schémas ce qui permet de détecter certaines erreurs dès l'étape de conception. Indirectement, les circuits électriques conçus grâce à ce logiciel peuvent être utilisés dans des documentations car le logiciel permet de contrôler la majorité de l'aspect graphique des circuits.

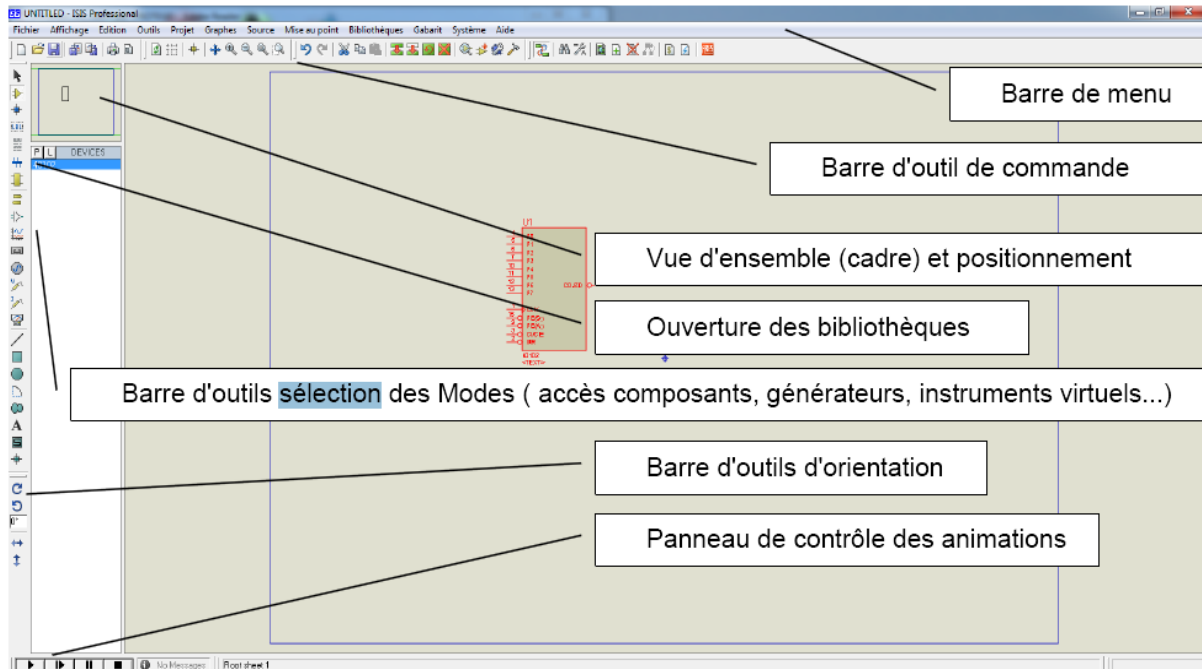


Figure II.4 : L'interface d'ISIS PROTEUS

II.2.2.2 ARES Professional

Le logiciel ARES est un outil d'édition et de routage qui complète parfaitement ISIS. Un schéma électrique réalisé sur ISIS peut alors être importé facilement sur ARES pour réaliser le PCB (Printed circuit board) de la carte électronique. Bien que l'édition d'un circuit imprimé soit plus efficace lorsqu'elle est réalisée manuellement, ce logiciel permet de placer automatiquement les composants et de réaliser le routage automatiquement.

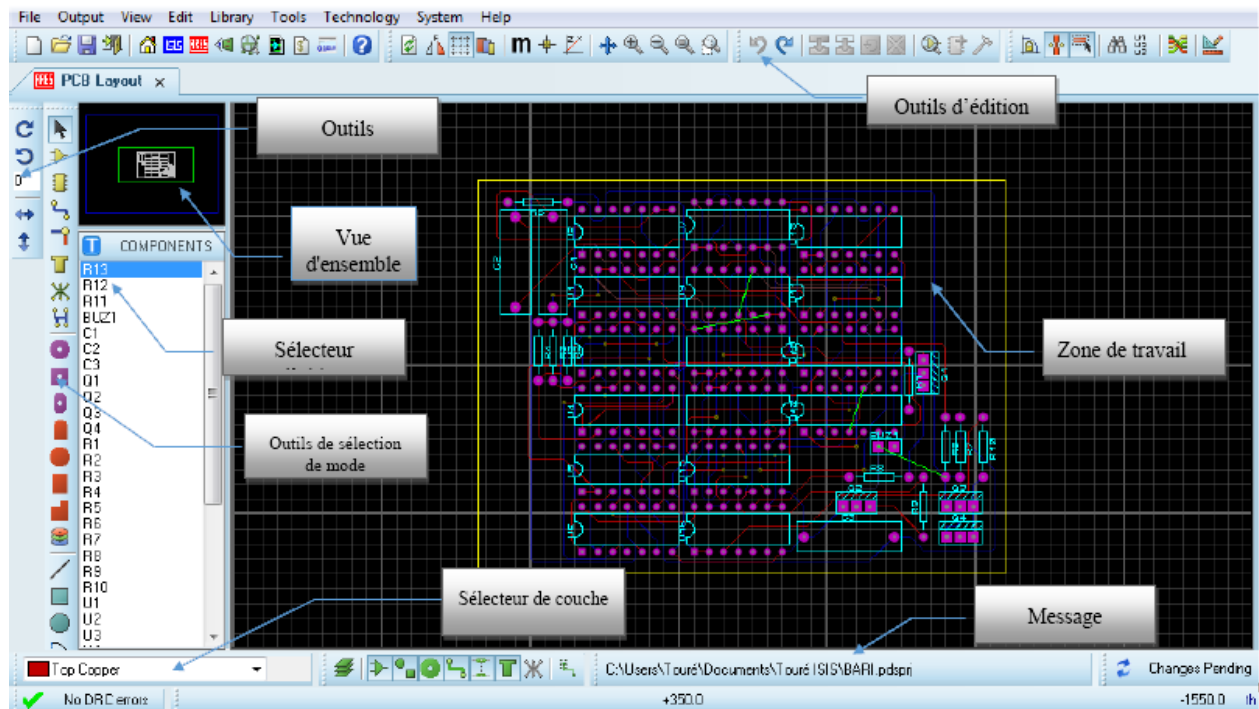


Figure II.5 : L'interface d'ARES PROTEUS

II.3. Les équipements utilisés

II.3.1 Arduino UNO

Dans notre projet la plus importante c'est la partie traitement de données, elle est basée sur un Arduino UNO qui contrôle tous les éléments du système tels que le traitement des différents paramètres bioclimatiques, l'affichage, la commande des actionneurs et la connexion sans fil entre le shield GSM et le smartphone.

- **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** : 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, (l'Arduino préassemblés coûte moins de 3500 Dinars).
- **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.

- **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 le 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.3.2 Capteurs utilisés

II.3.2.1 Capteur d'humidité du sol

Le choix se portera sur le capteur d'humidité du sol (FC-28), ce capteur mesure l'humidité du sol à partir des changements de conductivité électrique de la terre (la résistance du sol augmente avec la sécheresse), il est composé d'une platine qui constitue le conditionnement et une fourche résinée qui protègent contre l'oxydation et se plante verticalement dans la terre.

Le fonctionnement électrique de ce capteur est basé sur l'immersion des deux tiges, qui en contact avec le sol permettent la circulation d'un courant, ce qui permet la lecture du niveau d'humidité par rapport à la résistance. Plus y'a d'eau dans la terre, plus la conduction de courant entre les tiges est meilleure, en raison de la faible résistance, ce qui permet à la tension au niveau du capteur d'approcher 5V. Alors que la conductivité d'un sol sec est faible en raison d'une résistance élevée, résultant en un signal proche de 0V.

Le branchement du capteur se fait comme suit : On relie la broche Vcc au 5V, GND à la masse et la sortie A0 à une entrée analogique du microcontrôleur, c'est cette dernière qui nous permettra de recueillir l'information (variation de la tension). D0 est une sortie numérique active quand un seuil réglable est dépassé.

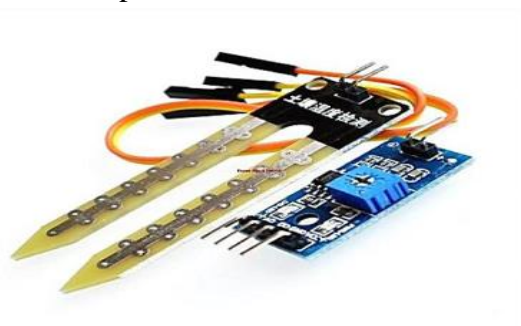


Figure II.6 : Capteur FC-28

II.3.2.2 Capteur de température et d'humidité atmosphérique

Le choix se portera sur le capteur DHT11. Ce capteur est très répandu dans le contrôle de climatisation, il est constitué d'un capteur de température à base de NTC (Négative Température Coefficient) et d'un capteur d'humidité résistif, un microcontrôleur s'occupe de faire les mesures, les convertir et de les transmettre. Ce capteur est calibré en usine et ses paramètres de calibration sont stockés dans la mémoire OTP interne.

Il s'interface grâce à un protocole semblable au one wire sur 1 seul fil de donnée pour la communication et la synchronisation entre le capteur MCU et DHT11, Une transmission de données complète est sur 40 bits, donc un processus de communication dure environ 4ms.

Le capteur DHT11 envoie les données suivant le format suivant :

Data = 8bit données intégrale RH + 8bit décimal RH + 8bit données intégrale T + 8bit décimal T+ 8bit checksum.

