



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA  
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

École Nationale Supérieure Agronomique

المدرسة الوطنية العليا للفلاحة

Département : Génie Rural

القسم : الهندسة الريفية

Spécialité : Science de l'eau

تخصص : علم المياه

Mémoire De Fin D'étude

Pour L'obtention Du Diplôme Master

THEME

**L'utilisation de l'intelligence artificielle dans la gestion des  
Irrigations**

Réalisé par : DJAFOUR Sarah

Soutenu le : 14/11/2022

Jury :

Président : M. MOUHOUCHE Brahim

Professeur ENSA

Promoteur : M. DELLI Reda

Maitre de conférences classe B, ENSA

Co- promoteur : M. AIT ALI Yahia

Maitre de conférences classe B, ENSA

Examineur : Mme CHEKIRED Fatma Zohra

Maitre de conférences classe B, ENSA

Examineur : M. MANSORI Djamel

Maitre-assistant classe B, ENSA

Promotion : 2017/2022

## *Table des matières*

Remerciements .....	I
Dédicace.....	II
Liste des figures.....	VI
Liste des tableaux.....	VIII
Liste des abréviations.....	IX
Introduction générale.....	1
Première partie : synthèse bibliographique	
Chapitre I : Intelligence artificielle .....	4
Introduction .....	4
1. Intelligence artificielle.....	4
1.1 Définition .....	4
1.2 Domaines d'utilisation de l'intelligence artificielle.....	5
2 Intelligence artificielle et internet des objets.....	6
2.1 Internet des objets .....	6
Conclusion .....	13
Chapitre II : irrigation intelligente.....	14
Introduction .....	14
1. Irrigation intelligente.....	14
1.1 Architecture de l'irrigation intelligente.....	14
1.2 Types de contrôleurs d'irrigation intelligente.....	15
1.3 Facteurs contribuant à la qualité d'arrosage intelligent .....	16
2. Avantages de l'irrigation intelligente .....	17
3. Limites de l'irrigation intelligente.....	17
4. Rappel sur les bases fondamentales d'irrigation .....	17
4.1 Les besoins en eau .....	17
4.1.1 Les besoins en eau de la culture ETM.....	17
4.1.2 Les besoins en eau d'irrigation .....	18
4.2 Caractéristique de rétention en eau de sol.....	19
4.2.1 L'eau utilisable par les plantes.....	19
4.2.2 La réserve facilement utilisable RFU.....	19
4.3 La dose d'irrigation.....	20

5. Techniques d'irrigation .....	20
Conclusion .....	20
Chapitre III : La laitue .....	21
Introduction .....	21
1. Classification botanique .....	21
2. Stades phénologiques de la laitue.....	22
3. La semence .....	22
4. Les variétés les plus cultivées en Algérie.....	23
5. Conduite de la culture .....	24
5.1 Semis.....	25
5.2 Plantation.....	25
6. Exigence de la culture .....	25
6.1. Climatiques.....	25
6.2. Type de sol.....	26
7. Entretien de la culture.....	26
8. Les ravageurs de la laitue .....	27
9. Récolte de la laitue .....	27
Deuxième partie : Matériels et méthodes	
Chapitre I : conception du système .....	29
Introduction .....	29
1. Description de schéma bloc du système.....	29
1.1 Microcontrôleur .....	29
1.2 Les capteurs .....	30
2. Technologie utilisées.....	30
2.1 Présentation de matériels .....	31
2.2 Les logiciels utilisés.....	35
3. Principe de fonctionnement.....	36
3.1 Organigramme fonctionnelle.....	36
Conclusion .....	37
Chapitre II : Réalisation .....	38
Introduction .....	38
1. Étapes de réalisation .....	38
1.1 Le schéma de câblage (Circuit du branchement) .....	38
1.1.1 Montage des capteurs .....	38

