



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

Département : Génie rural

Spécialité : sciences et techniques des agroéquipements

المدرسة الوطنية العليا للفلاحة

القسم: الهندسة الريفية

التخصص: علوم وتقنيات تجهيزات الفلاحة

Mémoire De Fin D'études

Pour L'obtention Du Diplôme De Master

**THEME**

**Etude et conception d'un système de culture hydroponique  
pour une smart serre**

Présenté Par : M<sup>lle</sup> LAANANI Dhikra

Soutenu le 19/11/2020

BENHAOUARI Amel

Devant le jury composé de :

**Mémoire dirigé par :**

M.BOUDHAR Lies.

Maitre de conférences à l'ENSA

**Président de jury :**

M.MOHHAMDI Zakaria.

Maitre de conférences à ENSA

**Examineurs :**

M.ETSOURI Salim.

Maitre de conférences à ENSA

Promotion : 2015 – 2020

## TABLE DES MATIÈRES

<b>Introduction générale :</b> .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
<b>Etude bibliographique</b> .....	<b>1</b>
<b>Introduction :</b> .....	<b>1</b>
<b>I. Généralités et définitions</b> .....	<b>1</b>
I.1. L'alimentation humaine : .....	1
I.1.1. Consommation : .....	1
I.1.1.1. Modèles de consommation .....	1
I.1.1.2. Situation de la sécurité alimentaire : .....	2
I.1.2. Moyens de production : .....	2
I.2. Culture hydroponique .....	4
I.2.1. Définition : .....	4
I.2.2. Historique : .....	4
I.2.3. L'objectif du système hydroponique : .....	5
I.2.4. Le principe d'une culture hydroponique : .....	6
I.2.5. Différents systèmes hydroponiques : .....	6
I.2.5.1. Système hydroponique liquide (Systèmes sans substrat) : .....	6
I.2.5.2. Système hydroponique d'agrégats (Systèmes avec substrat) : .....	8
I.2.5.3. Les systèmes d'égouttement : .....	12
I.2.6. Exigences de la culture hydroponique : .....	12
I.2.7. Les avantages et les inconvénients de l'hydroponie : .....	13
I.2.7.1. Avantages de la culture hydroponique : .....	13
I.2.7.2. Inconvénients de la culture hydroponique : .....	14
I.2.8. Les nutriments de base pour l'agriculture hydroponique : .....	14
I.3. Les serres : .....	15
I.3.1. Historique : .....	15
I.3.2. Définition : .....	15
I.3.3. Fonction et principe d'utilisation : .....	16
I.3.4. Les différents types de serre (MESMOUDI, 2010) : .....	17
I.3.5. Positionnement de la serre (orientation) : .....	18
I.3.6. Exigences des serres (conditions climatiques) : .....	18
I.3.7. Les avantages de l'automatisation de la serre : .....	20
I.4. Moyens de contrôle : .....	21
I.4.1. Les capteurs : .....	21

I.4.1.1.	Les différents types de capteurs.....	22
I.4.1.2.	Les différents capteurs utilisés : .....	23
I.4.2.	Les actionneurs:.....	24
I.4.3.	Le contrôle des conditions climatiques : .....	24
I.4.3.1.	Le contrôle de la lumière : .....	24
I.4.3.2.	Le contrôle de l’humidité : .....	25
I.4.3.3.	Le contrôle de la température : .....	25
I.4.3.4.	Le contrôle de CO2 : .....	25
I.4.4.	Les microcontrôleurs : .....	26
I.4.4.1.	Les mémoires de microcontrôleur : .....	28
I.4.4.2.	Fonctionnement d’un microcontrôleur : .....	28
I.4.4.3.	Les avantages d’un microcontrôleur : .....	29
I.4.5.	Les cartes programmables : .....	29
I.4.5.1.	L’Arduino : .....	29
I.4.5.2.	Les types d’ARDUINO : .....	30
I.4.6.	L’internet des objets : .....	32
I.4.6.1.	Définition : .....	32
I.4.6.2.	Domaines d’utilisation : .....	33
I.4.6.3.	Le fonctionnement : .....	33
I.4.6.4.	Utilité de l’internet des objets : .....	33
I.4.6.5.	Internet des objets dans le secteur agricole : .....	34
I.4.7.	L’agriculture intelligente : .....	34
I.4.7.1.	Définition : .....	34
I.4.7.2.	Domaine de l’agriculture intelligente : .....	34
I.5.	L’eau et les besoins de la plante : .....	36
I.5.1.	Le rôle de l’eau : .....	36
I.5.2.	La notion de la fertigation : .....	36
II.	L’hydroponie actuelle, ses limites et ses pistes d’amélioration (Travaux sur le thème) : .....	37
II.1.	Les régions qui adoptent ce système .....	37
II.2.	Les cultures utilisées : .....	38
II.3.	Les résultats comparatifs par rapport aux autres systèmes de production (les limites de l’hydroponie) : 38	
II.4.	Les pistes d’amélioration : .....	40
	<b>Conclusion bibliographique</b> .....	42
	<b>Matériels et méthodes</b> .....	43
	<b>Introduction</b> : .....	43

