

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

UNIVERSITE BADJI MOKHTAR - ANNABA
BADJI MOKHTAR – ANNABA UNIVERSITY



جامعة باجي مختار – عنابة

Faculté : Sciences de L'ingénierat
Département : Electronique
Domaine : Sciences et Techniques
Filière : Automatique
Spécialité : Automatique et informatique industrielle

Mémoire

Présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Thème:

Smart agriculture Monitoring Using Internet of Things

Présenté par : *KHALDI OUADJIH*

Encadrant : *Ait-IZEM Tarek*

Grade : *MCB*

UBM ANNABA

Jury de Soutenance :

| | | | |
|-------------------|------------|-------------------|------------------|
| F.FEZZARI | Pr | UBM ANNABA | Président |
| T.AIT-IZEM | MCB | UBM ANNABA | Encadrant |
| H.ATTOUI | MAA | UBM ANNABA | Examineur |

Année Universitaire : 2020/2021

Remerciements

Je tiens à remercier, dans un premier temps, ALLAH, qui nous aide et nous donne la patience et le courage durant ces longues années d'étude.

Je veux offrir tout merci et appréciation à mon encadreur, Dr : Ait-izem Tarek pour son aide et ses conseils tout au long de l'achèvement du projet.

Je remercie toute ma famille, de m'avoir soutenu et encouragé pendant toutes ma carrière d'étude.

Ma profonde gratitude aux membres de jury qui m'honorent par leur évaluation de ce mémoire de fin d'études.

Mes remerciements les plus chaleureux vont à mes chers parents pour leurs encouragements, leur patience et leur grand soutien durant toutes ces années d'études.

Enfin, je remercie mes amis **FARAH NADJMEDINE** et **CHAIBRASSOU MAHDI** Pour leur participation à la réalisation de ce projet.

RESUME

Dans ce mémoire nous présentons un projet qui comprend diverses fonctionnalités orientées vers l'agriculture intelligente, tel que la surveillance, la détection d'humidité du sol et des installations d'irrigation appropriées. Ce travail est effectué à l'aide d'un microcontrôleur (Arduino) relié à un module GSM qui permettra d'envoyer toutes les informations par les différents capteurs, concernant l'environnement de notre plante, vers la plateforme ThingSpeak.

ملخص

في هذه الأطروحة نقدم مشروعًا يتضمن ميزات مختلفة موجهة نحو الزراعة الذكية، مثل المراقبة وكشف رطوبة التربة ومرافق الري المناسبة. يتم ذلك عن طريق بطاقة اردينو مع بعض المستشعرات و بطاقة جوال ، ثينغ سبيك هو الموقع الذي يوفر مساحة مجانية لانترنت الأشياء حيث يمكن ألي شخص الإطلاع على هذه المعلومات.

Liste des figures

Figure 1 : carte arduino Uno

Figure 2 : module GSM 800L

Figure 3 : liaison entre le panneau solaire, la batterie et l'arduino

Figure 4 : régulateur de tension

Figure 5 : capteur hygromètre avec tensiomètre numérique

Figure 5 : capteur hygromètre avec tensiomètre numérique

Figure 6 : capteur niveau d'eau

Figure 7 : Interface de la plateforme ThingSpeak

Figure 8 : câblage du capteur niveau d'eau avec carte arduino

Figure 9: résultat du capteur niveau d'eau sur le moniteur série

Figure 10 : câblage d'humidité du sol avec carte arduino

Figure 11: résultat du capteur d'humidité sur le moniteur série

Figure 12 : image réel du branchement du module GSM avec le régulateur et l'arduino

Figure 13 : insertion de la carte Sim dans le module

Figure 14 : interface de ma chaine privée crée sur thingSpeak

Figure 15 : résultats en ligne du capteur humidité du sol

Figure 16 : résultats en ligne du capteur niveau d'eau

Figure 17 : interface d'affichage de nos données en ligne

Figure 18 : relais de 5v

Figure 19 : pompe immergée 5v

Figure 20 : batterie de 5v

Figure 21 : montage des composants du système d'arrosage

Liste des scripts

Script 1: codage du capteur de niveau d'eau

Script 2 : codage du capteur d'humidité du sol

Script 3 : les commandes qui concerne le module GSM

Script 4 : les instructions qui concernent le lien de la chaine

Script 5: les instructions qui concerne l'APN

Script 6 : codage du système d'arrosage automatique

Sommaire

| | |
|---|----|
| Introduction générale | 1 |
| Chapitre I :généralité sur l'iot et l'agriculture intelligente | 2 |
| l'internet des objets | 3 |
| Introduction..... | 3 |
| 1. Définition de l'IoT..... | 3 |
| Les avantages de l'IoT..... | 3 |
| IOT en Agriculture | 3 |
| Importance de l' IOT en Agriculture..... | 3 |
| L'agriculture intelligente | 4 |
| Définition de l'agriculture intelligente..... | 4 |
| Agriculture de précision | 4 |
| Serres Intelligentes | 5 |
| Les avantages de l'agriculture intelligente..... | 5 |
| Conclusion | 5 |
| Chapitre II: Cahier des charges et choix des composants | 6 |
| Introduction..... | 7 |
| 1. Carte Arduino UNO..... | 7 |
| 2. MODULE GSM | 8 |
| 3. Panneau solaire pour carte Arduino avec chargeur de batterie : | 10 |
| 4. Régulateur de tension | 10 |
| 5. Les Différents Capteurs | 11 |
| <input type="checkbox"/> Capteur humidité du sol (ou hygromètre)..... | 11 |
| <input type="checkbox"/> Le capteur de niveau d'eau(ST045) | 12 |
| <input type="checkbox"/> Partie traitement des données..... | 13 |
| <input type="checkbox"/> ThingSpeak | 13 |
| Chapitre III: Conception et réalisation pratique | 14 |
| Introduction..... | 15 |
| Schéma bloc du système à réaliser | 15 |

| | |
|---|-----------|
| 2. principe du montage | 17 |
| Capteur niveau d'eau..... | 17 |
| Capteur humidité du sol..... | 18 |
| le Module GSM..... | 20 |
| III .3 utilisation de l'internet des objets..... | 22 |
| Acquisition data vers site web | 22 |
| 4. Réalisation complète pratique, système d'arrosage automatique..... | 26 |
| Conclusion générale..... | 30 |
| ANNEXES | 31 |
| Bibliographie Sitographie | 33 |

Introduction générale

L'agriculture était parmi les principales occupations de notre pays depuis des lustres. Mais maintenant, en raison de la migration des personnes des zones rurales vers les zones urbaines, il y a des obstacles à l'agriculture. Plusieurs solutions peuvent être utilisées pour surmonter ce problème, notamment, opter pour des techniques d'agriculture intelligente utilisant l'IoT afin de minimiser la main d'œuvre requise. [1]

Dans ce mémoire nous présentons un projet qui comprend diverses fonctionnalités orientées vers l'agriculture intelligente, tel que la surveillance, la détection d'humidité et de température, l'humidité du sol et des installations d'irrigation appropriées. Il utilise pour cela des réseaux de capteurs sans fil pour mesurer en continu les propriétés du sol et les facteurs environnementaux. Différents nœuds de capteurs sont déployés à différents endroits de la ferme. Le contrôle de ces paramètres se fait via n'importe quel appareil distant ou services Internet et les opérations sont effectuées en interfaçant des capteurs, avec une carte à microcontrôleur.

Plus précisément, le projet consiste en la réalisation d'un système de mesure en temps réel de l'ensemble des grandeurs physiques entourant l'environnement agricole. Les données sont traitées dans l'unité de traitement et de commande à base de l'Arduino UNO, afin de les transférer par un protocole TCP de transfert des données à travers un module GSM. L'affichage des résultats est assuré par des courbes sur le site web choisi s'appelle: 'ThingSpeak'

Une implémentation réelle à petite échelle est présentée, afin de valider le fonctionnement de notre système. De plus, nous ajoutons une fonctionnalité d'arrosage automatique au suivi à distance du terrain agricole.

Ce mémoire sera composé de trois chapitres :

Un premier chapitre portant sur des généralités sur l'agriculture intelligente et l'Internet des objets, un deuxième sur les composants nécessaires pour la conception de notre système, et un dernier chapitre consacré à la réalisation pratique de ce système. Nous terminerons par une conclusion et des perspectives.

