

Apport des NTICs dans la culture maraîchère dans la ville de Lubumbashi

[Contribution of NICTs in market gardening in the city of Lubumbashi]

Elam KYUNGU LUKOMBA¹, Bertin UMBA NKULU¹, Penouël HEMEDY KAHOLA², Grâce MWANGAL KAPEND¹, and Placide MWEPU MALANGO¹

¹Département Informatique, Institut Supérieur de Statistique de Lubumbashi, Lubumbashi, RD Congo

²Département Informatique, Institut Supérieur Technique de Lubumbashi, Lubumbashi, RD Congo

Copyright © 2023 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the *Creative Commons Attribution License*, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: Currently, the DRC wants to be an important place in agriculture, it has set up several support structures for farmers, more particularly in the province of Haut-Katanga. Despite all these efforts, this agriculture is still facing several difficulties related to global warming which has disrupted the usual short rainy season, which forces vegetable gardeners to re-examine the traditional irrigation system taking into account the requirements of each culture. It is in this context that our study will focus on the automation of the irrigation system in the context of market gardening.

KEYWORDS: Irrigation, agriculture, arduino, NodeMCU ESP32.

RESUME: Actuellement, la RDC se veut une place importante dans l'agriculture, elle a mise en place plusieurs structures d'accompagnement pour les agriculteurs, plus particulièrement dans la province du Haut-Katanga. Malgré tous ces efforts consentis, cette agriculture est toujours confrontée à plusieurs difficultés liées au réchauffement climatique qui a perturbé le court habituel de la période pluvieuse, ce qui oblige aux agriculteurs des potagers de réexaminer le système traditionnel d'irrigation en tenant compte des exigences de chaque culture. C'est dans ce contexte que notre étude portera sur l'automatisation du système d'irrigation dans le cadre d'une culture maraîchère.

MOTS-CLEFS: Irrigation, agriculture, arduino, NodeMCU ESP32.

1 INTRODUCTION

La République Démocratique du Congo, de par l'importance de son potentiel de développement et de sa population à plus de 70 % rurale, les activités agricoles occupent une place de choix dans l'économie Congolaise, et participe à hauteur de 45.7 % au Produit Intérieur Brut (PIB). Actuellement, le principal contributeur au PIB est la production minière; cependant, l'agriculture joue un rôle important dans l'économie nationale puisqu'elle emploie actuellement 80 % de la main d'œuvre [1].

Avec un système national de production agricole du type extensif, il est caractérisé par une faible productivité et repose sur une agriculture de subsistance pratiquée par de petites exploitations familiales sur une superficie moyenne de 1 à 2 hectares en culture pluviale, et de 0,5 à 1 hectare en culture irriguée.

La production agricole est tributaire des conditions agro-environnementales dans lesquelles croissent les différentes spéculations. Les paramètres climatiques (les pluies, la température et le taux d'humidité), influencent soit positivement soit négativement la production agricole.

Dans la ville de Lubumbashi en particulier, nous avons constaté que la plupart de maraîchers éprouvent d'énormes difficultés dans l'arrosage, étant donné la carence en eau qui les oblige à transporter de l'eau à des longues distances, ce qui crée une imprécision dans

l'arrosage en respectant la quantité d'eau pour chaque culture d'autant plus que la fatigue et la routine en sont les facteurs résultants de ce travail manuel.

C'est pourquoi, notre problématique tourne autour des questions suivantes: « **Que faire pour améliorer les conditions d'arrosage dans la culture maraîchère ? Quels moyens mettre à la disposition des maraîchers de la ville de Lubumbashi afin d'accroître la productivité ?** »

Au vu des préoccupations soulevées, nous pensons que la mise en place d'un système d'irrigation intelligent serait une solution efficace et durable pouvant résoudre les problèmes évoqués ci-haut.

Dans les lignes qui suivent, nous allons plus nous focalisés sur le système d'irrigation intelligent en se basant sur les mesures de la température, l'humidité, le niveau d'eau et la lumière du soleil.

2 METHODOLOGIE

L'adoption d'une démarche méthodologique est fondamentale. Les méthodes inductive et analytique sont au centre de notre réflexion. Cela permet l'orientation méthodique de la recherche à travers la collecte des données, de l'analyse et de la présentation des résultats.

3 GENERALITES SUR LE SYSTEME D'IRRIGATION

La sécurité informatique est un ensemble des moyens mis en œuvre pour diminuer sensiblement les vulnérabilités d'un système face aux menaces existantes. La sécurité informatique se charge de s'assurer que les ressources matérielles et/ou logicielles d'un système d'information sont uniquement utilisées dans un contexte bien décrit et par des personnes autorisées.

De tout temps, les sociétés humaines ont déployé des efforts pour détourner de multiples manières l'eau nécessaire à leur culture et irriguer leurs champs. Certaines méthodes se contentent de mobiliser les eaux de crues des rivières ou les eaux de pluie.