Si la transmission de données est correcte, la somme de contrôle sera égale aux derniers 8bits de la somme des quatre octets transmis. Il est possible d'utiliser le capteur jusqu'à 20m. Le capteur possède 3 broches, les 3 broches sont utiles comme suit : VCC, GND et Data.

Caractéristiques du capteur :

- Alimentation +5V (3.5 - 5.5V).
- Température : de 0 à 50°C, précision : +/- 2°C.
- Humidité : de 20 à 96% RH, précision +/- 5% RH.

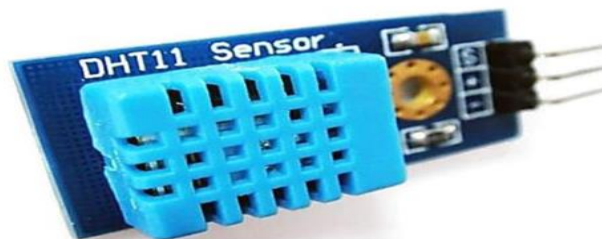


Figure II.7 : Capteur DHT11

II.3.2.3 Détecteur de niveau

La détection de niveau concerne le réservoir d'eau, pour le maintenir toujours rempli, parce que c'est un élément très important dans l'irrigation.

Dans notre projet, nous avons utilisé le capteur ultrason (HC-SR04). Il offre une excellente plage de détection sans contact, avec des mesures de haute précision et stables. Le capteur possède 4 broches, les 4 broches sont utiles comme suit :

- Vcc = Alimentation +5 V DC
- Trig = Entrée de déclenchement de la mesure (Trigger input)
- Echo = Sortie de mesure donnée en écho (Echo output)
- GND = Masse de l'alimentation

Caractéristiques du capteur :

- Dimensions : 45 mm x 20 mm x 15 mm
- Plage de mesure : 2 cm à 400 cm
- Résolution de la mesure : 0.3 cm
- Angle de mesure efficace : 15 °
- Largeur d'impulsion sur l'entrée de déclenchement : 10 μ s (Trigger Input Pulse width)

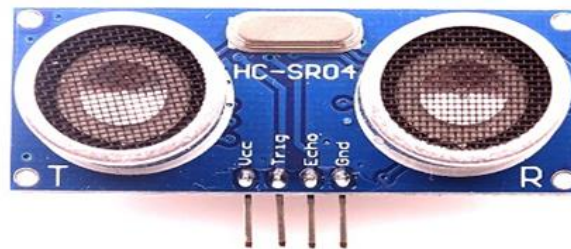


Figure II.8 : Capteur HC-SR04

II.3.3. Afficheur LCD

L'afficheur LCD pour Arduino permet à une carte Arduino de visualiser des informations sur un écran LCD attractant avec du texte blanc sur rétro-éclairage bleu. Cinq boutons poussoirs permettent la mise en œuvre de projets où les menus sont visualisés sur l'écran LCD et les sélections sont faites par la pression des touches, chacune d'entre elles numérotées de 1 à 5.

Le shield dispose d'un potentiomètre utilisé pour réguler le contraste de l'écran et il y a également un bouton RESET permettant de réinitialiser la carte Arduino.

La carte dispose de connecteur empilable ce qui permet de partager les signaux non utilisés par celle-ci.

L'écran LCD utilise le contrôleur SPLC780D et dispose de 2 lignes de 16 caractères. [10]



Figure II.9 : Afficheur LCD DFR0009

II.3.4 Relais électromécanique

Un relais électromécanique peut assurer une isolation galvanique dans la mesure où le circuit de commande et celui de puissance sont câblés sur des circuits séparés. En effet, il faut isoler la partie commande (trait fin) de la partie puissance (trait gras) afin d'éviter les retours d'énergie, pour cela un relais de type 2RT fait l'affaire



Figure II.10: Relais électromécanique

Le principe de ce relais est qu'il se comporte comme un interrupteur commandable, c'est-à-dire pour une tension de 0V il s'ouvre et pour 5V il se ferme, ce qui se traduit respectivement par un 0 et un 1 en langage binaire. Il peut fonctionner sous 220V et 10A max avec un temps de réponse de 5 millisecondes.

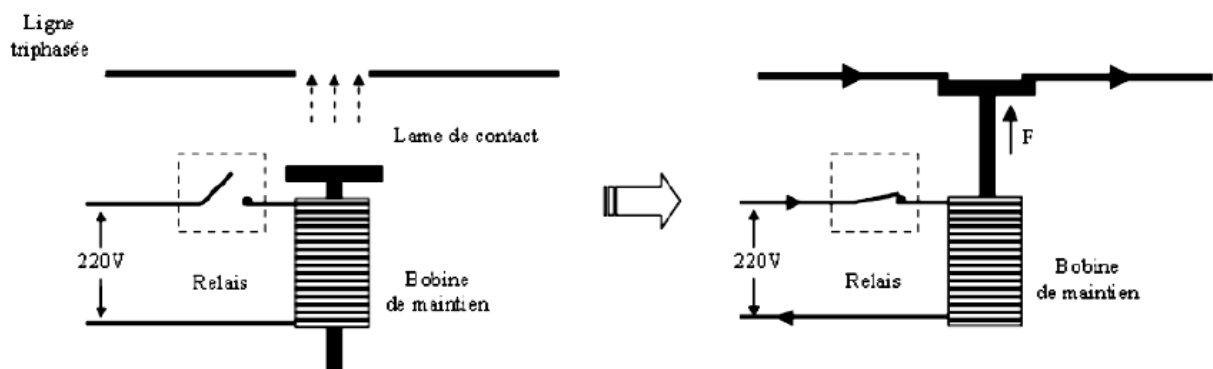


Figure II.11: Relais électromécanique

II.3.5. Le Shield GSM

Le Shield GSM/GPRS est basé sur un module SIM800L EVB de SIMCOM, il est compatible avec Arduino et ces clones. Il permet de communiquer en utilisant le réseau GSM. Ce Shield permet d'envoyer des SMS en envoyant des commandes AT à l'UART. Les commandes AT supportées sont GSM et SIMCOM.

Grâce au message envoyé par ce module, la personne peut déclencher le système même si il est à des kilomètres de celle-ci, ce qui permet l'arrosage à distance.

Caractéristiques du SIM800L :

- Quad-bande 850/900/1800/1900 MHz
- FM: 76 ~ 109 MHz dans le monde entier bandes avec 50 KHz tuning étape
- Dimensions: 15.8*17.8*2.4mm
- poids: 1.35g
- Tension d'alimentation 5V

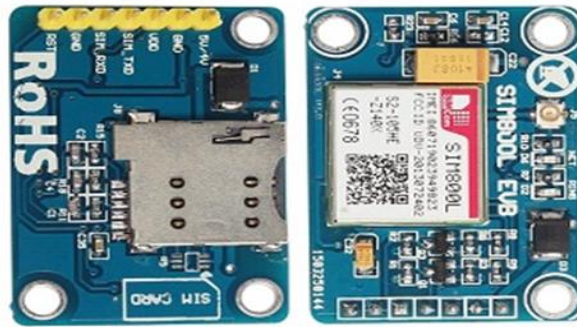


Figure II.12: Le Shield GSM SIM800L EVB

II.4. Les actionneurs

II.4.1 La pompe électrique

Nous avons besoin d'une pompe électrique pour faire circuler et accélérer le débit d'eau dans les tuyaux d'irrigation et remplir le réservoir.



Figure II.13: Pompe à eau

II.4.2 L'extracteur

C'est un dispositif qui nous permet de réguler la température et contrôler l'humidité dans la ferme.



Figure II.14 : Extracteur

II.5. Le principe de fonctionnement de notre système

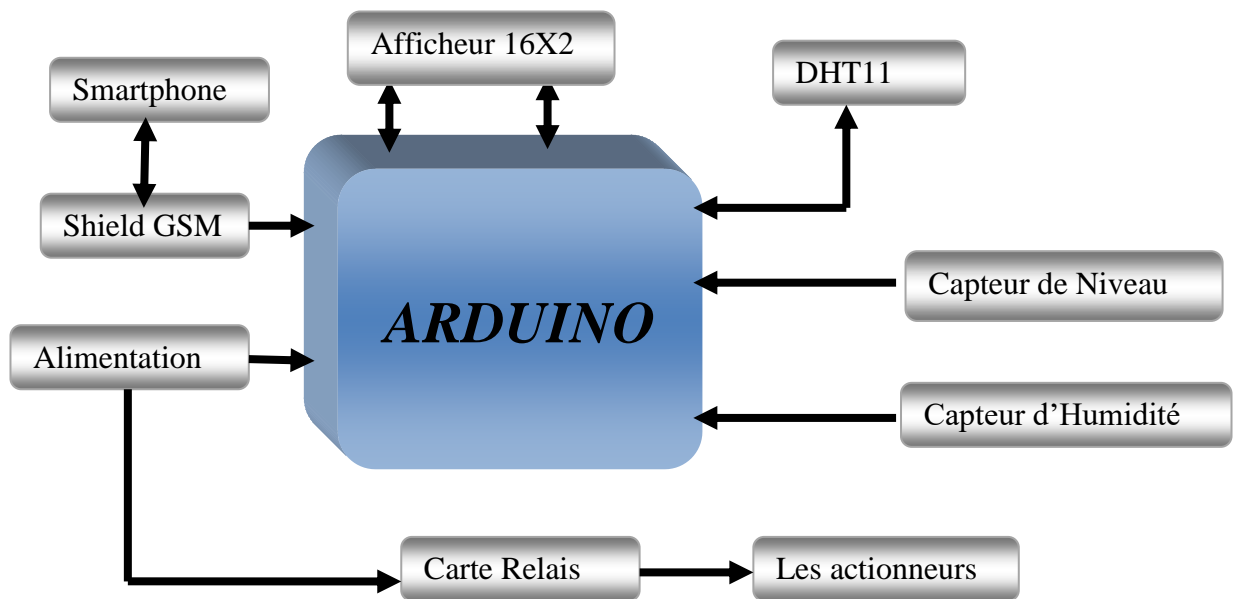


Figure II.15 : Schéma synoptique du système

Le principe de fonctionnement de notre système est très simple, il est constitué d'une partie réglages et une autre de mesures. Le système fonctionne suivant deux modes (automatique et manuel). Nous pouvons passer d'un mode à l'autre par l'intermédiaire de deux Switch, le premier pour choisir entre les deux, mesure ou réglage, le second pour choisir entre le mode d'arrosage automatique et le mode d'arrosage manuel.