Chapitre I

Généralité sur l'iot et l'agriculture intelligente

I. l'internet des objets

Introduction

L'Internet des objets (IoT) est un nouveau paradigme qui a changé la façon traditionnelle de vivre dans un style de vie de haute technologie.

Ville intelligente, maisons intelligentes, dépollution, transport intelligent, industries intelligentes sont de telles transformations dues à l'IoT.

Beaucoup d'études, de recherche et d'enquêtes cruciales ont été menées afin d'améliorer la technologie via l'IoT. Cependant, il reste encore beaucoup de défis et de problèmes qui nécessitent à traiter pour atteindre le plein potentiel de l'IoT. Ces défis et enjeux doivent être considéré à partir de divers aspects de l'IoT tels que les applications, les défis, l'activation technologies, impacts sociaux et environnementaux, etc. [2]

1. Définition de l'IoT :

L'Internet des objets (IoT) est un paradigme émergent qui permet la communication entre les appareils électroniques et les capteurs via Internet afin de faciliter notre vie. L'IoT utilise des appareils intelligents et Internet pour fournir des solutions innovantes à divers défis. [3]

2. Les avantages de l'IoT

- **Réduire les coûts** : optimisation des équipements, gestion de tournées, économie d'énergie,
- **Optimisation suivi des systèmes** : détection des pannes, des lieux d'intervention facilitée, maintenance industrielle optimisée...
- **Création de nouveaux services** : être plus proche des clients finaux, accéder en temps réel aux besoins, intervenir au moment opportun.

3. IOT en Agriculture

De nombreuses recherches et tentatives visant à appliquer la technologie d'IoT aux zones agricoles ont été menées. IOT a déjà apporté des changements révolutionnaires dans l'agriculture. Dans ce secteur, les défis sont nombreux: coût élevé des investissements, limitation des terres, manque de sensibilisation des agriculteurs à de meilleures méthodes de culture, utilisation déséquilibrée des engrais, manque de semences de qualité, faible productivité et productivité, manque de connaissances suffisantes en matière de stockage, etc. IoT aide les agriculteurs ou les industries à faire face à tous ces nombreux défis auxquels ils sont confrontés.

4. Importance de l' IOT en Agriculture

L'utilisation de l'IoT en agriculture présente beaucoup d'avantages, quelques éléments sont cités ci-dessous

- Conservation de l'eau
- Augmentation de la production
- Augmentation de la qualité de la production
- Coûts d'exploitation réduits
- Amélioration de l'élevage
- Données en temps réel et aperçu de la production
- Surveillance et contrôle à distance

II. L'agriculture intelligente

1. Définition de l'agriculture intelligente

L'agriculture intelligente est une révolution de l'agriculture classique qui implique la réorientation des systèmes agricoles afin de soutenir efficacement le développement alimentaire.

Le principal objectif de l'agriculture intelligente est d'accroître la productivité et les revenus agricoles. Elle implique l'utilisation des technologies de la communication de l'information (TIC) et en particulier de l'Internet des objets (IoT) et de l'analyse de données volumineuses (Big data) associées pour faire face à ces défis via la surveillance électronique des cultures, ainsi que pour l'environnement, le sol, la fertilisation et conditions d'irrigation.[4]

Ces données de surveillance peuvent ensuite être analysées pour identifier les cultures qui répondent le mieux aux objectifs de productivité de toute exploitation agricole dans le monde. [5]

2. Domaines de l'agriculture intelligente

a) Agriculture de précision

L'agriculture de précision est un principe de gestion des parcelles agricoles qui vise l'optimisation des rendements et des investissements, en cherchant à mieux tenir compte des variabilités des milieux et des conditions entre parcelles différentes ainsi qu'à des échelles intra-parcellaires [6].

De nombreuses organisations bénéficient de cette technologie dans le monde entier. Elle peut impliquer l'utilisation de divers types de capteurs qui remontent des informations riches de manière régulière, notamment des:

- capteurs de sol qui recueillent des données sur la teneur des sols
- capteurs d'irrigation mesurent le niveau d'eau

Les informations fournies par ces capteurs permettront de contrôler automatiquement le système d'irrigation et d'arrosage et d'alerter automatiquement les utilisateurs lorsque les conditions météorologiques ou autres événements susceptibles d'endommager les plants sensibles se produisent.

b) Serres Intelligentes

Les serres intelligentes sont des serres qui sont contrôlées et automatisées par un système intelligent. Celui-ci permet d'assurer la surveillance et le contrôle de l'environnement et le micro climat de ces serres.

3. Les avantages de l'agriculture intelligente

Un système d'agriculture intelligente permet d'assurer au moins les avantages suivants :

- ✓ Protégez les plantes contre les températures extrêmes. Le maintien d'une température intérieure contrôlée dans un environnement de serre est crucial pour éviter d'endommager ou tuer les plantes.
- ✓ Protégez les plantes contre les maladies. Garder les plantes en bonne santé et prospère requiert le meilleur environnement de croissance possible. Le système de contrôle automatique permet surveiller en temps réel tous les changements environnementaux et des statuts ou défaillances d'équipement. Il permet également de surveiller des conditions telles que les fluctuations de l'humidité, les failles de sécurité, le chauffage, le ventilateur, l'équipement et les pannes de courant.
- ✓ surveiller à distance la serre et rester au courant des conditions climatiques dans la serre.
- ✓ Le système de contrôle automatique permet un continue surveillance à distance en fournissant les moyens permettant ainsi d'agir rapidement et en temps réel. [7]

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons parlé de l'agriculture intelligente et l'internet des objets d'une manière générale en indiquant les avantages de chaqu'un d'eux ainsi que l'importance et le domaine d'utilisation.

Comme nous avons cité la liaison et la relation entre de l'une avec l'autre.

Chapitre II

Cahier des charges et choix des composants

Introduction

Pour réaliser un système d'agriculture intelligente à base de l'IoT, il nous faut tout d'abord déterminer les fonctionnalités requises par celui-ci. Dans notre travail, nous envisageons un système qui permet, entre-autres, l'acquisition des données par l'intermédiaire des capteurs numérique et analogiques, L'accès à ces données en locale et à distance, ou autrement dit, une surveillance en temps réel, et pour finir, un système d'arrosage automatique

En partant de cela, nous présenterons dans ce chapitre les différents composants et logiciels sur lesquels s'est porté notre choix.

1. Carte Arduino UNO :

La carte Arduino Uno est une carte à microcontrôleur construite autour de l'ATmega 328. Elle possède 14 broches d'entrée/sortie numériques (dont 6 peuvent servir de sorties PWM), 6 entrées analogiques, un oscillateur à quartz de 16 MHz, un connecteur USB, un jack d'alimentation, une embase ICSP, et un bouton d'initialisation (reset). La carte Uno contient tout ce qui est nécessaire au fonctionnement du microcontrôleur. Pour l'utiliser, il suffit de la relier à un ordinateur avec un câble USB, ou encore de l'alimenter à l'aide d'un bloc secteur externe ou une batterie. [8]

Cette carte comporte plusieurs entrées analogiques, des entrées et des sorties numériques. Le convertisseur analogique numérique possède 10 bits et sa tension de pleine échelle est par défaut de 5 V mais peut être réglée entre 3 et 5V. Le choix de cette carte est justifié par son faible cout, et sa simplicité d'utilisation. En effet, pour un projet de cette taille, celle-ci s'avère très suffisante, vu que notre système ne nécessite pas vraiment de calcul complexe à effectuer.

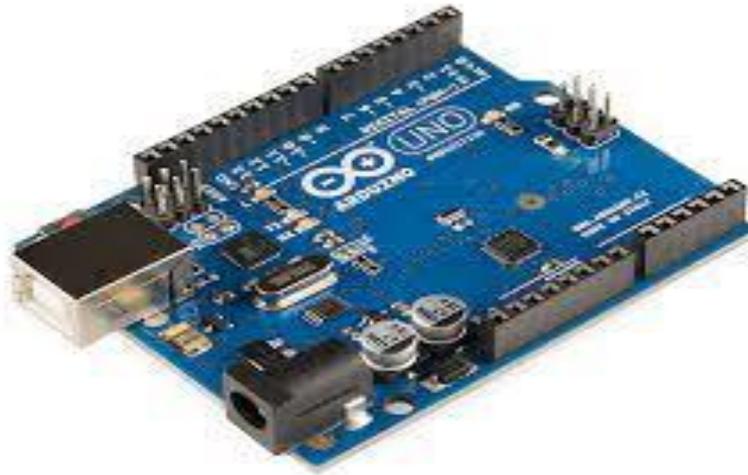


Figure 1 : carte arduino Uno

Caractéristiques techniques:

- Atmega328 Microcontrôleur
- 5-12 V entrées voltage.
- 14 Digital E/S pins.
- 6 PWM sortie.
- 6 entrées analogiques.
- 16 Mhz Clock Signal.
- 32 kb mémoire flash.

