



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Ecole Nationale Supérieure Agronomique

المدرسة الوطنية العليا للفلاحة

Département : Génie rural

القسم : الهندسة الريفية

Spécialité : Sciences et techniques des
Agroéquipements

التخصص : علوم وتقنيات تجهيزات
الفلاحة

Mémoire De Fin D'études

Pour L'obtention Du Diplôme Du Master

THEME

**Etude et réalisation d'un système de
contrôle des paramètres pour la conduite
d'une culture hydroponique**

Présenté Par : **M. Amar HAMIDA**

soutenu publiquement le : **23/07/2019**

M. Zoubir AYATI

Devant le jury composé de :

Mémoire dirigé par :

M. BOUDHAR L.

Maitre de conférences classe B. ENSA D'ALGER

Président :

M. FEDDAL A.

Maitre de conférences classe A. ENSA D'ALGER

Examineurs :

M. BAKEL M.

Maitre –assistant classe B. ENSA D'ALGER

M. MOHAMMEDI Z.

Maitre de conférences classe B. ENSA D'ALGER

Promotion : 2014/2019

Table des matières

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction générale 1

Partie I : Fondements théoriques de l'hydroponie 3

Introduction 3

Historique..... 3

3. PRODUCTION HORS SOL DE FOURRAGE 4

3.1. La germination, la base de toute production..... 4

3.2. Systèmes de production utilisés 5

3.3. Espèces cultivées..... 6

4.La culture en sol VS hors sol 7

5.Les avantages de l'hydroponie 7

5.1. Le contrôle de la nutrition..... 7

5.2. La conservation de l'eau 7

5.3. La conservation de l'engrais..... 8

5.4. La réduction de l'utilisation de pesticides..... 8

5.5. L'inutilité d'un recours aux herbicides 8

5.6. La production d'une grande quantité de biomasse 8

5.7. Une meilleure utilisation de l'espace..... 9

6. Inconvénients de la culture hydroponique 9

7. Différents systèmes de la culture hydroponique 9

7.1. Système hydroponique liquide (Systèmes sans substrat)..... 9

7.1.1. Technique de film nutritif (NFT) 9

7.1.2. Culture hydroponique flottante 10

7.1.3. Culture Aéroponique..... 10

7.2. Système hydroponique d'agrégats (Systèmes avec substrat)..... 10

7.2.1. La laine de roche 10

7.2.2. Gravier 10

7.2.3. L'argile expansée (Les billes d'argile) 11

7.2.4. La vermiculite 11

Table des matières

| | |
|--|------------------|
| 7.2.5. Le sable..... | 11 |
| 7.2.6. La tourbe | 11 |
| 7.2.7-Le terreau..... | 12 |
| 7.3. Les systèmes passifs..... | 13 |
| 7.4. Les systèmes actifs..... | 13 |
| 7.4.1. Le système de flux et reflux (Système de table à marées) | 14 |
| 7.4.2. Les systèmes d'égouttement..... | 15 |
| 7.4.3. Les systèmes NFT | 15 |
| 7.4.4. Le système Aéroponique..... | 16 |
| 8. Les paramètres agronomiques importants en la culture hydroponique: | 16 |
| 8.1. Définition des paramètres agronomiques : | 16 |
| 8.2. La température : | 16 |
| 8.3. L'humidité | 18 |
| 8.4-La lumière | 18 |
| 8.4.1. Photopériodisme : | 19 |
| 8.4.2. Qualité de la lumière : | 19 |
| 8.5. Le dioxyde de carbone (CO2) | 20 |
| 8.6.L'eau et la plante..... | 20 |
| 9.Conclusion..... | 21 |
| <i>PARTIE 2 : Technique de contrôle et régulation des paramètres agronomiques : ...</i> | <i>22</i> |
| 1.Introduction | 22 |
| 2. Définition de la régulation automatique | 22 |
| 2.1. La boucle de régulation..... | 22 |
| 3. Les organes détecteurs | 22 |
| 3.1- Capteurs..... | 22 |
| 3.1.1. Le rôle d'un capteur | 23 |
| 3.1.2. Classification des capteurs | 23 |
| 3.1.3. Types des capteurs..... | 24 |
| 4. Les relais..... | 25 |
| 5. Contrôle..... | 26 |
| 6. Les microcontrôleurs | 27 |
| 6.1. Les mémoires de microcontrôleur:..... | 28 |
| 6.2. Fonctionnement d'un microcontrôleur | 29 |
| 6.3. Les avantages d'un microcontrôleur..... | 29 |