- **Mode automatique :** la terre est sèche, le système se déclenche automatiquement via un signal envoyé par l'Arduino vers la pompe suite à une alerte envoyée par le capteur d'humidité.
- **Mode manuel :** Ce mode se déclenche après un envoi de message via le smartphone vers le module GSM, le module GSM convertira l'onde électromagnétique en un signal électrique qui va être envoyé vers l'Arduino.

Le message peut être :

1. Un signal « ON » qui incitera l'Arduino à démarrer la pompe afin que l'eau circule vers tout le reste du réseau pour un arrosage souhaité, et cela avec deux façons possibles.
2. On peut soit donner un temps « t » dans l'intérêt d'arrêter le système, ou bien jusqu'à une réception d'un signal « OFF » qui va faire l'arrêt.

II.6. Etapes de réalisation de notre système

Pour la réalisation de notre montage global du système nous avons passé par plusieurs étapes :

- Réalisation d'un bloc d'alimentation ;
- Réalisation d'un bloc de commande ;
- Réalisation de notre montage sous PROTEUS ;
- Réalisation d'un circuit imprimé.

II.6.1. Bloc d'alimentation

Nous avons réalisé une alimentation simple à partir d'une alimentation externe de ($\ll +12V$) avec une régulation et filtrage.

Nous avons réalisé une alimentation continue de +5 volts Pour l'alimentation de l'Arduino et les relais. Pour cela, nous avons utilisés :

- Une résistance 10 k ohms « pour protection ».
- Deux condensateurs de $10\mu F$ « pour filtrage ».
- Un régulateur « baisse la source d'entrée de +12V a +5V ; nous avons utilisé le LM7805.

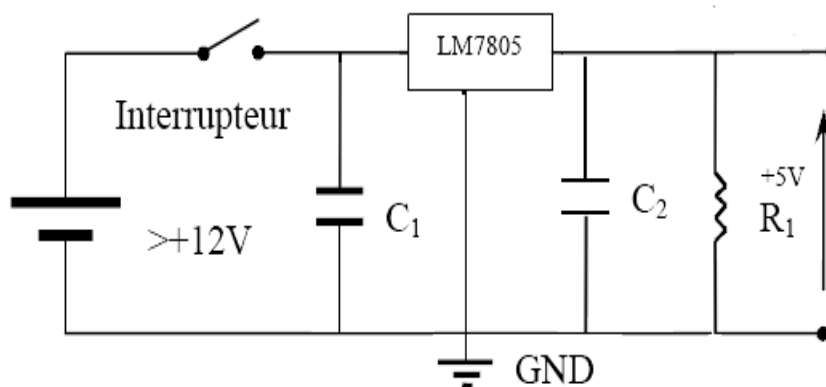


Figure II.16 : Schéma électrique de l'alimentation

Le principe de fonctionnement d'une alimentation est très simple. Il consiste à générer ou réguler +5 volts à partir d'une source continue (+12V) ; cette dernière est filtrée via un filtre passif et régulée par un régulateur type (LM7805) à la sortie duquel, on aura une tension continue d'une valeur de +5 volts.

II.6.2 Bloc de commande

Notre bloque de commande, on le résume tout simplement par l'utilisation du l'Arduino UNO qui est détaillé précédemment, dans cette partie on va réaliser une carte compatible à l'Arduino

II.6.2.1 Carte Compatible Arduino

Le model open source hardware choisi par les concepteurs d'Arduino donne accès aux fichiers de conception électronique et de fabrication électronique (circuit, typon). Cela permet à d'autres (entreprises ou inventeurs) de reproduire la carte.

II.6.2.1.1 Préparation de l'ATmega328

Notre carte compatible elle basé sur le circuit d'implémentation minimal d'un microcontrôleur AVR, dans ce cas c'est l'ATmega328p. La figure suivante montre le schéma d'un microcontrôleur AVR avec le nombre minimal des composants électronique.

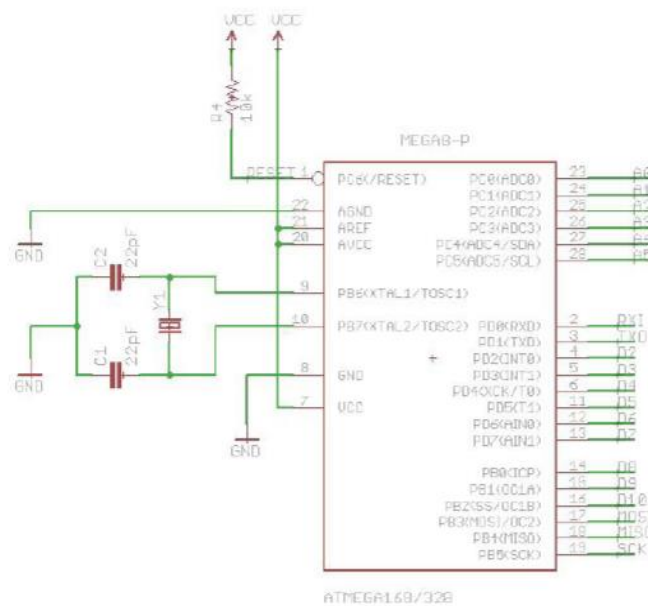


Figure II.17 : circuit minimal d'un AVR

On remarque que le minimum des composants constitue les éléments de l'horloge, et l'alimentation. Toutefois, avant d'implémenter ce circuit, il faut programmer l'ATmega328 à l'aide d'un programmeur AVR, mais pas n'importe quel programme ou code va être téléchargé sur le microcontrôleur. Pour que notre interrupteur sans-fil soit compatible avec l'environnement de développement Arduino, la première chose à faire est de graver le boot loader Arduino sur l'ATmega328.

II.6.2.1.2 Gravure du Boot Loader Arduino

On peut acheter des ATmega328 déjà gravés avec ce boot loader, mais des fois ils coutent le double d'un seul ATmega328 sans boot loader, donc pour le long terme il est préférable d'acheter un programmeur ISP (In-System Programming). Cependant, il existe une autre méthode pour télécharger le boot loader sur un AVR, en utilisant la carte Arduino UNO elle-même.

Puisque notre système domotique prend les cartes Arduino UNO comme des noeuds communicants, on va prendre une d'elles, et la programmer avec le sketch dénommé Arduino ISP, qui se trouve dans la liste d'exemples dans le menu **Fichier** de l'interface Arduino. Ce code, permet de graver un boot loader ou un code Arduino sur un microcontrôleur AVR

supporté (de préférence ATmega328) à l'aide d'une carte Arduino UNO. Quand le logiciel termine le téléchargement de ce sketch, on va débrancher la carte UNO de l'ordinateur et faire le câblage nécessaire pour raccorder l'ATmega328 avec la carte Arduino UNO en consultant la figure dans la page suivante [15].

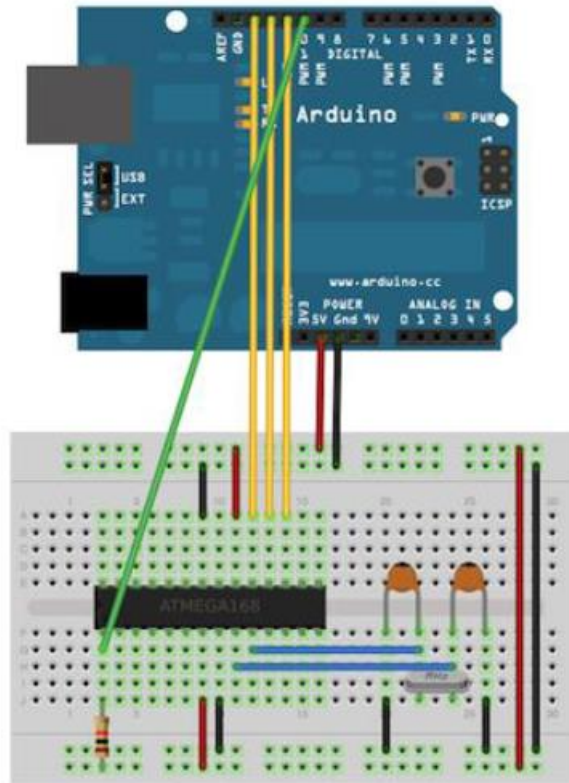


Figure II.18 : Raccordement pour Programmation ISP

Le raccordement fait juste relier l'interface SPI de l'ATmega328 de la carte UNO avec celle de l'ATmega328 qu'on souhaite programmer (les fils en jaune et vert), en fournissant une alimentation de 5V et une horloge de 16 Mhz. Maintenant on va brancher la carte UNO avec l'ordinateur, et sur l'interface graphique du logiciel Arduino, vers le menu « **Outils** », on va lancer « **Graver la séquence d'initialisation** », et le boot loader sera chargé sur le microcontrôleur. Maintenant on a un ATmega328 qu'on peut adapter dans un circuit pour obtenir une carte électronique compatible avec Arduino.