2. MODULE GSM :

Une des fonctionnalités nécessaires de notre projet est la supervision en ligne qui requiert un accès à distance aux différentes données concernant le terrain agricole. Un système basé sur l'IoT est dit connecté car il doit avoir accès à internet. On trouve généralement que ces systèmes se basent sur une connexion Wifi ou Bluetooth pour faire. Cependant, comme notre application porte sur un terrain d'agriculture, censé être dans une zone géographique éloignée de l'utilisateur, nous avons opté pour un module GSM.

Le module GSM peut accepter n'importe quelle carte SIM d'opérateur de réseau GSM et il peut agir comme un modem permettant une connexion à internet, d'où son choix pour la réalisation de notre système.

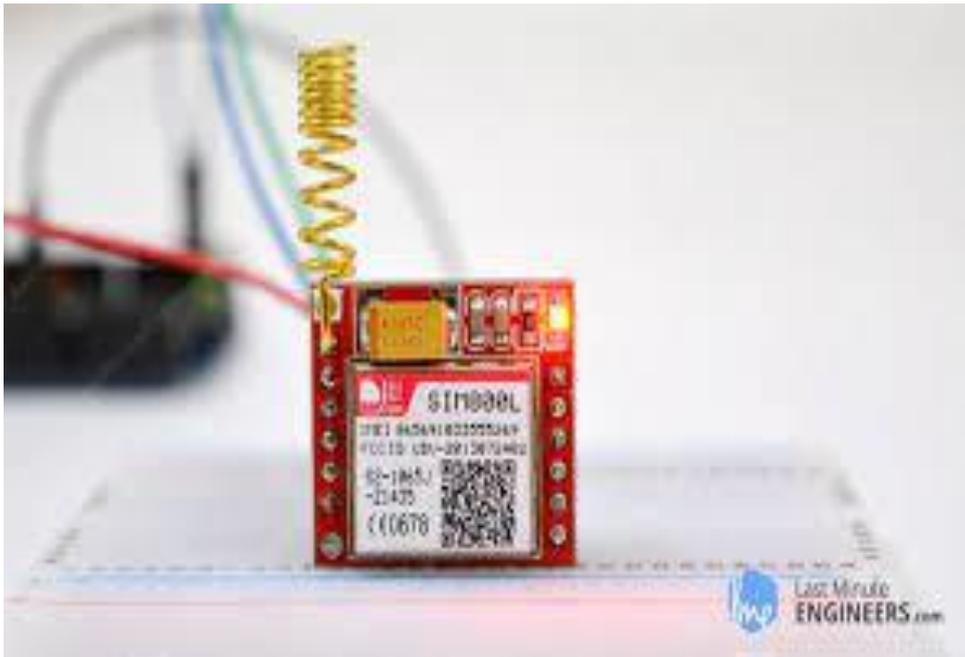


Figure 2 : module GSM 800L

Caractéristiques & avantages :

- Dimensions: 15.8*17.8*2.4mm.
- Poids: 1.35g.
- Faible consommation d'énergie.
- Il Peut être facilement connecté au micro contrôleur.
- L'accès rapide et facile à internet.

3. Panneau solaire pour carte Arduino avec chargeur de batterie :

Pour assurer une alimentation continu en électricité, et une autonomie du système, nous avons opté pour l'utilisation d'un panneau solaire et une batterie afin d'alimenter notre carte Arduino et les capteurs connectés à celle-ci. Le panneau solaire permet d'exploiter l'énergie solaire et de la convertir en énergie électrique stockée dans les batteries.

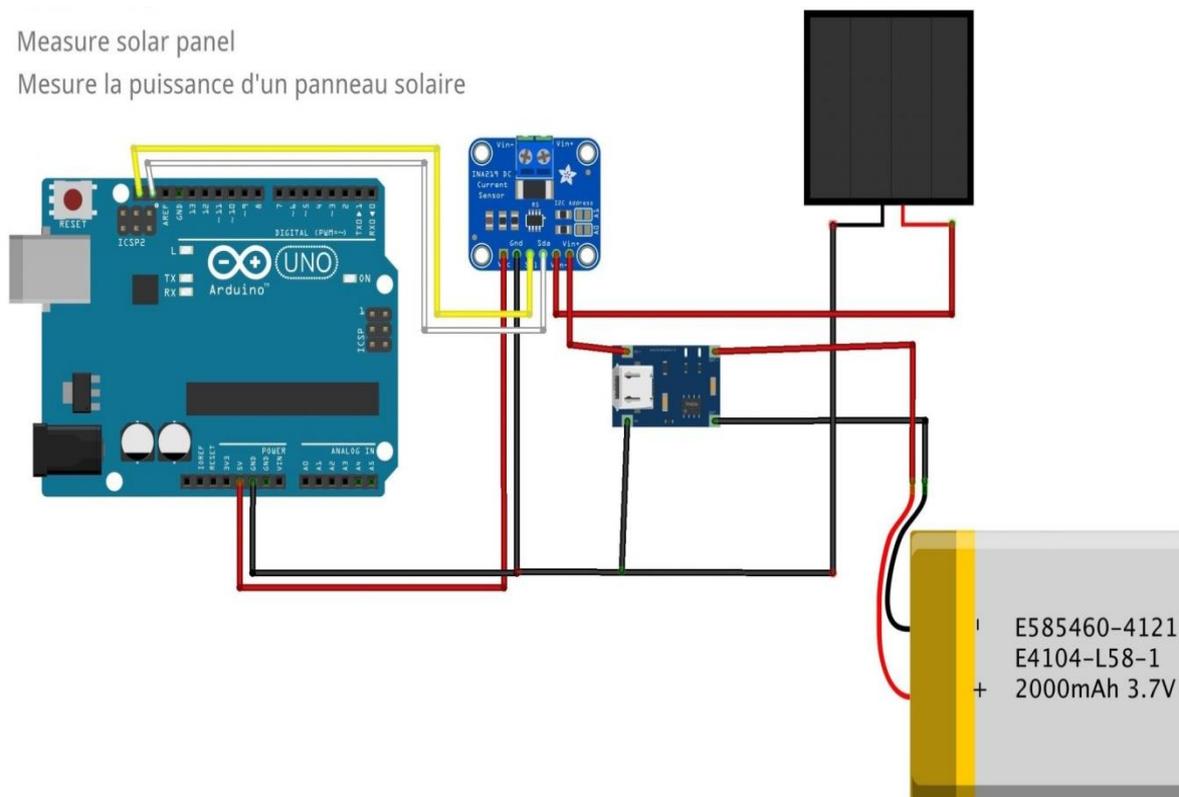


Figure 3 : liaison entre le panneau solaire, la batterie et l'arduino

Spécifications techniques :

- Un panneau solaire 3 W délivrant une tension de 5 V.
- Un module solaire compatible Arduino.
- La production à haute rendement.

4. Régulateur de tension :

Notre module GSM nécessite une alimentation entre 3,7V et 4,4V. L'alimentation 5V de l'Arduino ou bien de notre batterie ne lui convient donc pas. Pour palier à ce problème d'alimentation, on ajoute un régulateur de tension entre le module et la batterie.



Figure 4 : régulateur de tension

Caractéristiques :

- Voltage d'entrée : 3,8 à 32 V.
- Voltage de sortie : 1,3 à 35 V.