Jusqu'à présent l'irrigation reste le seul moyen d'augmenter les rendements et de les régulariser dans bien des régions du monde. En effet, selon les espèces et variétés cultivées, selon les terres, et selon les techniques utilisées, l'irrigation peut permettre d'obtenir de deux à cinq fois plus de production (et même dix en zone aride) [2].

L'irrigation étant un processus qui consiste à fournir l'eau douce aux plantes à intervalles de temps réguliers selon la culture visée, nous dirons, que ce soit une irrigation de surface, une irrigation souterraine, ou par un système de goutte à goutte, tous ces systèmes contribuent à apporter de l'eau aux plantes.

L'irrigation nécessite de l'eau en quantité et surtout en qualité. Ainsi avant l'installation de tout système d'irrigation la ressource en eau doit être évaluée afin de s'assurer de sa disponibilité. La disponibilité de l'eau conditionne la superficie à irriguer. En effet, l'évaluation de la ressource en eau doit porter sur: La description du climat et des précipitations pendant l'année, les ressources d'eau de surface et d'eau souterraine disponibles, la distance entre la source d'eau et les champs à irriguer, la variabilité des ressources en eau (variations en profondeur et quantité) [3].

Une question est de trouver de l'eau mais une autre est de s'assurer de son transport jusqu'à la parcelle à irriguer. Les moyens de transport diffèrent selon le type d'irrigation mais ont un seul but: celui de faire parvenir l'eau prélevée de la source aux cultures et de façon efficace. Il s'agit en premier lieu des réseaux primaires d'amenée qui sont soit en canaux fermés soit à ciel ouvert munis de vannes. Le diamètre du canal dépend du débit recherché et de la longueur du circuit [4].

4 SYSTEME D'IRRIGATION TRADITIONNEL

Le système d'irrigation appliqué actuellement dans la culture maraîchère dans la ville de Lubumbashi est manuel, l'homme est au centre de l'arrosage; ceci nous a conduit à observer ce qui suit:

- Ce système d'irrigation consiste à arroser les plantes à l'aide des arrosoirs, ce qui rend l'arrosage pénible car, l'homme doit arroser les plantes en soulevant un arrosoir de 15kg parfois pour chaque surface exigée, et cela selon les conditions requises pour chaque culture, en faisant plusieurs courses.
- Avec ce système d'irrigation, on ne parvient pas à détecter le taux d'humidité des plantes, et la quantité d'eau nécessaire.
- Ce système ne permet pas à toutes les plantes de recevoir la quantité nécessaire pour la croissance, et parfois, la quantité est exagérée; ce qui cause la mauvaise croissance de certaines plantes et qui réduit sensiblement la productivité de la culture visée.



Fig. 1. Irrigation traditionnelle

5 CONCEPTION DU NOUVEAU SYSTEME

5.1 CHOIX D'OUTILS D'IMPLEMENTATION

Il existe plusieurs technologies permettant de réaliser une irrigation intelligente. Quant à notre, nous avons opté pour les technologies suivantes: LORA, WIFI, ZIGBEE, SIGFOX.

- **Lora:** est une technologie radio transmission qui signifie « Long Rang ». C'est une technologie de réseau sans fil à longue portée permettant la communication à bas débit d'objets connectés
- **Wifi:** est une technologie permettant de transmettre des données numériques sans fil et ce, de la manière la plus fiable qui soit grâce aux ondes radio. Cette technologie permet de partager une connexion entre un nombre infini d'utilisateurs
- **Zigbee:** est une technologie de réseau sans fil à bas débit et à courte portée, qui utilise les ondes hertziennes pour transporter les messages entre deux ou plusieurs entités; il opère sur une bande de fréquence de 2.4 Ghz et sur 16 canaux, permet d'obtenir des débits pouvant atteindre 250 Kbits avec une portée de 100m
- **Sigfox:** est une technologie LPWAN qui fournit une connectivité bas débit à travers son propre réseau cellulaire basé sur la technologie radio Ultra Narrow Band (UNB). Le device peut envoyer entre 0 et 140 messages par jour et le payload de chaque message ne peut pas dépasser 12 octets

Les microcontrôleurs sont des microprocesseurs

- **La beagleboard:** est une carte électronique de type ordinateur à carte unique de faible puissance. Il s'agit d'un matériel libre produit par le Texas Instruments en collaboration avec Digit Key. Apparue avant la Raspberry pi, le beaglebone black est la toute dernière carte vendue
- **Raspberry pi:** est un nano-ordinateur mono carte à processeur ARM conçu par des professeurs du département informatique de l'université de Cambridge. Il permet l'exécution de plusieurs variantes du système d'exploitation libre GNU/Linux et des logiciels compatibles. Il fonctionne également avec Microsoft Windows. Un processeur Quad Core Broadcom 2837 ARMv8 64 bit avec une cadence de 1,2 GHz
- **Arduino:** est une C'est une plateforme open source d'électronique programmée qui est basée sur une simple carte à microcontrôleur (μ C de la famille AVR), et un logiciel, véritable environnement de développement intégré EDI, pour écrire, compiler et téléverser le programme vers la carte à microcontrôleur. C'est une carte programmable développée autour d'une puce AtMega328. Il existe plusieurs modèles d'Arduino