II.6.3 La réalisation du montage « PORTEUS »

Avant de passer à la réalisation pratique, nous avons utilisé un CAO: il s'agit d'ISIS-PORTEUS qui est détaillé précédemment

Ce dernier nous permet de schématiser notre carte électrique et la simuler virtuellement comme le montre la figure suivante :

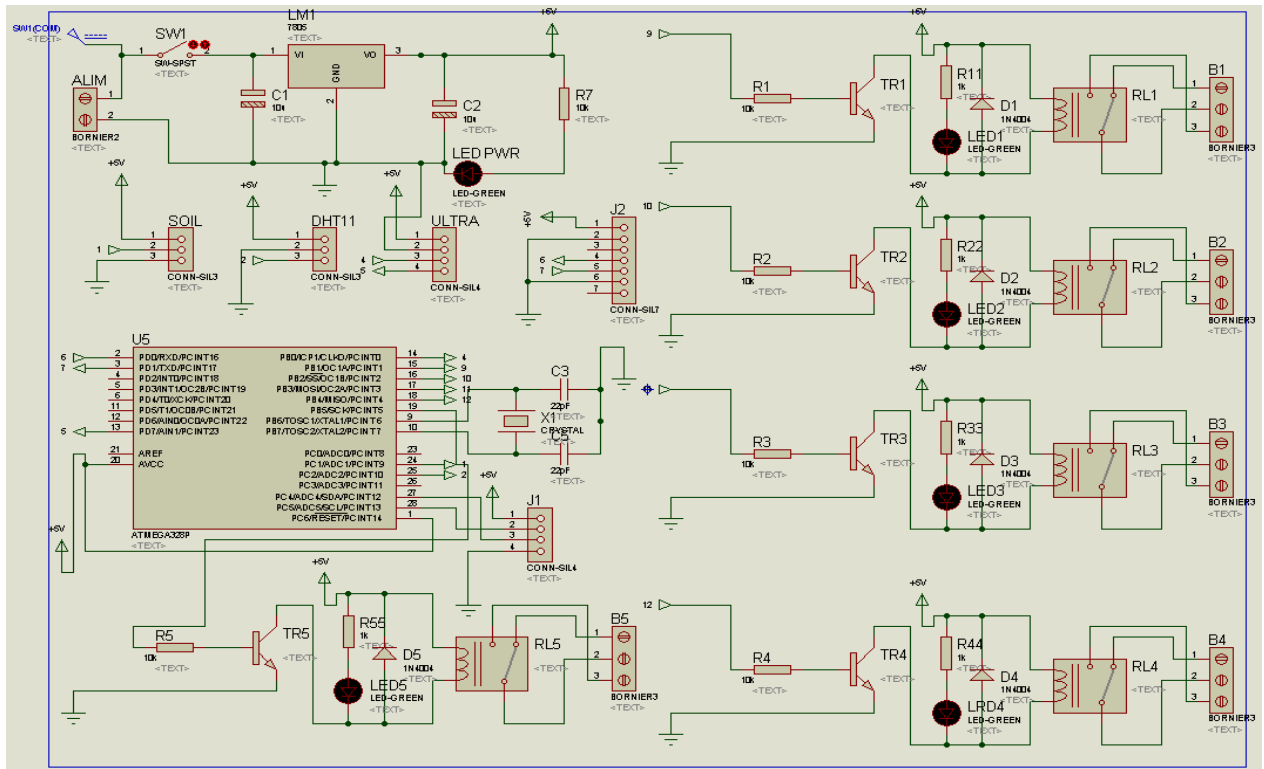


Figure II.19 : La carte réalisée sous ISIS-ORTEUS

Ce CAO a la possibilité d'emporter même des codes hexadécimaux pour les réalisations qui contiennent des composants programmables ou des cartes programmables « Arduino » comme dans notre réalisation.

Compilation terminée.

```

Users\W@hid\AppData\Local\Temp\arduino_build_401247\nouveau_programme_finale_PFE.ino.elf" "C:
"C:\Users\W@hid\AppData\Local\Temp\arduino_build_401247\nouveau_programme_finale_PFE.ino.hex"
    
```

Chemin du code HEX

Paramétrage de la carte Arduino sous ISIS

Edit Component

Component Reference: U5
 Component Value: ATMEGA328P
 PCB Package: SPDIL28
 Program File: \\nouveau_programme_finale_PFE.ino.hex
 CLKDIV8 (Divide clock by 8): (0) Programmed
 CKOUT (Clock output): (1) Unprogrammed
 RSTDISBL (External reset disable): (1) Unprogrammed
 WDTON (Watchdog Timer Always On): (1) Unprogrammed
 BODTRST (Select reset vector): (1) Unprogrammed
 CKSEL Fuses: (0010) Int. RC Osc. 8MHz
 Boot Loader Size: (00) 1024 words. Starts at 0x1C00
 SUT Fuses: (10)
 Advanced Properties:
 Clock Frequency: (Default)
 Other Properties:

Exclude from Simulation
 Exclude from PCB Layout
 Edit all properties as text
 Attach hierarchy module
 Hide common pins

Figure II.20 : Le chemin du fichier de code HEX de notre programme

II.6.4 Réalisation du PCB

Le typon est en effet le négatif de la partie cuivrée du circuit imprimé. Il s'agit donc de créer les liaisons entre les différents composants utilisés « résistances, condensateurs, relais, Microcontrôleur, Capteurs, transistors etc », avec des pistes en cuivre sur le circuit imprimé. De ce fait, on utilise un CAO simple à manipuler : il s'agit d'ARES PROTEUS qui est détaillé précédemment.

ARES nous permet de dessiner des schémas de haute qualité avec la possibilité de contrôler parfaitement l'apparence du dessin tout au long du processus d'édition : largeurs de lignes, styles de remplissage, couleurs et polices, etc.

Cette figure nous montre le circuit imprimé et le schéma électrique imprimés sur une feuille glacée.

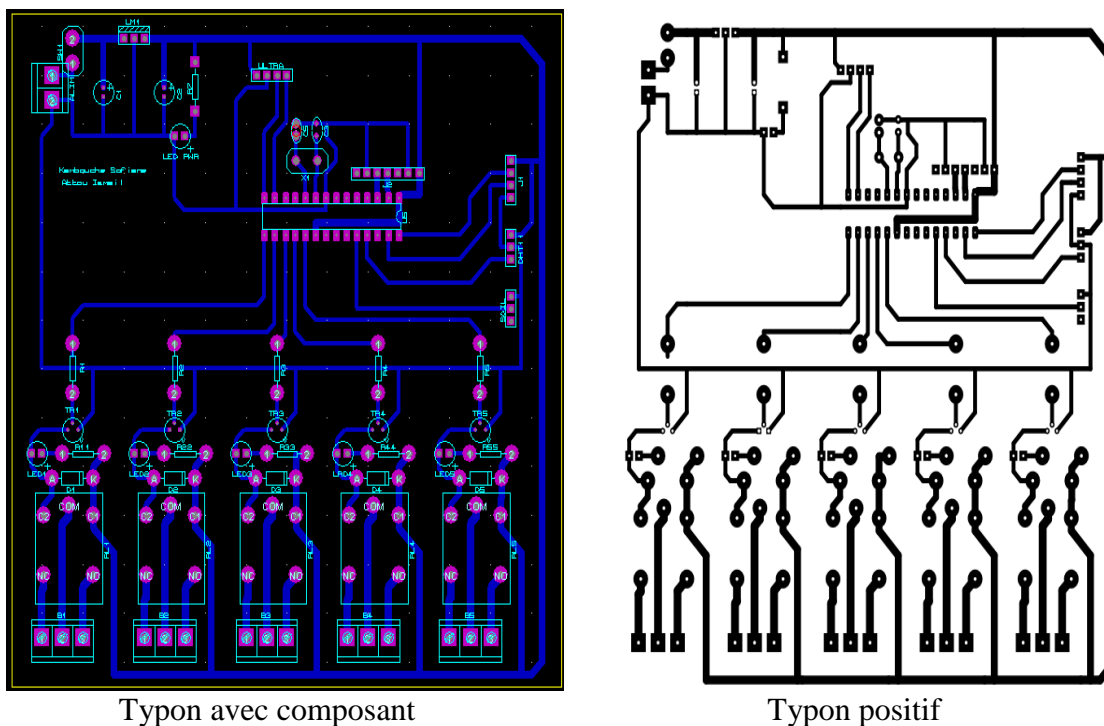


Figure II.21 : Typon et circuit imprimé

Pour réaliser une telle carte nous avons passé par plusieurs étapes :

- Découper la plaque Epoxy /cuivre aux dimensions du futur circuit imprimé 10*23.4 cm.
- Mettre le typon dans l'insoleuse en vérifiant bien son sens.
- Pour que l'insolation puisse s'effectuer, il faut retirer l'adhésif opaque qui protège la couche photosensible des rayons ultra-violets de la lumière ambiante.
- Placer la plaque pré sensibilisée dans l'insoleuse, avec le typon côté cuivre une fois l'adhésif retiré.

L'étape qui suit présente (Une gravure chimique) dans laquelle est utilisé le produit attaquant le cuivre « le perchlorure de fer ».