5. Les Différents Capteurs :

- **Capteur humidité du sol (ou hygromètre) :**

Ceci est un capteur d'humidité simple qui peut être utilisé pour détecter lorsqu'un sol est en déficit d'eau (niveau haut) et vice versa (niveau bas). Le principe de fonctionnement de ce capteur est de mesurer l'humidité du sol à partir des changements de conductivité électrique à travers une sonde qui se plante verticalement dans la terre, et puis une résistance électrique sera mesurée entre les électrodes de la sonde. [9]

On a précisément choisi ce type de capteur puisqu'on n'a pas une grande profondeur du sol et il ne nécessite pas une grande tension électrique, vu la petite taille de notre projet.

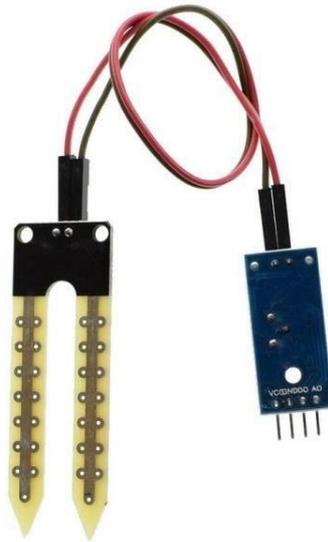


Figure 5 : capteur hygromètre avec tensiomètre numérique

Caractéristiques :

- VCC: 3 V-5V
- GND: GND
- DO: digital output interface (0 ou 1)
- AO: Analogue Output

- **Le capteur de niveau d'eau(ST045) :**

ST045 Est un capteur d'eau analogique , ce capteur travaille sur le principe de mesure de la taille des traces de gouttelettes d'eau à travers la ligne avec une série de fils parallèles exposés à la quantité d'eau pour simuler la deuxième plasticité basée sur les valeurs analogiques de sortie du capteur troisième puissance faible consommation haute sensibilité directement connecté à un microprocesseur ou à d'autres circuits logiques . [10]

Ce type de capteur est généralement utilisé pour la détection de pluie grâce à sa forme extra plate, par contre dans notre cas il est utilisé pour mesurer le volume d'eau de notre réservoir en raison de sa petite taille.

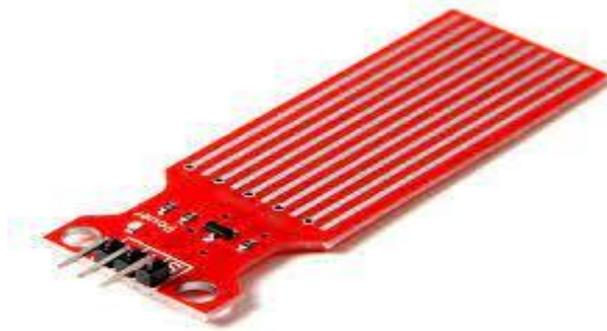


Figure 6 : capteur niveau d'eau

Caractéristiques :

- VCC: 3 V-5V
- GND: GND
- DO: digital output interface (0 ou 1)
- AO: Analogue Output

➤ Partie traitement des données :

- **ThingSpeak :**

ThingSpeak est une plateforme qui représente un très bon outil pour les projets basés sur l'IoT (internet of things), nous pouvons surveiller nos données et contrôler notre système sur Internet, en utilisant des canaux et des pages Web fournis par ThingSpeak.

Les données seront automatiquement converties en représentation graphique à l'aide de la prise en charge du matlab.