Table des matières

| | |
|--|------------------|
| 7. Arduino..... | 30 |
| 7.1. Origine du nom | 31 |
| 7.2. Logiciel | 31 |
| 7.3-Les avantages de l'arduino | 31 |
| 8. La carte ESP-8266-12E "NodeMCU" | 32 |
| 8.1. Les caractéristiques principales | 32 |
| 9. Les Objets connecté..... | 33 |
| 9.1. Notion de l'objet connecté | 33 |
| 9.2. Caractéristiques d'un objet connecté | 34 |
| 9.3. Définition de L'internet des objets | 35 |
| 9.4. L'importance d'IoT : | 35 |
| 10-Conclusion..... | 36 |
| <i>I. Introduction</i> | <i>37</i> |
| <i>II. Description de la chambre hydroponique.....</i> | <i>37</i> |
| II.1. Dimensions de la chambre hydroponique | 38 |
| II.2. Matériels de construction de la chambre hydroponique | 39 |
| II.2.1. L'armature..... | 39 |
| II.2.2. L'enveloppe..... | 39 |
| <i>III-Etude et réalisation du système de contrôle et de commande.</i> | <i>39</i> |
| III.1. La partie matérielle : | 40 |
| III.1.1. La carte principale | 44 |
| III.1.1.1. La carte ESP-8266-12E "NodeMCU" : | 44 |
| III.1.1.2. Les caractéristiques principales..... | 46 |
| III.1.2. L'écran OLED ssd1306 | 46 |
| III.1.2.1. Présentation | 46 |
| III.1.2.2. Caractéristiques techniques de l'écran OLED..... | 47 |
| III.1.2.3Câblage avec ESP8266..... | 47 |
| III.1.3. Capteur d'humidité relative et de température à sortie numérique DHT22 (DHT22 également nommé AM2302) | 48 |
| III.1.3.1. Caractéristiques et applications | 48 |
| III.1.3.2. La description | 48 |
| III.1.3.3. Dimensions (unité ---- mm) : | 49 |
| III.1.3.4. Les caractéristiques principales..... | 50 |
| III.1.3.5. Câblage d'un capteur DHT | 50 |

Table des matières

| | |
|---|-----------|
| III.1.3.6. Protocole de communication | 52 |
| III.1.3.7. Utilisation | 53 |
| III.1.4. Capteurs de température DS18B20 | 53 |
| III.1.4.1. Définition | 53 |
| III.1.4.2. Description générale | 53 |
| III.1.4.3. Utilisation | 54 |
| III.1.4.4. Avantages et caractéristiques | 54 |
| III.1.4.5. La description des pins (broche) | 54 |
| III.1.4.6 Le schéma synoptique de Ds18B20..... | 55 |
| III.1.4.7 Câblages de DS18B20 avec ESP12E | 56 |
| III.1.5. Dio des électroluminescentes (les LEDs)..... | 57 |
| III.1.6. Chauffage | 58 |
| III.1.7 Extracteur d'air | 58 |
| III.1.8. Mini pompe à eau | 60 |
| III.1.9. Module relais huit canaux..... | 60 |
| III.1.9.1. Principe de fonctionnement | 61 |
| III.1.10. Clavier matriciel 4*4 : | 62 |
| III.1.10.1. Principe de fonctionnement..... | 62 |
| III.1.10.2. Utilisation | 63 |
| III.1.11. Horloge temps réel | 63 |
| III.1.11.1. Caractéristiques..... | 64 |
| III.1.11.2 Câblage | 64 |
| III.1.11.3 Utilisation | 65 |
| III.1.12 Capteur d'humidité des racines | 65 |
| III.1.12.1 Caractéristiques..... | 65 |
| III.1.12.2 Description | 66 |
| III.1.13. Stérilisateur d'eau par ultraviolets..... | 66 |
| III.1.13.1 Conception : | 67 |
| III.1.13.2 Schéma d'installation..... | 68 |
| III.2-La partie programme (software) : | 68 |
| III.2.1 LE LANGAGE DE PROGRAMMATION | 68 |
| III.2.2 Description de l'IDE..... | 69 |
| III.2.2.1 l'interface principal de l'arduino IDE : | 69 |
| III.2.2.2 Le code minimal de programmation | 70 |
| III.2.3 Les étapes de programmation sur le software IDE | 70 |
| III.2.4. Affichage : | 77 |
| III.2.5. Envoyer des donnés vers thingspeak..... | 77 |