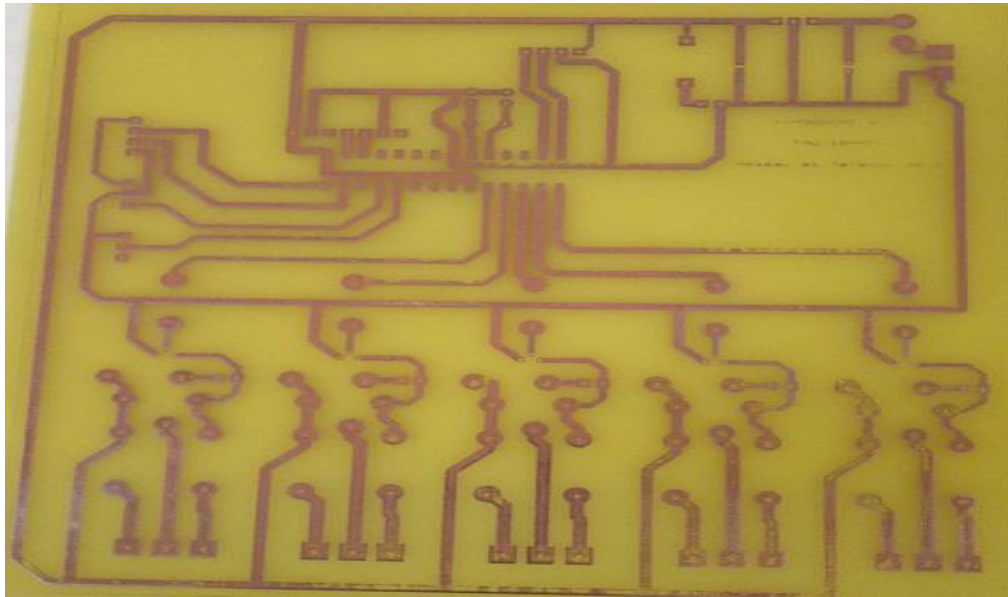


Figure II.22 : Schéma final de l'Époxy

- Enfin, nous finalisons notre réalisation par une soudure, et cela après le perforage des vias où on implante les différents composants sur leurs emplacements.
- **Les composants utilisés**
 - Un Microcontrôleur.
 - Quartz 16 Mhz.
 - 2 capacités 22 μ F.
 - 11 résistances (220 ohms, 10K ohms).
 - 2 capacités 10 μ F pour filtrage.
 - 5 transistors 2N2222.
 - 5 diodes de protection 1N4007.
 - Régulateur LM 7805.
 - 6 LEDs.
 - Interrupteur.
 - Fiche jack.
 - Une plaque d'époxy de 13.5 * 13.7 cm.

II.7. Les tests des différents étages de notre système

II.7.1 Test du capteur d'humidité du sol

Afin de s'assurer du bon fonctionnement de notre capteur d'humidité du sol (FC-28). Nous l'avons mis en place dans de la terre, ensuite nous l'avons branché avec l'afficheur LCD, et le relié avec la carte UNO, comme le montre les deux figures ci-dessus :

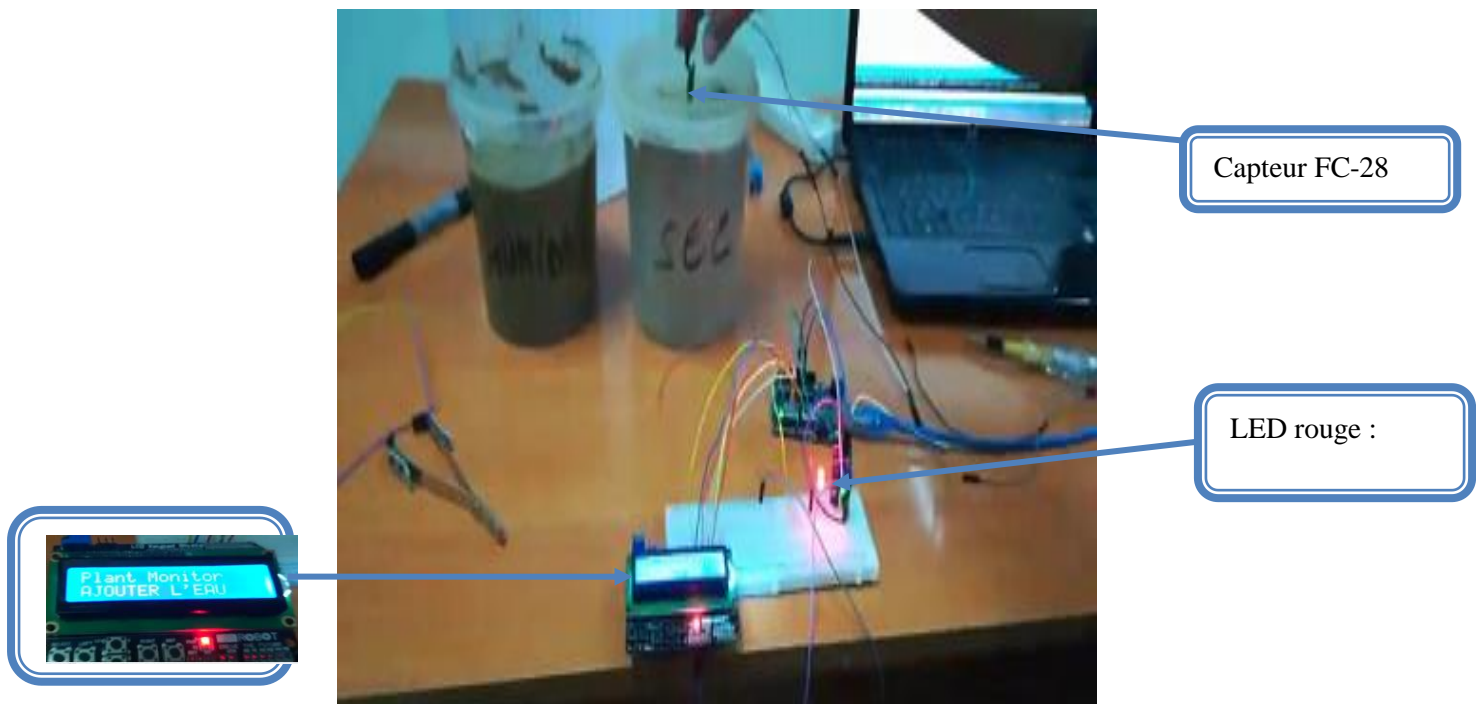


Figure II.23 : test du capteur FC-28 (terre sèche)



Figure II.24 : test du capteur FC-28 (terre humide)

II.7.2 Test du capteur de niveau d'eau

Nous avons branché le capteur ultrasons avec l'afficheur LCD, la pompe à eau et un relais pour faire le test, nous rappelons que ce montage va nous servir à détecter le niveau d'eau dans le réservoir et d'alerter notre carte Arduino en cas où le réservoir est vide.