Il y a plusieurs méthodes qu'on peut utiliser pour afficher les résultats des mesures. Dans notre cas, nous avons opté pour l'internet des objets (IOT). Après le choix de l'internet des objets pour afficher les résultats, la dernière étape est de choisir un site permettant l'affichage des résultats en temps réel et nous avons opté pour le site "ThingSpeak". Le site ThingSpeak est une entreprise qui propose différents services exclusivement destinés à la construction d'applications IoT.

La plate-forme d'IOT permet de:

- Collecter les données en temps réel (fréquence supérieure ou égale à 15 secondes)
- Visualiser les données collectées sous forme de graphes
- Créer des plugins et des applications pour collaborer avec des web services, des réseaux sociaux et d'autres APIs

Ensuite, il sera question de créer un projet qui permettra d'envoyer les informations de nos Capteurs vers ThingSpeak, en suivant les étapes suivantes:

- S'inscrire - créer un Channel
- Créer cinq "Fields" dans le Channel
- Récupérer la clé de mise à jour (API Key; Write KEY)

5.2 PRESENTATION DE L'ARCHITECTURE DU NOUVEAU SYSTEME

Ce système est divisé en trois parties, la première partie c'est les capteurs qui reçoivent les phénomènes physiques (température, humidité, la lumière du soleil), la deuxième partie c'est l'unité de traitement des données (Arduino UNO) et la dernière partie est l'unité de transmission des données (NodeMCU ESP32).

5.2.1 FONCTIONNEMENT DU SYSTEME D'IRRIGATION

Notre système sert à améliorer le taux de production du potager en faisant la récolte d'informations des paramètres de terrain agricole tel que le degré de température, l'ensoleillement, en outre le taux d'humidité du sol, afin de les comparer à des valeurs fixées au préalable.

Le système gère trois blocs, un bloc d'acquisition d'informations dont on a mis en place un réseau de capteurs constitué d'un capteur de température et d'humidité de sol, capteur de niveau d'eau et un capteur de luminosité, qui sont connectés à une carte Arduino Uno. Ces capteurs de mesures se chargent de la récolte d'informations des paramètres de terrain agricole qui sont transmis par la suite via le module NodeMCU ESP32 émetteur (transmission sans fil) vers le cloud computing. Le dernier est le bloc ayant comme objectif d'envoyer les données vers une plate-forme ThingSpeak, Il collecte les données en temps réel, il permet la visualisation des données collectées sous forme de graphique, et collabore avec des services Web.

On ajoute sur terrain un écran LCD pour l'affichage des valeurs paramétriques de notre système.