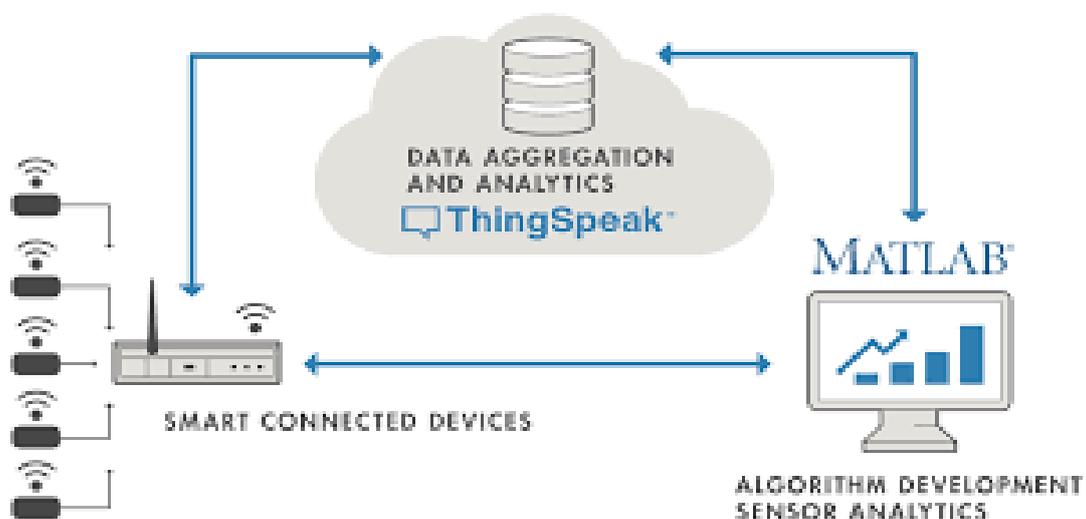


Figure 7 : Interface de la plateforme ThingSpeak

Chapitre III

Conception et réalisation pratique

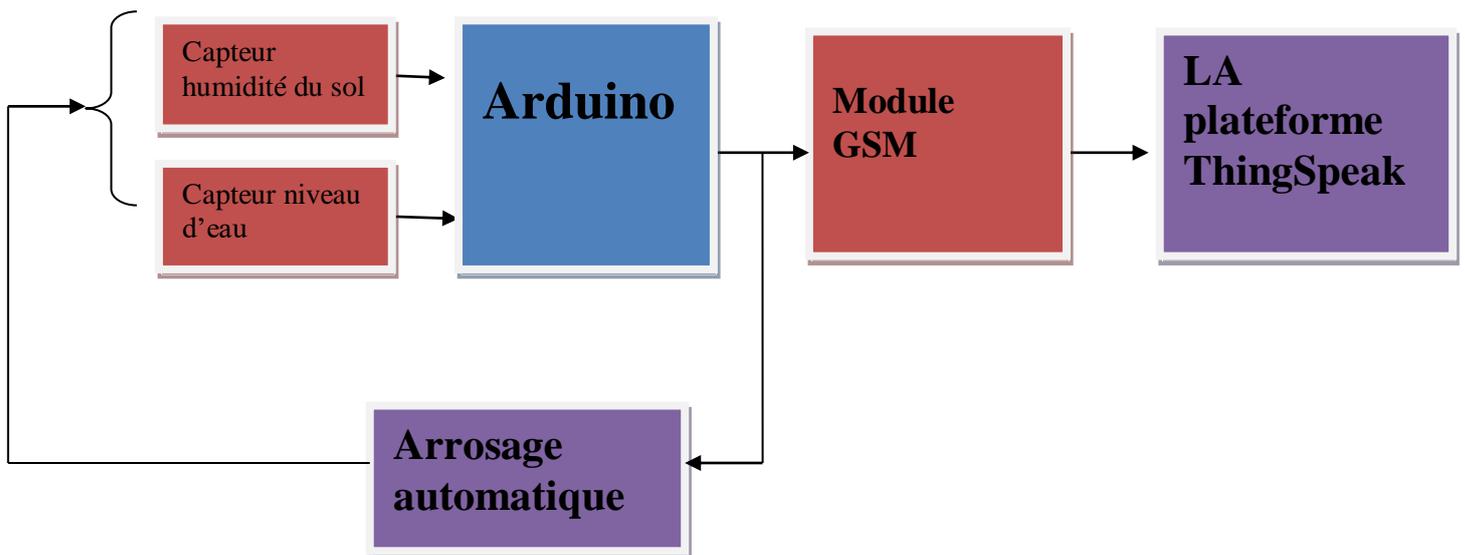
Introduction

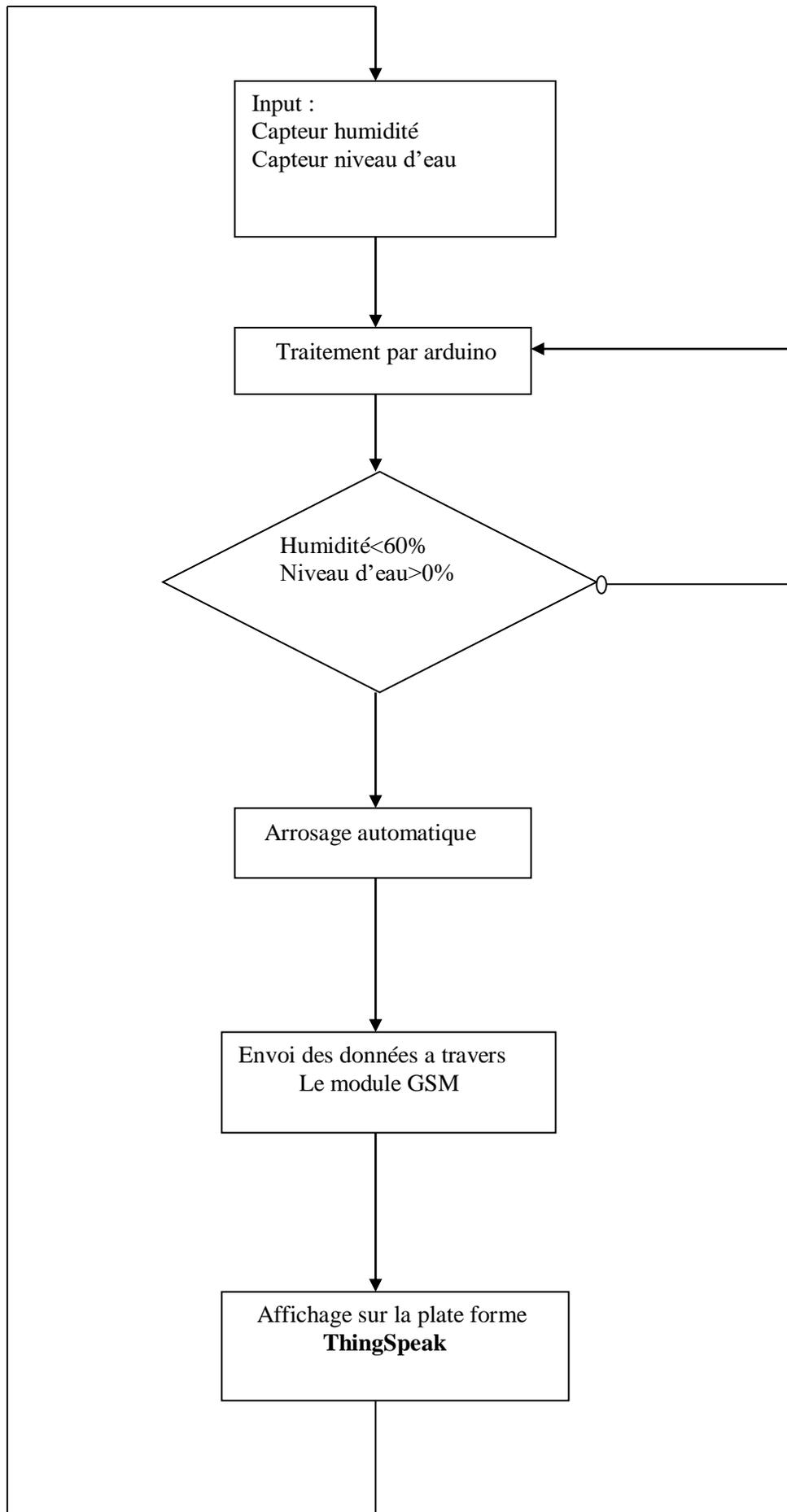
Après avoir énuméré les éléments nécessaires et les différents composants de notre système. Nous passerons à l'étape de conception et réalisation pratique de notre projet.

Tout d'abord on va commencer par un schéma bloc qui va résumer notre travail, puis on passe vers le fonctionnement et le branchement détaillé de nos composants avec la carte arduino, tout en expliquant la programmation de chacun, ensuite nous allons utiliser l'IoT, par le biais de ThingSpeak pour suivre en ligne le système grâce aux données reçu par les capteurs. Nous finissons notre travail par l'installation du système d'arrosage automatique.

1. Schéma bloc du système à réaliser

Ce système est divisé en quatre parties, la première partie c'est les capteurs qui prennent les mesures, la deuxième partie l'unité de traitement des données (Arduino UNO), la troisième partie c'est l'unité de transmission des données (Module GSM), et la dernière c'est le support d'affichage en ligne (thingspeak).





2. principe du montage

- Capteur niveau d'eau

Le montage de ce capteur consiste à relier l'alimentation (5v et GND) à l'arduino, ainsi qu'une lecture analogique à partir de ce dernier, le câblage sera effectué comme suite :

- 5V (arduino) avec pin + (capteur)
- GND (arduino) avec pin- (capteur)
- Analogue 1 (arduino) avec pin S (capteur)

La figure ci-dessous représente le montage détaillé :

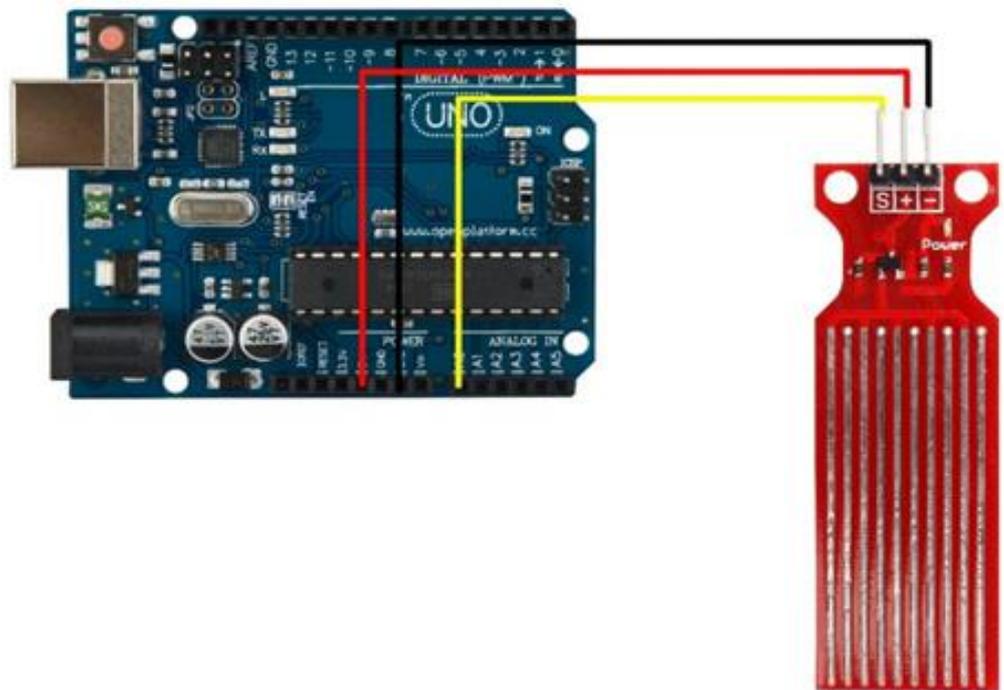


Figure 8 : câblage du capteur niveau d'eau avec carte arduino

Après le montage du capteur, il sera possible de lire la valeur du capteur sur une entrée analogique (A0) de l'Arduino à l'aide de la fonction `analogRead()`. Ceci correspond au programme ci-dessous avec le rôle de chaque instruction

Un affichage en pourcentage sera assuré à l'aide de l'instruction suivante :

Map(la valeur analogique, 0, 1023, 0, 100)

```

int capteur =0;// Le capteur est sur la pin A0
int val =0;// Variable de stockage de la valeur lue
int volume=0;
void setup () {
  Serial.begin (9600);// Démarrage de la liaison série
}
void loop () {

val = analogRead (capteur);// Lecture de la valeur du capteur
volume=map(val,0,1023,0,100);

  Serial.println ("niveau d'eau en % :");// Affichage de la valeur
  Serial.println(volume);

  delay (1000);// Attendre 1s avant la prochaine lecture

}

```

Script 1: codage du capteur de niveau d'eau

Une fois le code implémenté il ne nous reste plus qu'à suivre les résultats en trempant le capteur dans un verre d'eau, nous pouvons voir la valeur du capteur évoluer sur le moniteur série à l'aide de arduino IDE. Ensuite nous pouvons calibrer notre capteur en fonction de la quantité d'eau que nous souhaitons détecter (capacité du réservoir).

```

niveau d'eau en % :
98
niveau d'eau en % :
98
niveau d'eau en % :
97

```

Figure 9: résultat du capteur sur le moniteur série

- **Capteur humidité du sol**

Ce capteur d'humidité comprend une sonde hygrométrique ainsi qu'un petit module pour relier notre sonde à la carte arduino. Dans le module on a quatre broches, deux pour la sortie analogique et numérique et les deux autres pour l'alimentation du capteur (Vcc et GND).