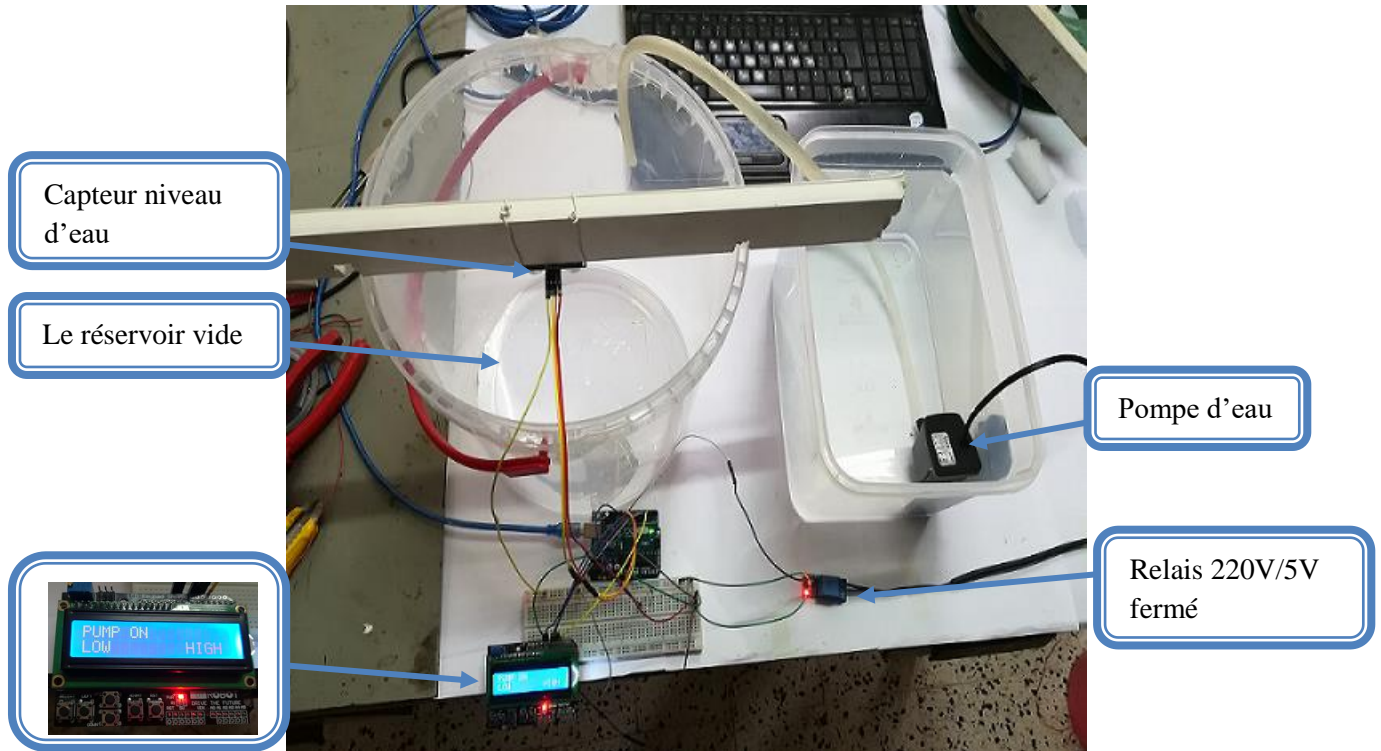


Figure II.25 : test du capteur de niveau d'eau réservoir vide

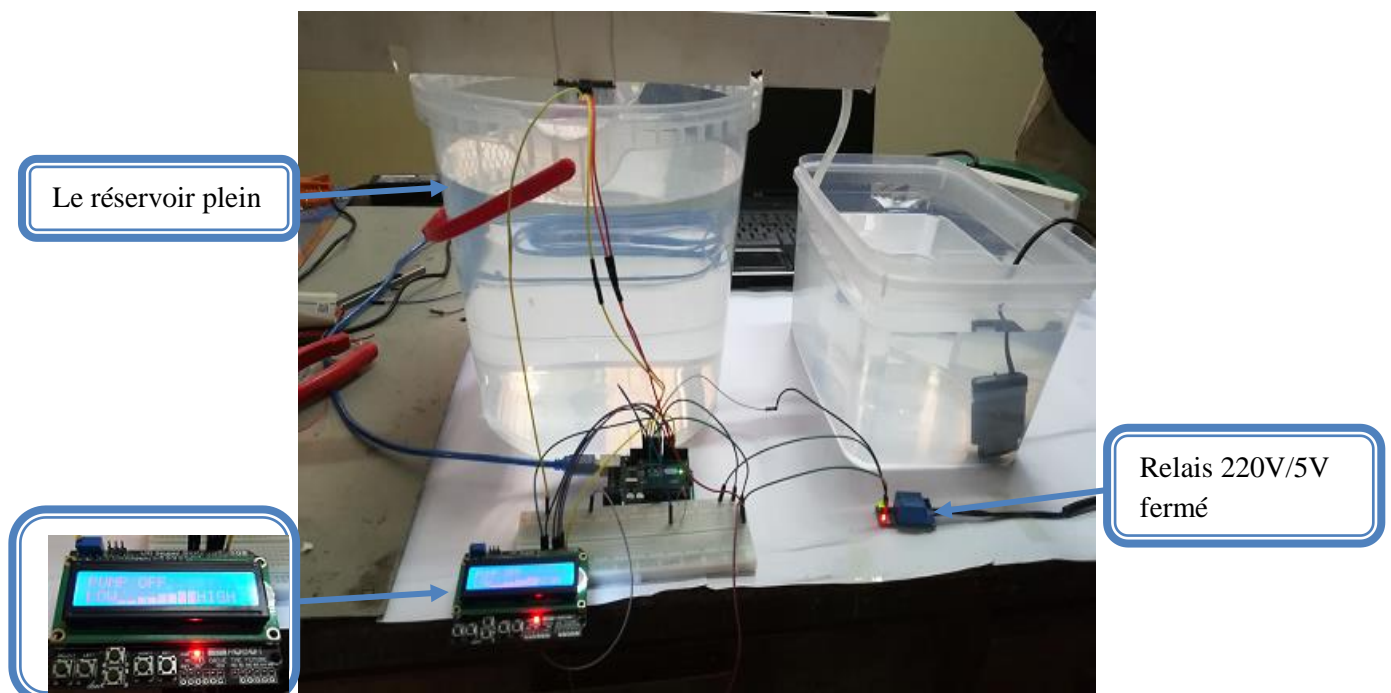


Figure II.26 : test du capteur de niveau d'eau réservoir plein

II.7.3 Mesure de température et d'humidité

Pour certains composants, comme le capteur (DHT11), nous avons besoin d'une bibliothèque (coté soft) qui contient pleins de fonctions pour nous faciliter la programmation. La bibliothèque disponible et téléchargeable sur le lien donné dans la référence [13].

Après le téléchargement et l'installation de cette dernière, nous avons effectué des tests comme le montre la figure II.2.23.

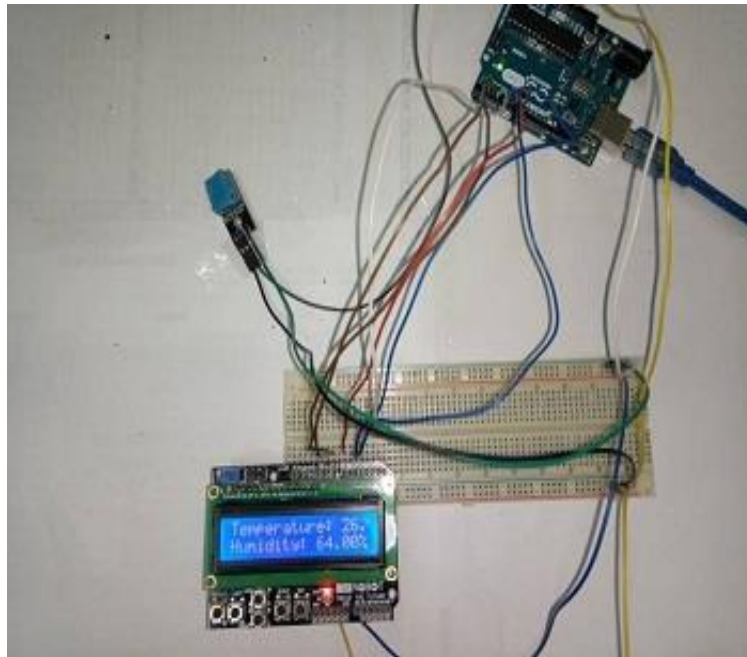


Figure II.27 : test du capteur DHT11

II.7.4 Test du Shield GSM

Comme le DHT11 le Shield GSM (SIM800L EVB) a son propre bibliothèque pour la programmation. La bibliothèque disponible et téléchargeable sur le lien donné dans la référence [14].

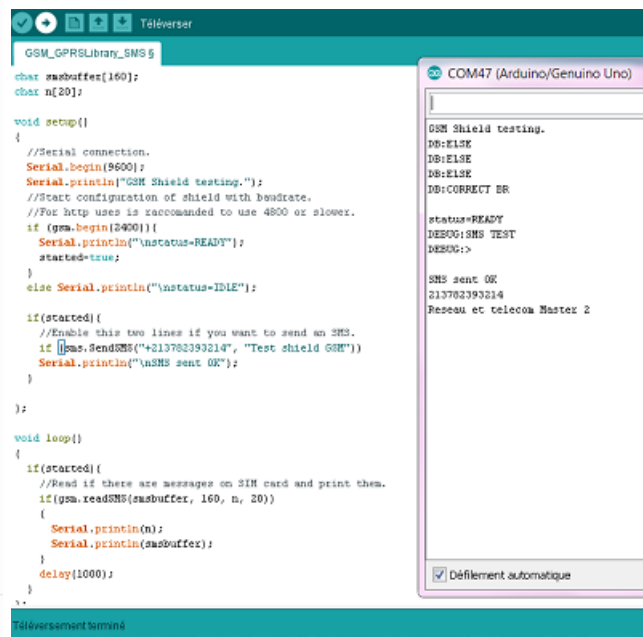
Pour que le SIM800L fonctionne, il faut un ampérage de 2A. La figure (II.24) montre les tests que nous avons réalisés.



Le montage



Message envoyé par l'Arduino



Message reçu par l'Arduino

Figure II.28: test du Shield GSM SIM800L

II.8. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons entamé notre réalisation pratique. Pour cela nous avons essayé de raconter les procédures et les étapes que nous avons mené afin d'arrivé à notre but.

Conclusion générale

Le travail réalisé dans le cadre de ce projet concerne une nouvelle thématique sur les réseaux à internet des objets et la réalisation d'un système d'irrigation intelligent.

Le travail a été entamé par un aperçu général sur l'internet des objets (définition d'objets connectés, ses fonctionnalités et l'architecture des réseaux de communication en fonction d'objets connectés qui se répartit au Réseau longue portée et Réseaux à courte portée), puis nous avons détaillé ses différents domaines d'applications et ses grands acteurs.

La deuxième partie du travail a été consacrée à notre proposition consiste la conception puis la réalisation d'un système de surveillance de paramètres bioclimatiques de l'agriculture et déterminer leur actionneur, afin de commander l'irrigation.

Notre système est basé sur la communication filaire entre ARDUINO et les capteurs. De plus d'une communication sans fil (GSM) avec téléphone mobile qui permet de visualiser les résultats et contrôler certains paramètres sans avoir à se déplacer.

Le système Arduino est un outil pour fabriquer des dispositifs qui peuvent capter et contrôler davantage de choses du monde matériel que votre ordinateur. C'est une plateforme open-source d'électronique programmée qui est basée sur une simple carte à microcontrôleur (de la famille AVR), et un logiciel véritable environnement de développement intégré, pour écrire, compiler et transférer le programme vers la carte à microcontrôleur. la programmation du microcontrôleur AVR exige une connaissance en langage « C » comme soft et la maîtrise des outils « IDE », afin d'arriver à l'objectif souhaité.