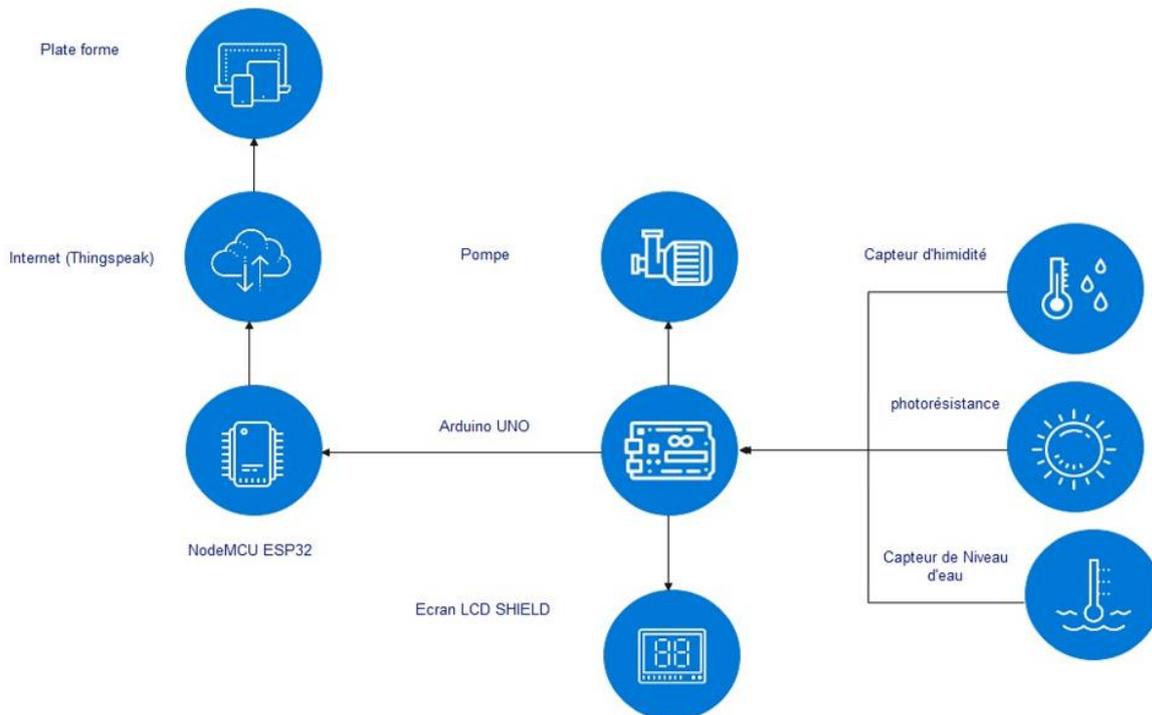


Fig. 2. Fonctionnement du système d'irrigation

5.2.2 PRESENTATION DE LA PARTIE PHYSIQUE

5.2.2.1 LE MICROCONTROLEUR ARDUINO

Un microcontrôleur est un système qui ressemble à un ordinateur: il a une mémoire, un processeur, des interfaces avec le monde extérieur. Les microcontrôleurs ont des performances réduites, mais sont de faible taille et consomment peu d'énergie, les rendant indispensables dans toute solution d'électronique embarquée (voiture, porte de garage, robots,...). La carte Arduino n'est pas le microcontrôleur le plus puissant, mais son architecture a été publiée en open-source, et toute sa philosophie s'appuie sur le monde du libre, au sens large.

NodeMCU ESP32: Ce microcontrôleur dispose d'interfaces WiFi et Bluetooth idéales pour les objets connectés. Des connecteurs latéraux mâles et femelles permettent d'enficher le module sur une plaque de montage rapide. L'interface sans fil Wifi permet la création de point d'accès sans fil, l'hébergement d'un serveur, la connexion à internet et le partage des données par exemple.

Le module se programme directement à partir de l'IDE Arduino (installation d'une extension nécessaire) et nécessite un cordon micro (non inclus). Son implantation le rend compatible avec les plaques de connexions rapides.

Ecran LCD Keypad: L'afficheur LCD est devenu indispensable dans les systèmes techniques qui nécessitent l'affichage des paramètres de fonctionnement. Cet Afficheur permet d'afficher des lettres, des chiffres et quelques caractères spéciaux. L'afficheur LCD alphanumérique présente une solution facile d'emploi et bon marché de doter notre projet d'une interface indépendante du PC.

Vu de l'extérieur, les écrans LCD alphanumériques sont essentiellement caractérisés par leur taille. Pour notre étude nous utiliserons le modèle LCD Keypad Shield ayant 2 lignes et 16 colonnes d'affichage.

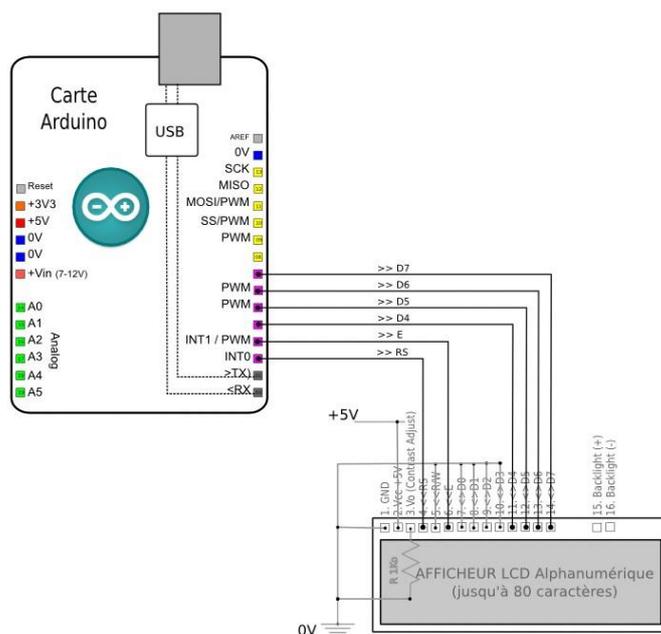


Fig. 3. Schéma Arduino et LCD Keypad

5.2.2.2 LES CAPTEURS

Le capteur de niveau d'eau (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.

Ce module didactique délivre une tension analogique en fonction du niveau d'eau grâce à ses pistes imprimées. Le capteur délivre "700" lorsque le niveau est au maximum et "450" lorsque le niveau est au plus bas.