Le câblage sera donc comme suit :

- la masse GND reliée à la masse de l'Arduino
- l'alimentation VCC reliée au 5V de l'Arduino
- La sortie analogique A0, reliée à une broche analogique A0 de

La figure 10 montre le montage détaillé :

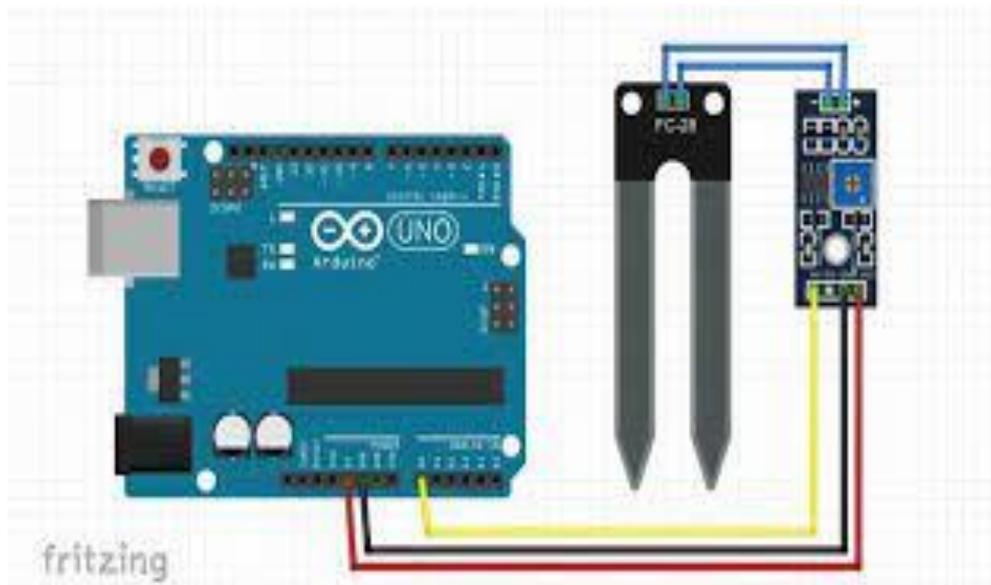


Figure 10 : câblage d'humidité du sol avec carte arduino

Après le câblage du capteur. Nous pouvons lire la valeur du capteur sur une entrée analogique (*AI*) de l'Arduino à l'aide de la fonction `analogRead ()`. Ce qui correspond au programme ci-dessous avec le rôle de chaque instruction

Un affichage en pourcentage sera assuré à l'aide de l'instruction suivante :

Map(la valeur analogique, 0, 1023, 0, 100)

```

void setup() {
  // initialize serial communication at 9600 bits per second:
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  // read the input on analog pin 0:
  int sensorValue = analogRead(A1);
  int taux=map(sensorValue,0,1023,100,0);

  // print out the value you read:
  Serial.println("humidité du sol en % :");
  Serial.println(taux);

  delay(1000);
}

```

Script 2 : codage du capteur d'humidité du sol

Après l'insertion du code on peut donc suivre la variation de nos données en fonction de l'humidité du sol en se plantant notre sonde verticalement dans le sol, la figure (11) montre notre résultat du capteur sur le moniteur série de l'arduino

```

humidité du sol en % :
59
humidité du sol en % :
58
humidité du sol en % :
57
humidité du sol en % :
58
humidité du sol en % :
59
humidité du sol en % :
59
humidité du sol en % :
59

```

Figure 11: résultat du capteur d'humidité sur le moniteur série

- **le Module GSM**

Tout d'abord notre module GSM 800L comprend quatre broches le VCC, GND, RX et le TX , avant de commencer le branchement avec la carte arduino on doit passer par une étape, c'est bien l'alimentation de notre module, ce dernier

nécessite une alimentation entre (3,7 et 4,2 V), c'est-à-dire, l'alimentation de l'arduino ne lui convient pas. Pour régler ce problème on aura besoin d'un intermédiaire qui régule notre tension , dans notre cas on a utiliser un module régulateur de tension de type DSN6000 (voir la figure 4).

Le montage sera donc comme suite :

- On branche les pins VCC et GND de l'arduino vers l'entrée du régulateur et sa sortie sera lié avec le GND et VCC du module GSM.
- Et puis le RX et TX vers les ports digitaux 2 et 3 par ordre

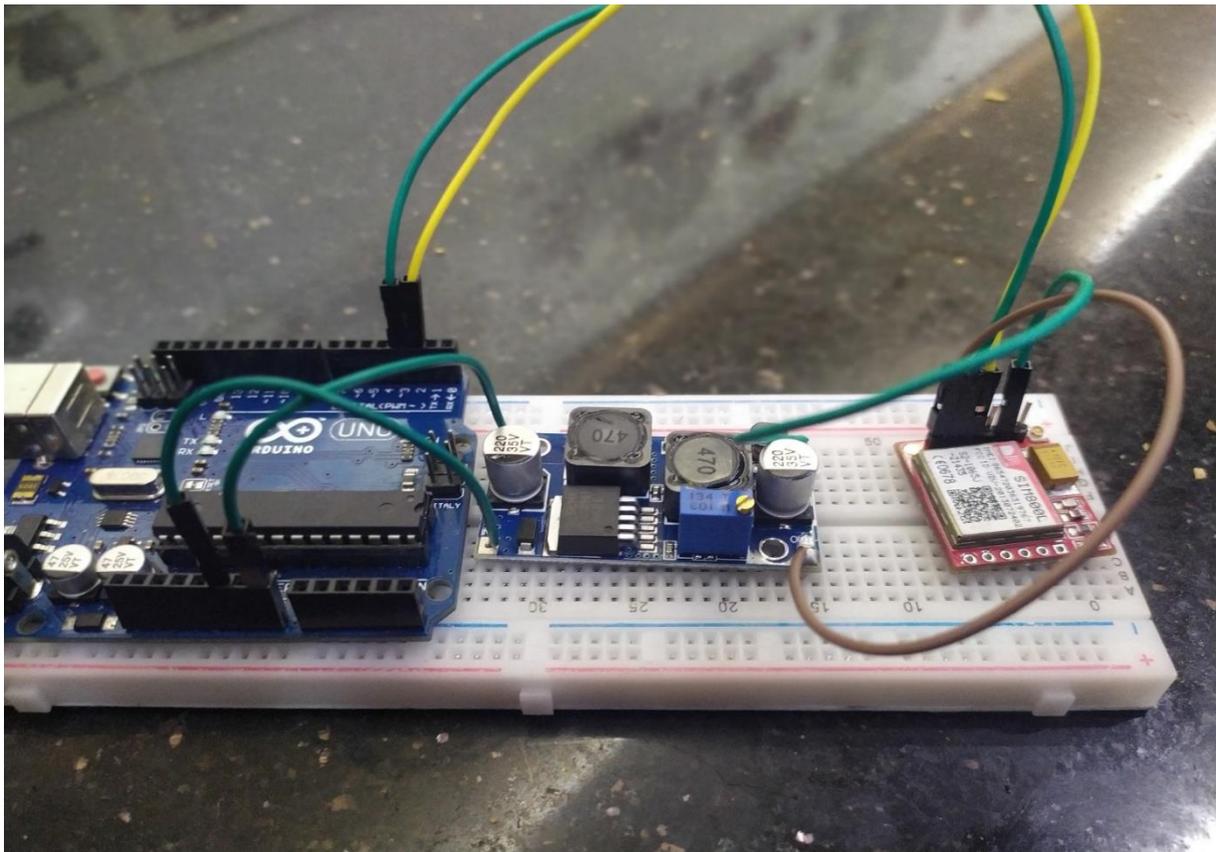


Figure 12 : image réel du branchement du module GSM avec le régulateur et l'arduino

Après le câblage on insère une carte Sim dans le compartiment prévu à cet effet sur le module, comme montré dans la figure (13).