- **Problèmes rencontrés**

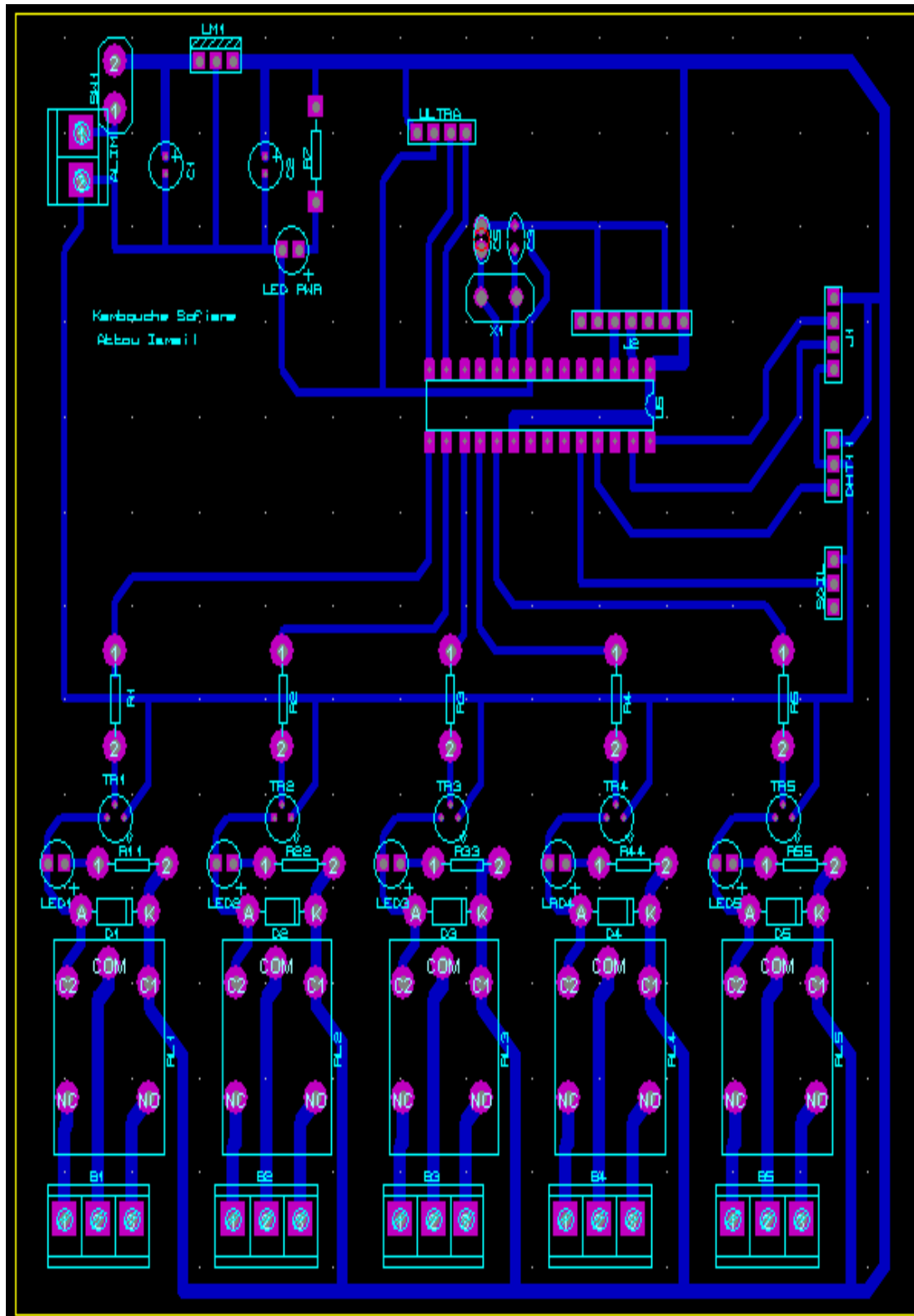
Une telle réalisation n'est pas dénuée de difficultés. Il est à noter que nous nous sommes confrontés à plusieurs problèmes comme l'achat des équipements et outils, vu la non disponibilité de quelques composants et aussi dans la partie réalisation de la carte.

Cependant, nous pouvons dire que malgré ces difficultés, les résultats obtenus à travers cette étude qu'ils soient pratiques ou théoriques, permettent d'ouvrir la porte à d'autres études.

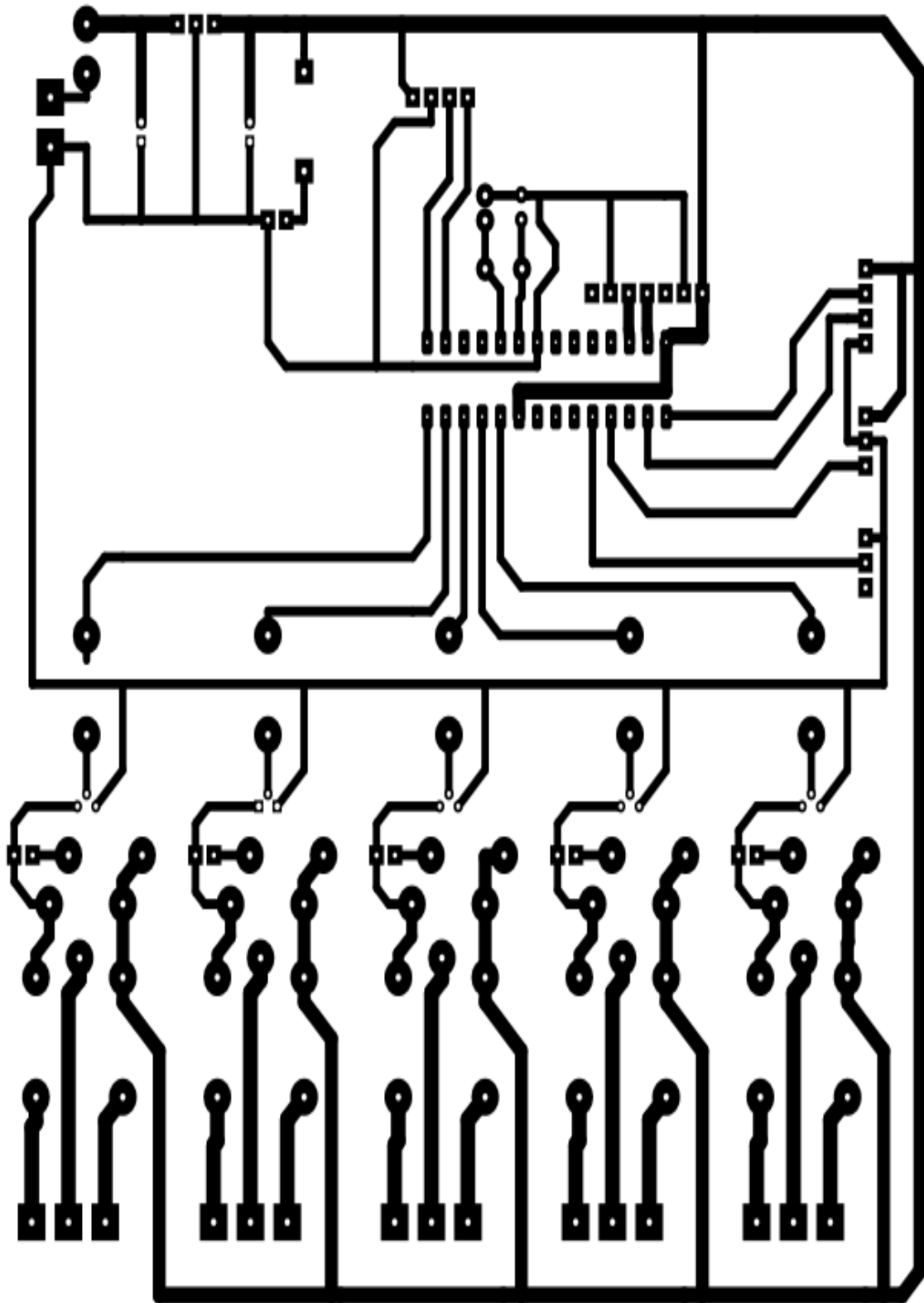
- **Perspectives du projet**

- Utiliser des panneaux photovoltaïques pour réduire la consommation électrique.
- Utiliser les protocoles sans fil comme (XBEE, WIFI...etc.), pour minimiser les fils et les câbles pour la transmission l'information entre le maître et l'esclave.
- Utiliser les capteurs numériques, pour éviter les pertes l'information.
- Utilisation d'une plateforme Android pour un contrôle et une gestion mobile.

A la fin nous souhaitons vivement que ce projet puisse servir comme élément de base pour d'autres études plus approfondies pour le faire intégrer sous des systèmes plus complexes.




Typon avec l'emplacement des composants





Typon de la carte réalisée


Bibliographie


➤ Documents PDF :


 [1] Yacine Challal : " Sécurité de l'Internet des Objets : vers une approche cognitive et systémique ". Pour obtenir le diplôme d'Habilitation à Diriger des Recherches, 2012.


 [2] Hidjeb Ali: " implémentation d'un protocole d'élection d'un serveur d'authentification dans l'Internet des Objets ", Université Abderrahmane Mira de Bejaïa. Pour obtenir le diplôme de Master en Télécommunications, 2017.


 [3] KARA Nadjah : " Conception d'un réseau de communication pour une maison intelligente en utilisant la technique d'Internet des Objets.", Université Abderrahmane Mira de Bejaïa. Pour obtenir le diplôme de Master en Télécommunications, 2017.