Le capteur de niveau d'eau fonctionne grâce à une série de traces de cuivre exposées, reliées à la terre, entrelacées de traces de détection. Ces traces fonctionnent comme une résistance variable. La présence d'eau sur le capteur entraîne un court-circuit entre ces traces ce qui permet de détecter sa présence. Il convertit le niveau d'eau en sortie analogique directement exploitable par un microcontrôleur. La valeur du signal dépend du niveau d'immersion du capteur.

Le capteur de niveau d'eau possède 3 broches:

- GND la masse reliée à la masse de l'Arduino
- Vcc l'alimentation reliée au 5V de l'Arduino (fonctionne avec une alimentation comprise entre 2 et 5V)
- La sortie analogique S, reliée à une broche analogique de l'Arduino

Capteur Humidité et Température DHT 22: Ce capteur d'humidité et de température est très répandu dans le contrôle de climatisation, il est constitué d'un capteur de température à base de NTC et d'un capteur d'humidité résistif, un microcontrôleur s'occupe de faire les mesures, les convertir et de les transmettre.

Le capteur de température et d'humidité DHT22 (ou RHT03) communique avec un microcontrôleur via un port série. Le capteur est calibré et ne nécessite pas de composants supplémentaires pour pouvoir être utilisé. Il utilise un capteur d'humidité capacitif et une thermistance pour mesurer la température et l'humidité de l'air et la transmet d'une manière numérique sur un bus série, il se connecte facilement au microcontrôleur grâce à un signal numérique sur un seul fil. Les données sont actualisées toutes les deux secondes.

- Alimentation: 3,3 à 6 Vcc
- Consommation maxi: 1,5 mA
- Consommation au repos: 50 μ A
- Plage de mesure
 - Température: -40 à +80 °C
 - Humidité: 0 à 100 % RH
- Précision
 - Température: $\pm 0,5$ °C
 - Humidité: ± 2 %

Capteur de luminosité: Un capteur de luminosité (ou photorésistance) est un composant électronique, dont la résistivité varie suivant le niveau de luminosité.

La photorésistance LDR est montée dans un pont diviseur. Dans l'obscurité, sa résistance est très élevée. Pratiquement toute la tension Vcc (3,3v) se retrouve à ses bornes. Le potentiomètre sert à régler la tension envoyée sur l'entrée inverseuse du comparateur LM393.

Lorsque la LDR est dans l'obscurité, la tension sur l'entrée + est supérieure à celle présente sur l'entrée -. La tension de sortie du comparateur vaut alors +3,3v. C'est cette tension qui est présente sur D0. La LED D2 reçoit sur son anode une tension de 3,3v et sur sa cathode la même tension de 3,3v. Il n'y a aucune différence de tension à ses bornes, elle est donc éteinte.

A la lumière, la résistance de la LDR est très faible. L'entrée + est pratiquement à la masse. La tension sur l'entrée + est inférieure à celle présente sur l'entrée -. La tension de sortie du comparateur vaut alors 0v. C'est cette tension qui est présente sur D0. La LED D2 reçoit sur son anode une tension de 3,3v (via une résistance de limitation) et sur sa cathode une tension de 0v, C'est comme si la cathode était reliée à la masse du montage. Un courant circule dans la LED, limité par la résistance en série avec la LED.

5.2.2.3 ACTIONNEUR

Un actionneur est un dispositif qui transforme l'énergie qui lui est fournie en un phénomène physique définissant un travail, modifiant le comportement ou l'état d'un système, entre autres:

- Lumière à partir d'un courant électrique (diode électroluminescente, lampe...)
- Sons à partir d'un courant électrique (vibreux, avertisseur sonore...)
- Champ magnétique à partir d'un courant électrique (électro aimant)
- Rayonnement infrarouge à partir d'un courant électrique (diode émissive infrarouge)
- Chaleur à partir d'un courant électrique (résistance chauffante)
- Mouvement à partir d'un courant électrique (moteur électrique)

5.2.2.4 POMPE IMMERGEE

Une pompe immergée est une petite pompe utilisée pour déplacer l'eau ou tout autre liquide. Cette pompe submersible est placée dans le liquide, où un tuyau de 7,5 mm peut être placée sur la sortie et connectée pour propulser l'eau jusqu'à 1 mètre.

La topographie et la longueur du champ ont un effet sur l'uniformité de distribution de l'eau [5].

Le fluide est aspiré axialement, sous l'effet de la rotation d'une roue, munie d'ailettes ou d'aubes, dans le corps de la pompe où il est accéléré radialement dans l'aube avant d'être refoulé. L'arbre est mis en mouvement grâce à un moteur électrique.

C'est dans les années 50 que l'irrigation par aspersion se généralise avec l'introduction d'ailes mobiles d'arrosage équipées d'arroseurs rotatifs à moyenne pression et de moyenne portée [6].