Table des matières

| | |
|--|-----------|
| III.2.5.1. Étapes pour travailler sur ThingSpeak :..... | 77 |
| III.2.6. Création de l'application Android avec MIT App Inventor :..... | 81 |
| III.2.6.1. Comment nous avons accédé à App Inventor..... | 81 |
| III.2.6.2. Dessine de l'interface..... | 82 |
| III.2.6.3.Écrire le comportement de l'application..... | 83 |
| III.2.6.4. Teste l'application sur l'émulateur ou le smartphone..... | 83 |
| III.3. La culture..... | 84 |
| III.3.1. Classification..... | 85 |
| III.3.2. Cycle de production de l'orge hydroponique..... | 85 |
| IV Conclusion : | 86 |
| I. Introduction..... | 87 |
| II. L'écran d'accueil..... | 87 |
| II.1. Page de contrôle..... | 89 |
| III. Suivi de chambre hydroponique via Internet..... | 90 |
| III.1. L'Internet des objets..... | 90 |
| III.2. Suivi de chambre hydroponique sur un site web en temps réel : | 90 |
| IV. Destination de la chambre hydroponie..... | 93 |
| V. La culture..... | 93 |
| Conclusion générale..... | 95 |
| Annexe 02: L'essentiel sur ESP8266 / NodeMCU..... | 100 |

Résumé :

Dans ce travail, on a procédé à l'étude du le contrôle automatique du système dans la chambre hydroponique, et on délimité les paramètres agronomiques selon les exigences de la culture hydroponique. Pour cela on a réalisé une chambre bien contrôlée automatiquement.

On utilisé les différents capteurs tel que capteur de température, humidité, luminosité... tous les paramètres ont été contrôlés par une carte esp 12E pour maitriser bien la différence climatique entre l'extérieure et l'intérieure de la chambre.

Ce système a été mis en œuvre en s'appuyant sur l'internet des objets (IOT). Les résultats obtenus sont comparés à quelques résultats expérimentaux et une bonne concordance a été obtenue.

Les Mots-clés : systèmes de contrôle automatique, hydroponie, carte esp, capteurs, iot.

Abstract:

In this work, we proceeded to the study of the automatic control of the system in the hydroponic chamber, and we delimited the agronomic parameters according to the requirements of the hydroponic culture. For this we realized a room well controlled automatically.

we used different sensors such as temperature sensor, humidity, brightness ... all the parameters were controlled by a card esp. 12E to control well the climate difference between the outside and the inside of the room.

This system has been implemented using the Internet of Things (IOT). The results obtained are compared with some experimental results and a good agreement was obtained.

Keywords: automatic control systems, hydroponics, esp card, sensors, iot.

ملخص:

في هذا العمل شرعنا في دراسة التحكم التلقائي للنظام في الغرفة المائية، وقد قمنا بتحديد المعلمات الزراعية وفقا لمتطلبات الزراعة المائية، لهذا أنشأنا مجسم مصغر لغرفة مائية يتم فيها مراقبة المناخ الداخلي لها بشكل تلقائي وآلي. استخدمنا أجهزة استشعار مختلفة مثل مستشعر درجة الحرارة، الرطوبة، الضوء... بحيث تم التحكم في جميع الاستشعارات بواسطة بطاقة هذا من أجل التحكم الجيد في اختلاف المناخ الخارجي عن المناخ الداخلي للغرفة. تم تطبيق هذا النظام باستخدام انترنت الأشياء حيث تم الحصول على نتائج متفوق عليها مع نتائج تجربتنا. كلمات البحث:

iot , بطاقة Esp أجهزة الاستشعار، أنظمة التحكم الآلي، الزراعة المائية.