Figure 13 : insertion de la carte Sim dans le module

III .3 utilisation de l'internet des objets

- **Acquisition data vers site web**

Après le choix de l'internet des objets pour afficher les résultats, on a choisi le site "ThingSpeak" pour afficher les résultats en ligne en temps réel. Maintenant on doit créer un projet qui permet d'envoyer les informations de nos Capteurs vers ThingSpeak, en suivant les étapes suivantes:

- s'inscrire
- créer un Channel
- créer deux "Fields" dans le Channel
- récupérer la clé de mise à jour (API Key ; Write KEY)

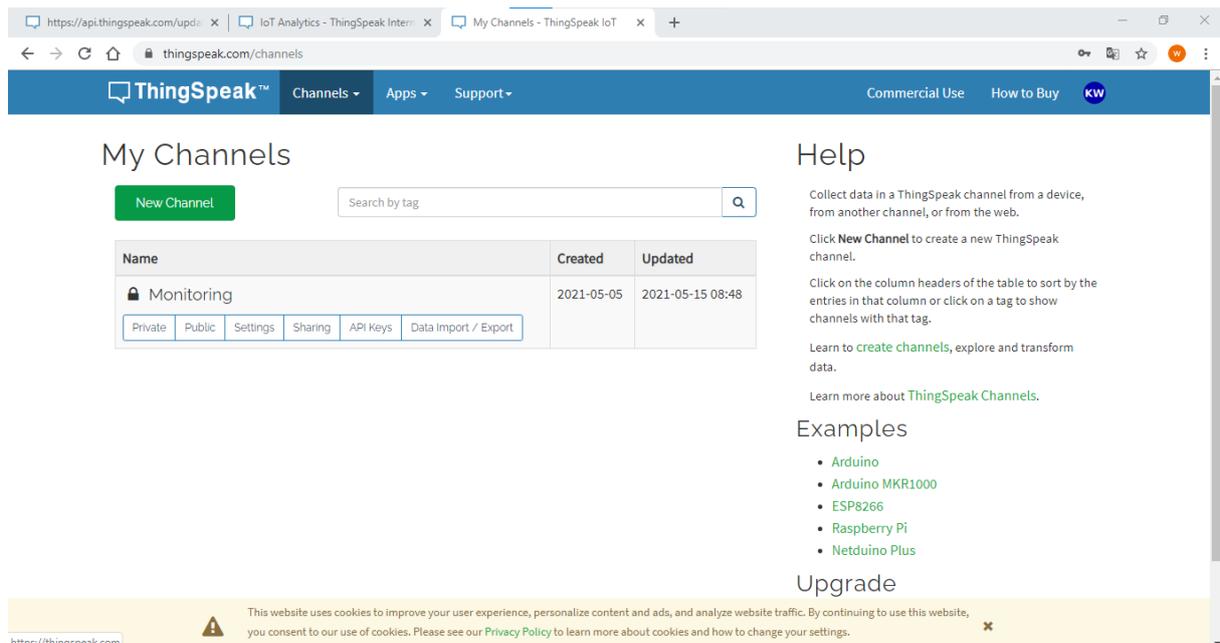


Figure 14 : interface de ma chaine privée crée sur thingSpeak

Une fois la chaine est crée nous devons insérer le programme qui nous permet d’envoyer les informations en ligne à travers notre module GSM.

Tout d’abord nous devons insérer le programme normal d’acquisition des données de nos capteur (voir la figure 9 et 10), et puis nous ajoutons des instructions et des commandes qui concernent le module GSM afin qu’il puisse transférer ces données vers le site web en utilisant les données de la carte SIM.

Chaque instruction nécessite un retard d’une seconde au minimum pour l’exécution, sinon on aura une perturbation à cause du lancement d’une instruction avant la l’autre.

```
void SetupModule () {

mySerial.println("AT"); delay(1000);
mySerial.println("AT+CPIN?"); delay(1000);
mySerial.println("AT+CREG?"); delay(1000);
mySerial.println("AT+CGATT?"); delay(1000);
mySerial.println("AT+CIPSHUT"); delay(1000);
mySerial.println("AT+CIPSTATUS");delay(1000);
mySerial.println("AT+CIPMUX=0"); delay(1000);
```

Script 3 : les commandes qui concerne le module GSM

Ensuite nous finissons notre programme par ajouter « le lien de la chaine », et le « APN » de la carte SIM Comme suite :

```

mySerial.println("AT+CIPSTART=\"TCP\", \"api.thingspeak.com\", \"80\");

delay(3000);
updateSerial();

mySerial.println("AT+CIPSEND");
delay(2000);
updateSerial();

String str="GET https://api.thingspeak.com/update?api_key=RMU2XU8J0J251GY&field1=" + String(val_humidite) + "&field2="

mySerial.println(str);
delay(5000);
updateSerial();

```

Script 4 : les instructions qui concernent le lien de la chaine

```
//setting the APN
```

```

mySerial.println("AT+CSTT=internet"); delay(1000);
mySerial.println("AT+CIICR"); delay(1000);

```

Script 5: les instructions qui concerne l'APN

Maintenant il ne nous reste plus qu'à suivre l'évolution des données en ligne :

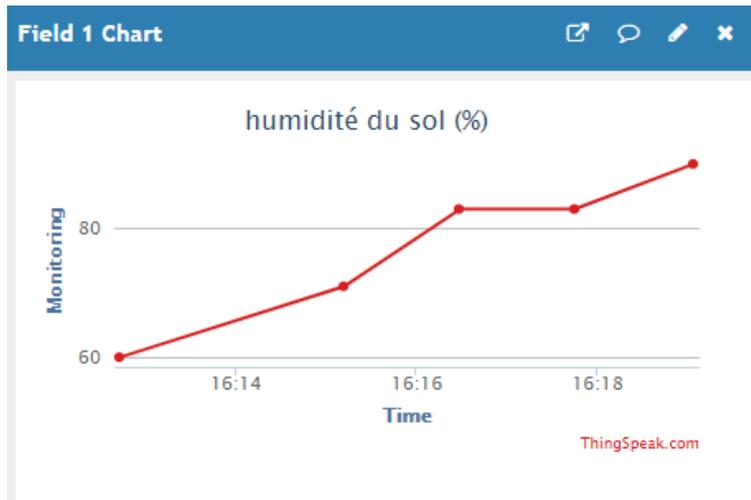


Figure 15 : résultats en ligne du capteur humidité du sol

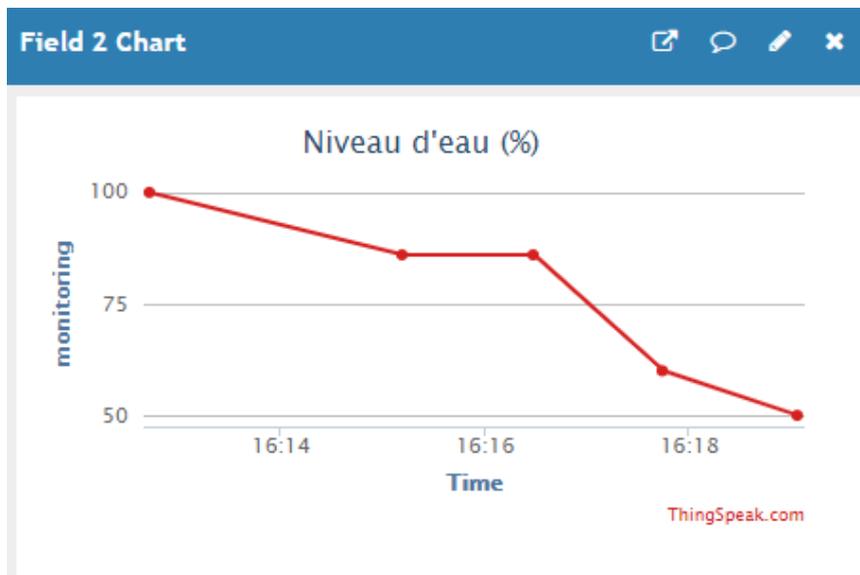


Figure 16 : résultats en ligne du capteur niveau d'eau

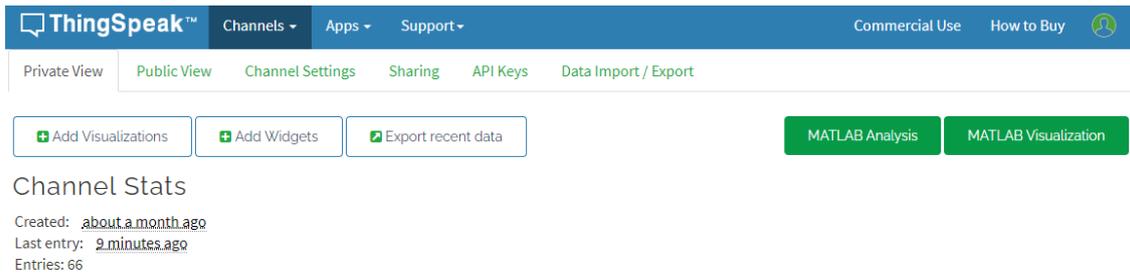


Figure 17 : interface d'affichage de nos données en ligne

4. Réalisation complète pratique, système d'arrosage automatique

Précédemment on a vu le montage détaillé de nos composants. Pour finaliser notre projet, en ajoutant la fonctionnalité d'arrosage automatique, on ajoute les composants suivants à notre système