5.2.3 PRESENTATION DE LA PARTIE LOGICIELLE

5.2.3.1 ARDUINO IDE

Arduino Integrated Development Environment (IDE), L'environnement de développement intégré Arduino est une application multiplateforme qui est écrite dans des fonctions de C et C++. Il est utilisé pour écrire et télécharger des programmes sur des cartes compatibles Arduino, mais aussi, avec l'aide de cœurs tiers, d'autres cartes de développement de fournisseurs.

L'IDE Arduino permet:

- D'éditer un programme: des croquis (*sketch* en Anglais), *les programmes sont écrits en langage C*
- De compiler ce programme dans le langage « machine » de l'Arduino, la compilation est une traduction du langage C vers le langage du microcontrôleur
- La console donne des informations sur le déroulement de la compilation et affiche les messages d'erreur
- De téléverser le programme dans la mémoire de l'Arduino, le téléversement (upload) se passe via le port USB de l'ordinateur un fois dans la mémoire de l'Arduino, le logiciel s'appelle un microgiciel
- La console donne des informations sur le déroulement du téléversement et affiche les messages d'erreur
- De communiquer avec la carte Arduino grâce au terminal (ou moniteur série). Pendant le fonctionnement du programme en mémoire sur l'Arduino, il peut communiquer avec l'ordinateur tant que la connexion est active (câble USB,...)

5.2.3.2 THINGSPEAK

ThingSpeak est une plate-forme fournissant divers services exclusivement ciblés pour la construction d'applications IOT. Il offre les capacités de collecte de données en temps réel, la visualisation des données collectées sous forme de tableaux, la possibilité de créer des plugins et des applications pour collaborer avec des services Web, des réseaux sociaux et d'autres API. Nous examinerons chacun de ces éléments en détail.

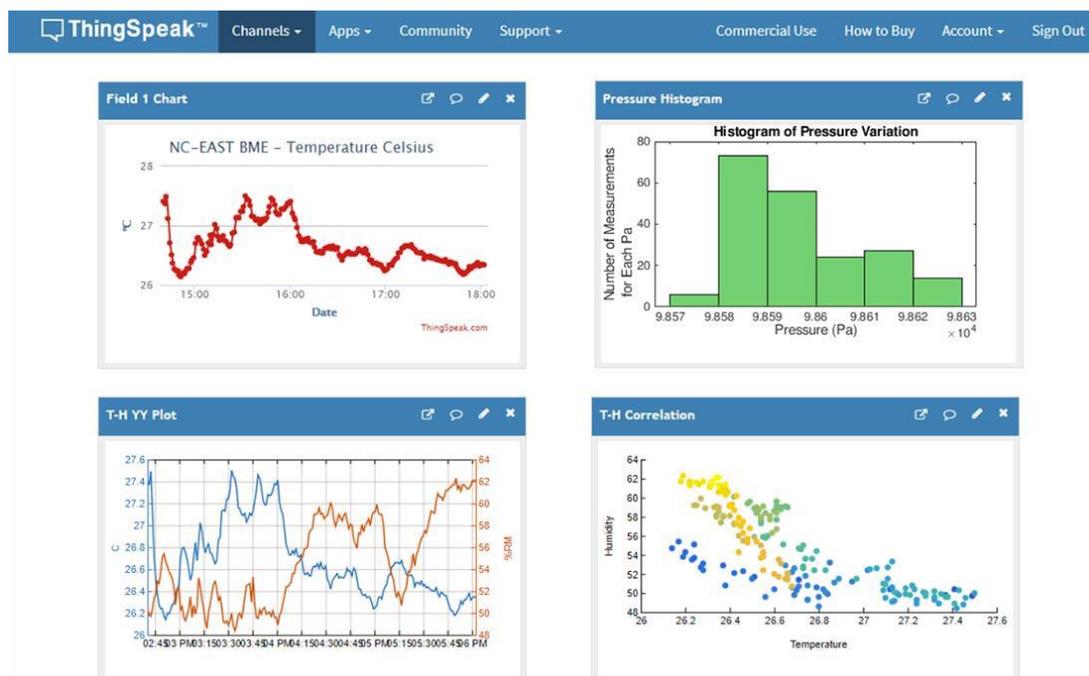


Fig. 4. Interface de la plateforme ThingSpeak

5.2.3.3 NAVIGATEUR WEB

Un navigateur web est un logiciel conçu pour consulter et afficher le World Wide Web. Techniquement, c'est au minimum un client HTTP. Il existe de nombreux navigateurs web, pour toutes sortes de matériels (ordinateur personnel, tablette tactile, téléphones mobiles, etc.) et pour différents systèmes d'exploitation (GNU/Linux, Windows, Mac OS, iOS et Android).