 [4] Tizzaoui Youva: " Internet des Objets « IoT » Application : Industrie 4.0", Université Abderrahmane Mira de Bejaïa. Pour obtenir le diplôme de Master en Télécommunications, 2017.


 [5] Hocine Safia, Mouradj Keltoum : " Conception et réalisation d'un système embarqué contrôlé depuis un panneau routier intelligent commandé par une liaison RF", INTTIC. Pour obtenir le diplôme d'Ingénieur D'Etat en Télécommunications, 2016.


 [6] Achat Asalas, Laoubi Lyes: "Conception et réalisation d'une application mobile cross-Platform pour l'Internet of things.", Université Abderrahmane Mira de Bejaïa. Pour obtenir le diplôme de Master en Informatique, 2017.


 [7] Benamara Nadir Kamel, Boukhari Mohammed Khalil: " Smart Home Service Provider", INTTIC. Pour obtenir le diplôme d'Ingénieur D'Etat en Télécommunications et TIC, 2016.

 [8] Chaouche Hanane: " Réalisation d'un prototype d'un réseau de capteurs sans fil dédié à l'agriculture de précision", Université Abou Bakr Belkaid–Tlemcen. Pour obtenir le diplôme de Master en Informatique, 2015.

 [9] Khenfouci Yamina, Badaoui Amel: " Approche d'authentification dans les réseaux de capteurs pour la pédagogie", Ecole nationale Supérieure d'Informatique. Pour obtenir le diplôme d'ingénieur d'état en informatique, 2009.

 [10] Krama Abdelbasset Gougui Abdelmoumen: " Etude et réalisation d'une carte de contrôle par Arduino via le système Androïde", Université Kasdi Merbah Ouargla. Pour obtenir le diplôme de Master en Génie électrique, 2015

 [11] Amrouche Yacine, Djenadi Islam : " Conception et Réalisation d'un système d'irrigation automatique des serres agricoles", Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene. Pour obtenir le diplôme de Master en Electronique, 2016

 [12] Chaouche Riadh, Chetti Sif Eddine: " Détection et diagnostic de défauts statorique externe d'un moteur asynchrone triphasé à l'aide de la carte ARDUINO MEGA 2560", Université Kasdi Merbah Ouargla. Pour obtenir le diplôme de Master en Electronique, 2016

➤ Sites Internet :



[13] <https://github.com/adafruit/DHT-sensor-library>



[14] <https://github.com/cristiansteib/Sim800l>



[15] <https://www.arduino.cc/en/Tutorial/ArduinoToBreadboard>

```
include <LiquidCrystal.h>
#include <DHT.h>

int RS = 2;
int E = 3;
int D4 = 4;
int D5 = 5;
int D6 = 6;
int D7 = 7;

int soilsensor = A1;
int dhtsensor = A3;
int trigPin = 9;
int echoPin = 8;
int temperature;
int humidity;
long duration;
int distance;
int safetyDistance;
int relay_1 = 10;
int relay_2 = 11; // output relay
int relay_3 = 12;
int relay_4 = 13;
int relay_5 = A4;
int relay_6 = A5;

DHT dht (dhtsensor, DHT11);
LiquidCrystal lcd (RS, E, D4, D5 ,D6, D7);

void setup(){
  Serial.begin(9600);
  lcd.begin(16, 2);
  lcd.print("Reading sensor");
  dht.begin();
  pinMode(trigPin, OUTPUT);
  pinMode(echoPin, INPUT);
  pinMode(relay_1, OUTPUT);
  pinMode(relay_2, OUTPUT);
  pinMode(relay_3, OUTPUT);
  pinMode(relay_4, OUTPUT);
  pinMode(relay_5, OUTPUT);
  pinMode(relay_6, OUTPUT);

  delay(400);
}

void loop(){
  float temperature, humidity;
  humidity = dht.readHumidity();
  temperature = dht.readTemperature();
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("Temperature: ");
  lcd.print(temperature);
  lcd.print("C");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("Humidity: ");
  lcd.print(humidity);
  lcd.print("%");
}
```

```
    if (temperature < 22) {
        digitalWrite(relay_3, HIGH);
        delay(400);
    }
    else {
        digitalWrite(relay_3, LOW);
        delay(400);
    }
    if (temperature >35) {
        digitalWrite(relay_4, HIGH);
        delay(100);
    }
    else {
        digitalWrite(relay_4, LOW);
        delay(400);
    }
    if (humidity < 50)
    {
        digitalWrite(relay_5, HIGH);
        delay(100);
    }
    else {
        digitalWrite(relay_5, LOW);
        delay(400);
    }
    if (humidity > 60) {
        digitalWrite(relay_6, HIGH);
        delay(100);
    }
    else {
        digitalWrite(relay_6, LOW);
        delay(400);
    }
}
```

Une partie du notre code de programmation

Matériels	quantité	Coût DA	Total
Arduino UNO	01	4000	4000
Shield GSM	01	3800	3800
Afficheur LCD	01	2600	2600
Capteur Humidité du Sol	01	800	800
Capteur Ultrason	01	600	600
Capteur DHT11	01	400	400
Relais	05	250	1250
Microcontrôleur AVR	01	700	700
			14150


Le prix total des composants de notre projet


Glossaries


2G/3G/4G	2/3/4/génération
A	
ADC	Analog to Digital Converter.
C	
CoAP	Constrained Application Protocol
CAO	Construction Assistée par Ordinateur
D	
DC	Direct current
G	
GND	ground
GSM	Global System for Mobile
GPS	Global Positioning System
H	
HTTP	HyperText Transfer Protocol.
I	
IDE	Integrated Development Environment.
IOT	Internet of Things
IC	Inter-Integrated Circuit.
L	
LCD	Liquid Crystal Display.
LED	light-emitting diode
M	
MQTT	Message Queue Telemetry Transport
N	
NTC	Négative Température Coefficient
P	
PCB	Printed circuit board
PWR	POWER
R	
RCSF	Réseaux de Capteurs Sans Fils
RF	Radio frequency.
RFID	Radio Frequency IDentification
RTD	Résistance Température Detectors
S	
SDN	Software Defined Networking
SMS	Short Message Service
SIM	Subscriber Identity Module
SPI	Serial Peripheral Interface.
T	
TCP/IP	Transmission Control Protocol/Internet Protocol.
U	
USB	Universal Serial Bus
W	
WiFi	Wireless Fidelity
WSN	Wireless sensor network


Bibliographie


➤ Documents PDF :


 [1] Yacine Challal : " Sécurité de l'Internet des Objets : vers une approche cognitive et systémique ".Pour obtenir le diplômé d'Habilitation à Diriger des Recherches, 2012.


 [2] Hidjeb Ali: " implémentation d'un protocole d'élection d'un serveur d'authentification dans l'Internet des Objets ", Université Abderrahmane Mira de Bejaïa. Pour obtenir le diplômé de Master en Télécommunications, 2017.


 [3] KARA Nadjah : " Conception d'un réseau de communication pour une maison intelligente en utilisant la technique d'Internet des Objets.", Université Abderrahmane Mira de Bejaïa. Pour obtenir le diplômé de Master en Télécommunications, 2017.


 [4] Tizzaoui Youva: " Internet des Objets « IoT » Application : Industrie 4.0", Université Abderrahmane Mira de Bejaïa. Pour obtenir le diplômé de Master en Télécommunications, 2017.


 [5] Hocine Safia, Mouradj Keltoum : " Conception et réalisation d'un système embarqué contrôlé depuis un panneau routier intelligent commandé par une liaison RF", INTTIC. Pour obtenir le diplôme d'Ingénieur D'Etat en Télécommunications, 2016.

 [6] Achat Asalas, Laoubi Lyes: "Conception et réalisation d'une application mobile cross-Platform pour l'Internet of things.", Université Abderrahmane Mira de Bejaïa. Pour obtenir le diplômé de Master en Informatique, 2017.


 [7] Benamara Nadir Kamel, Boukhari Mohammed Khalil:" Smart Home Service Provider", INTTIC. Pour obtenir le diplôme d'Ingénieur D'Etat en Télécommunications et TIC, 2016.


 [8] Chaouche Hanane:" Réalisation d'un prototype d'un réseau de capteurs sans fil dédié à l'agriculture de précision", Université Abou Bakr Belkaid–Tlemcen. Pour obtenir le diplôme de Master en Informatique, 2015.

 [9] Khenfouci Yamina, Badaoui Amel:" Approche d'authentification dans les réseaux de capteurs pour la pédagogie", Ecole nationale Supérieure d'Informatique. Pour obtenir le diplôme d'ingénieur d'état en informatique, 2009.

 [10] Krama Abdelbasset Gougui Abdelmoumen:" Etude et réalisation d'une carte de contrôle par Arduino via le système Androïde", Université Kasdi Merbah Ouargla. Pour obtenir le diplôme de Master en Génie électrique, 2015

Bibliographie

 [11] Amrouche Yacine, Djenadi Islam : " Conception et Réalisation d'un système d'irrigation automatique des serres agricoles", Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene. Pour obtenir le diplôme de Master en Electronique, 2016

 [12] Chaouche Riadh, Chetti Sif Eddine: " Détection et diagnostic de défauts statorique externe d'un moteur asynchrone triphasé à l'aide de la carte ARDUINO MEGA 2560", Université Kasdi Merbah Ouargla. Pour obtenir le diplôme de Master en Electronique, 2016

➤ Sites Internet :

 [13] <https://github.com/adafruit/DHT-sensor-library>

 [14] <https://github.com/cristiansteib/Sim800l>

 [15] <https://www.arduino.cc/en/Tutorial/ArduinoToBreadboard>