- Un relais de 5v
- Une pompe immergée 5v
- Une batterie de 5v
- Une maquette de plantes
- Et un réservoir d'eau



Figure 18 : relais de 5v



Figure 19 : pompe immergée 5v



Figure 20 : batterie de 5v

Le branchement sera comme suit :

- Le VCC et GND de l'entrée du relais avec le VCC et GND de l'arduino et la l'autre broche IN avec le déigital 13 de l'arduino
- Le (+) de la batterie et la pompe vers les deux sorties du relais

Et le (-) de la batterie avec le (-) de la pompe. Voir la figure(21) :

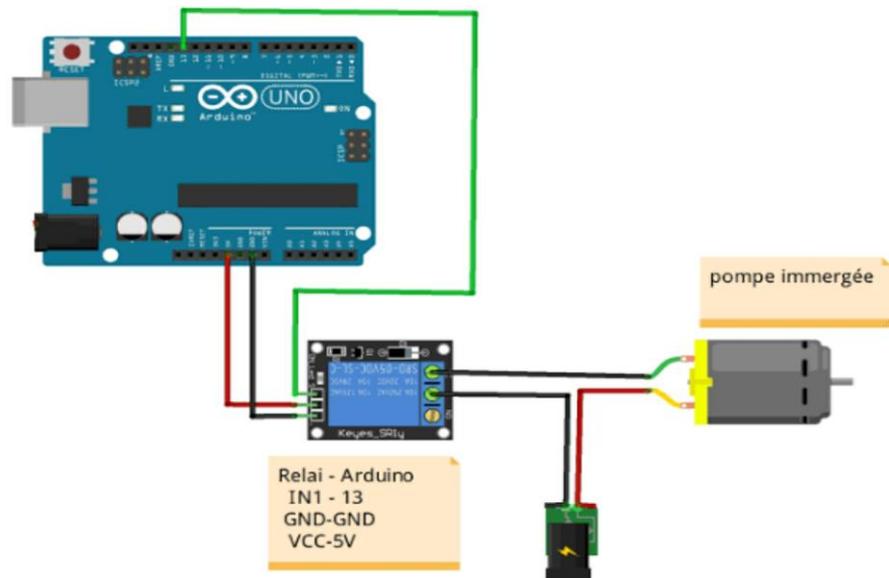


Figure 21 : montage des composants du système d'arrosage

Une fois le système finalisé, testons son fonctionnement, qui se résume au suivant:

- Le système dépendra de la valeur mesurée par capteur d'humidité et du relai.
- Le relai va être pilotée par la broche D13 de l'arduino, Donc à partir de la valeur du capteur d'humidité du sol, si le sol est sec ou humide à hauteur de moins de 60%, la broche D13 sera en état haut, ça permet au relais de s'activer.
- Une fois le relai est activé, on aura donc un circuit fermé entre la pompe et la batterie, donc la pompe sera alimenté et elle peut envoyer l'eau vers la plante.
- Maintenant si le sol est humide à plus de 60%, la broche D13 sera en état bas, ça veut dire que le relai ne sera pas en état actif, et la pompe ne sera plus alimentée, et donc l'eau ne sera pas envoyée vers la plante.
- Le niveau d'eau du réservoir devra être supérieur à zéro pour que l'arrosage ait lieu. On peut vérifier le niveau d'eau à partir de la plateforme thingspeak

Tout ça correspond au programme ci-dessous avec le rôle de chaque instruction :

```
int val; // Cette variable stocke la valeur reçue du capteur d'humidité du sol.
void setup() {
  pinMode(13,OUTPUT); // Réglez la broche 13 comme broche de sortie, pour envoyer le signal au relay.
  pinMode(A0,INPUT); // Réglez la broche 8 comme broche d'entrée pour recevoir les données du capteur d'humidité.
}
void loop() {
  val = analogRead(A0); // Lire les données du capteur d'humidité
  if (val >500)
  {
    digitalWrite(13, HIGH); // si le capteur d'humidité fournit une valeur FAIBLE envoyer la valeur ÉLEVÉE au relais
  }
  else
  {
    digitalWrite(13, LOW); // si le capteur d'humidité fournit une valeur ÉLEVÉE, envoyer la valeur BAS au relais
  }
  delay(600); // Attendre quelques secondes puis continuer la boucle.
}
```

Script 6 : codage du système d'arrosage automatique

Conclusion générale

Dans ce mémoire, nous avons mis en œuvre un système orienté vers l'agriculture en se basant sur l'IoT. Son objectif est la surveillance en temps réel des paramètres climatiques et le suivi avec une option d'arrosage automatique du sol.

Le fonctionnement du système repose sur la mesure des différents paramètres, à savoir, l'humidité et le niveau d'eau, qui sont obtenues en temps réel de grâce à deux capteurs. Une carte arduino joue le rôle de l'unité qui se charge de traiter les données délivrées par les capteurs utilisées. Au début on a essayé de relier le système de mesure au support d'affichage (PC) par un câble USB pour assurer le bon fonctionnement des capteurs. Le programme écrit sur IDE Arduino permet d'afficher les résultats sur le moniteur série.

La deuxième partie de ce travail consiste à faire un système d'irrigation avec l'acquisition des données en ligne à travers le module GSM. Toutes ces valeurs de capteur sont envoyées à ThingSpeak.com qui fournit un très bon outil pour les projets Arduino basés sur IoT. Grâce à ce site, nous pouvons surveiller nos données sur internet en temps réel.

Notre système a été réalisé à petite échelle, mais son implémentation à grande échelle aidera certainement les agriculteurs à mieux suivre leurs cultures, permettant ainsi d'augmenter le rendement de leurs terres. Ceci aura un impact socio-économique important.

ANNEXES

Photo réel du projet :





Bibliographie Sitographie

[1] M.K.Gayatri, J.Jayasakthi, Dr.G.S.Anandhamala, “Providing Smart Agriculture Solutions to Farmers for Better Yielding Using IoT”, IEEE International Conference on Technological Innovations in ICT for Agriculture and Rural Development (TIAR 2015)

[2] M.K.Gayatri, J.Jayasakthi, Dr.G.S.Anandhamala, “Providing Smart Agriculture Solutions to Farmers for Better Yielding Using IoT”, IEEE International Conference on Technological Innovations in ICT for Agriculture and Rural Development (TIAR 2015)

[3] Lee, M., Hwang, J., & Yoe, H. (2013, December). Agricultural Production System Based on IoT. In Computational Science and Engineering (CSE)

[4] https://www.iso.org/fr/isofocus_122.html

[5] MAAFA ABDELKADER, “Réalisation d’une station météorologique “
,Mémoire présenté pour l’obtention Du diplôme de Master Académique
,UNIVERSITE DE BADJI MOKHTAR ANNABA 2017 /2018

[6] <https://www.quora.com/What-is-smart-agriculture>

[7] agriculture précision pour quoi pour qui commencer,2016

[8] <http://www.arduino> ,<https://github.com>

[9] <https://letmeknow.fr/shop/fr/environnementaux/16-capteur-hygrometrie>

[10] <https://www.gotronic.fr/art-module-capteur-de-niveau-d-eau-st045>