6 IMPLEMENTATION DE LA SOLUTION

Pour implémenter la nouvelle solution, nous avons besoin des matériels adéquats (cités précédemment) pour réaliser notre maquette et la faire fonctionner évidemment après avoir embarqué les programmes dans les deux cartes Arduino Uno et NodeMCU ESP32. Les capteurs collectent des données atmosphériques sur le terrain agricole, ces données seront envoyées au microcontrôleur Arduino Uno puis, la carte Arduino va envoyer les données vers la carte NodeMCU ESP32, la carte ESP32 à son tour, va envoyer les données sur la plate-forme ThingSpeak afin de prendre les mesures nécessaires comme déclencher l'actionneur (pompe).

Voici les différentes étapes à observer dans la réalisation du système:

- Monter les modules;
- Créer un compte sur ThingSpeak.com;
- Utilisation du logiciel Fritzing pour dessiner le schéma électronique;
- Ecrire le code d'Arduino qui permet d'envoyer les données des capteurs à travers l'IOT aux chaînes de ThingSpeak;
- Afficher les données des capteurs des graphes sur ThingSpeak

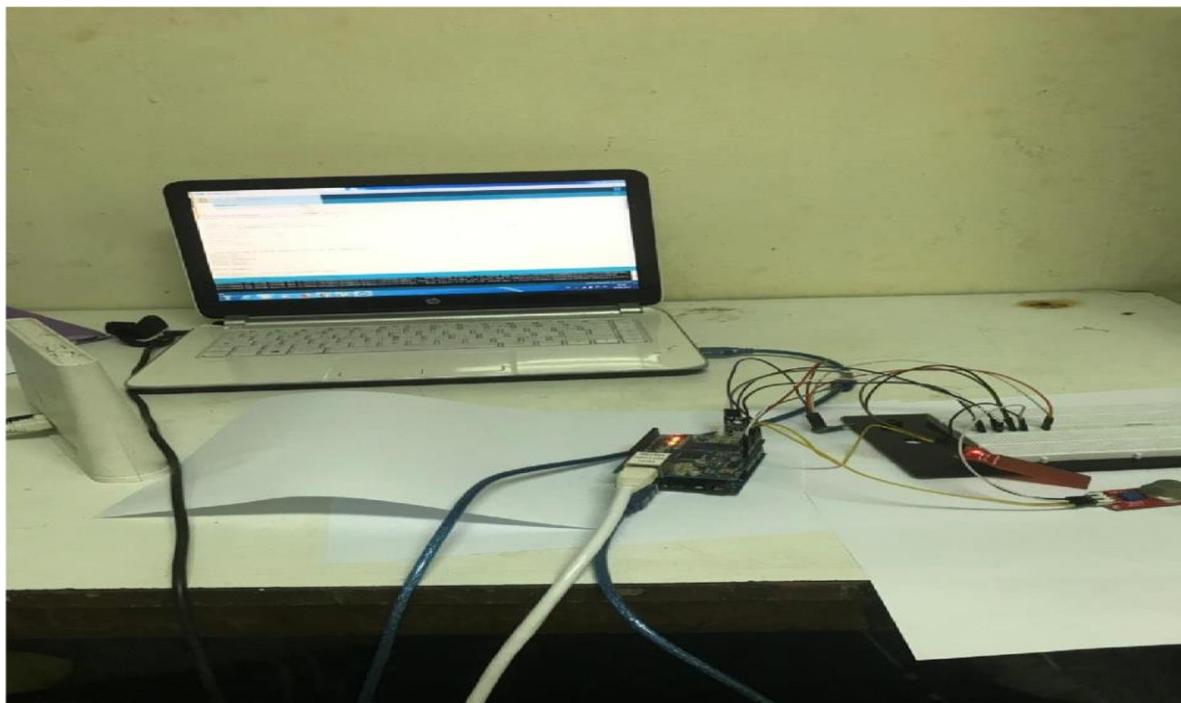


Fig. 5. Interface Arduino-PC par câble USB

Le programme de gestion des données permet d'afficher toutes les valeurs en temps réel de chaque capteur utilisé chaque deux secondes sur une fenêtre du moniteur sérié.

Voir sur la figure suivante la variation des paramètres de notre milieu suivant deux instants différents.

```
Humidite: 67.80 % Temperature: 27.60 *C 81.68 *F Indice de temperature: 29.67 *C 85.40 *F  
teneur en gaz 132  
humidite du sol 270  
quantite de lumiere: 3154 lux
```

```
quantité de la lumière=93.00 %  
Read sensors' values...  
Temp=28.00 *C  
Humidity=66.60 %  
gaz=101.00 %  
teneur en eau=6.00 %  
quantité de la lumière=95.00 %
```

Fig. 6. Variation des paramètres suivant deux instants différents sur le port série

- **Affichage des résultats sur les pages web**

Dans notre étude, nous avons réalisé un programme permettant de créer une page web pour la surveillance en temps réelle de nos paramètres environnementaux. Pour accéder à cette page web l'utilisateur doit avoir une adresse IP statique dans le sous-réseau créé par le modem route. Notre adresse IP est 192.168.8.4.