1.2 Les étapes de configuration du Arduino IoT Cloud.....	41
2. Réalisation de la maquette .....	45
Troisième partie : Résultats et discussions	
Chapitre I : Résultats et discussions .....	48
Introduction .....	48
1. Les grandeurs mesurer par les capteurs.....	48
1.1 Humidité du sol (réserve en eau du sol).....	48
1.2 Humidité de l'air .....	48
1.3 La température de l'atmosphère .....	48
2.Résultats obtenus .....	48
2.1 La température et l'humidité de l'air .....	49
2.2 L'humidité du sol.....	50
2.3 le niveau de l'eau dans le réservoir.....	51
2.4 Programmation final .....	52
3. Résultats obtenus par l'application.....	54
3.1 La température et l'humidité de sol .....	54
3.2 Le niveau d'eau dans le réservoir .....	54
4. Bilan hydrique .....	57
5. Calcul les besoins en eau de la culture ETm .....	57
5.1 Le coefficient cultural .....	57
5.2 Calcul de l'évapotranspiration de référence ET0.....	58
6. Pilotage des irrigations .....	58
Conclusion générale .....	59
Bibliographie .....	61
Annexe 1 .....	A
Annexe 2 .....	B
<i>Résumé</i>	

## Résumé

Le développement dans le domaine de l'agronomie a connu un essor sans précédent ces dernières années, il s'agit du passage de l'irrigation traditionnelle vers l'irrigation intelligente qui a réalisé un bouleversement en terme de diminution de la consommation d'eau. Cette dernière se base sur l'intelligence artificielle et l'Internet des objets.

Nous avons présenté dans notre étude , un mécanisme d'irrigation automatique basée sur l'utilisation de ces deux technologies, qui nous permettons de déterminer les différentes données climatiques et de contrôler et piloter l'irrigation à tout moment et à distance, à l'aide des contrôleurs et des dispositifs qui réagissent selon les données récoltées par les différents capteurs situés dans l'environnement ciblent pour l'irrigation. Ce système est surveillé par smartphone mobile à l'aide d'une application qui affiche toutes les données sur le système.

**Mot clés :** Irrigation intelligent, IOT, intelligence artificielle, capteur d'humidité du sol, wemos, ESP8266, DHT22, capteur ultrasons.

## Abstrat

The development in the field of agronomy has experienced an unprecedented growth in recent years, it is the transition from traditional irrigation to intelligent irrigation which has brought about a change in terms of decreasing water consumption. The latter is based on artificial intelligence and the Internet of Things.

We have presented in our study, an automated irrigation mechanism based on the use of these two technologies, which allows us to determine the different climates data and to control and control the irrigation at any time and remotely, using controllers and devices that react according to the data collected by the various sensors located in the environment target for irrigation. This system is monitored by mobile smartphone using an application that displays all the data on the system.

**Keywords :** Smart irrigation, IOT, artificial intelligence, soil moisture sensor, wemos, ESP8266, DHT22, ultrasonic sensor.

## ملخص

قد شهد التطور في مجال الزراعة نمواً لم يسبق له مثيل في السنوات الأخيرة، تمثلت في الانتقال من الري التقليدي إلى الري الذكي الذي أحدث تغييراً من حيث انخفاض استهلاك المياه. يعتمد هذا الأخير على الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء. نقدم في دراستنا هذه ، آلية الري الذكي التي تستند إلى استخدام هاتين التقنيتين، و الذي يسمح لنا بتحديد البيانات المناخية و يسمح لنا بالتحكم في الري في أي وقت وباستخدام وحدات التحكم والأجهزة التي تتفاعل وفقاً للبيانات التي تم جمعها بواسطة أجهزة الاستشعار المختلفة الموجودة في البيئة المستهدفة للري. تتم مراقبة هذا النظام بواسطة الهاتف الذكي المحمول باستخدام تطبيق يعرض جميع البيانات الموجودة على النظام.

**الكلمات الرئيسية:** مستشعر بالموجات ، الري الذكي ، ، الذكاء الاصطناعي، مستشعر رطوبة التربة.