Voir sur la figure suivante la variation des paramètres de notre milieu entre deux instants différents.

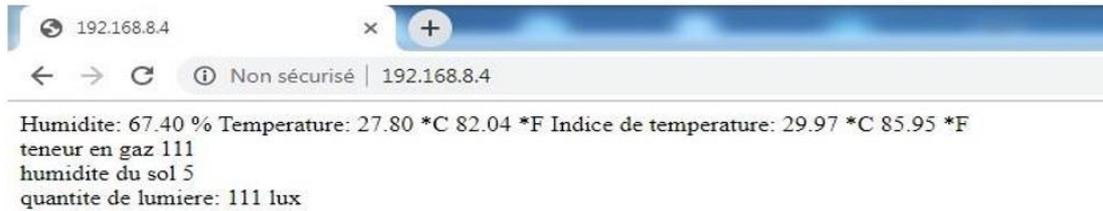


Fig. 7. Variation des paramètres suivant deux instants différents sur une page web

• Affichage des résultats sur la ThingSpeak

Après le choix de l'internet des objets pour afficher les résultats, on a choisi le site "ThingSpeak" pour afficher les résultats en temps réel. Le site ThingSpeak est une entreprise qui propose différents services exclusivement destinés à la construction d'applications IoT. Voir l'interface de ma chaîne privée créer sur ThingSpeak



Fig. 8. Interface de ma chaîne privée créer sur ThingSpeak

La figure ci-dessous montre le serveur ThingSpeak avec les algorithmes de traitement des données, on peut suivre les valeurs des capteurs sous forme de graphes, cette plateforme d'IoT compatibles avec plusieurs microcontrôleurs et processeurs.



Fig. 9. Interface de visionneur sur plateforme de ThingSpeak du DHT22



Fig. 10. Interface de visionneur sur plateforme de ThingSpeak du Capteur de niveau d'eau



Fig. 11. Interface de visionneur sur plateforme de ThingSpeak du BH1750

7 CONCLUSION

Au terme de cette étude qui a porté sur l'implémentation d'un système d'irrigation intelligent, capable de résoudre les problèmes d'arrosage auxquels sont confrontés les maraîchers de la ville de Lubumbashi, qui trouveront un outil indispensable dans l'accroissement de la productivité dans ce domaine agricole.

En partant du constat que les nouvelles technologies de l'information et de la communication, sont en pleine croissance et qu'elles ont des impacts considérables dans le secteur agricole des pays en voie de développement dont notamment, la RDC. Nous nous sommes intéressés au processus d'intégration du numérique dans l'irrigation, d'où, notre problématique a gravité autour de deux préoccupations dont l'une sur l'amélioration de conditions d'arrosage dans la culture maraîchère et l'autre sur les moyens à mettre à la disposition des maraîchers de la ville de Lubumbashi afin d'accroître la productivité.

Après une analyse rigoureuse du système d'irrigation existant, nous avons mis en place un nouveau système dont toutes les valeurs de capteurs sont envoyées à ThingSpeak.com qui fournit un très bon outil pour les projets Arduino basés sur IoT, grâce au site ThingSpeak,

nous pouvons surveiller nos données sur Internet à partir de n'importe quel endroit en utilisant la nouvelle technologie Arduino sur la base de son matériel et son logiciel Open Source, ce système est connecté à Internet en utilisant un module NodeMCU ESP32.

D'où, le nouveau système d'irrigation proposé permettra aux agriculteurs d'augmenter le rendement de l'agriculture et à s'occuper efficacement de la production alimentaire, car il leur sera toujours utile pour obtenir une alimentation précise de la température ambiante et de l'humidité du sol et d'autres paramètres avec plus de précision dans les résultats; ce qui résout les problèmes relevés.

REFERENCES

- [1] FAO, Govt. DR Congo, WFP, Sécurité alimentaire, niveau de production agricole et Animale, Évaluation de la Campagne Agricole 2017-2018 et Bilan Alimentaire du Pays, Rapport Août 2018.
- [2] Plauchu, Economies de l'environnement, 2004.
- [3] SMITH M., MUNOZ G., ALVAREZ J. S., Technique d'irrigation pour les agriculteurs à petite échelle: Pratiques clés pour les praticiens de la RRC/FAO, 2014.
- [4] CALCET c., ARRUFAT A., MAZOLLIER C, Maîtriser son irrigation en maraîchage biologique, Circuits courts biG en languesdoc Roussiller-sud & Bio, 2016.
- [5] NADON S., BERGERON D., BOIVIN C., VALLEE J., Création et validation d'un Feuille technique sur la performance de système d'irrigation par aspersion et goutte à goutte en champ, 2016.
- [6] ZELLA L., SMADHI D., Evolution de l'irrigation, 2007.