III.	Etudes et conceptions :.....	43
III.1.	Etude de la serre:.....	43
III.1.1.	Description de la serre :.....	43
III.1.2.	Les dimensions de la serre :.....	43
III.1.3.	L'emplacement de la serre : .....	47
III.2.	Etude et conception du système hydroponique. ....	48
III.2.1.	Schéma d'installation. ....	48
III.2.2.	Fonctionnement. ....	51
III.3.	Etude et conception du système de contrôle.....	51
III.3.1.	La partie hardware .....	51
III.3.1.1.	La carte principale ; .....	51
III.3.1.2.	L'afficheur graphique ;.....	53
III.3.1.3.	Clavier matriciel 4x4 ; .....	53
III.3.1.4.	Horloge temps réel ; .....	55
III.3.1.5.	Capteurs d'humidité de l'air ; .....	55
III.3.1.6.	Capteurs de température de l'air ; .....	56
III.3.1.7.	Capteurs de température de l'eau ; .....	56
III.3.1.8.	Capteurs du ph ; .....	58
III.3.1.9.	Capteurs de la luminosité ; .....	59
III.3.1.10.	Capteur du spectre lumineux ; .....	60
III.3.1.11.	Extracteur d'air ; .....	61
III.3.1.12.	Les pompes ; .....	62
III.3.1.13.	La carte de puissance ; .....	62
III.3.1.14.	La carte d'alimentation.....	63
III.3.2.	La partie software.....	64
III.3.2.1.	La logique du programme ; .....	65
III.3.2.2.	L'organigramme.....	67
<b>Conclusion</b> .....		<b>70</b>
<b>Conclusion générale</b> .....		<b>71</b>
<b>Référence bibliographique</b> .....		<b>72</b>

---

## الملخص

نعلم أن اقتصاد الجزائر تتحكم فيه عدة قطاعات ومن أهمها قطاع الفلاحة. وهذا الأخير يلعب دور هام في رفع الاكتفاء الذاتي للبلاد وكذا الأمن الغذائي. نحن بدورنا كمهندسين في مجال الهندسة الريفية في العتاد الفلاحي, اقترحنا نظام بإمكانه رفع المنتج الفلاحي بنسبة كبيرة مقارنة بالمنتج على مستوى الأراضي وهذا ما يمكننا تسميته بالزراعة الحديثة التي تسمح لنا بالتحكم في جميع (NPK) شروط نمو النبتة كالحرارة والرطوبة وكذا الضوء. ونظرا لعدم توفر إمكانيات للتحكم في مختلف العناصر الغذائية للنبتة عجزنا على التحكم فيها لنصل إلى تحكم آلي بنسبة 100% للمحافظة على سلامة ومردودية الإنتاج وإمكانية تأقلم النبات مع أي ظروف جوية وفي أي منطقة كانت ويتم هذا عن استغلالنا للبيوت البلاستيكية أو ما تسمى بالدفينات لنكسر حاجز التغير الجوي واستمرارية الإنتاج خارج المواسم المعتادة

الزراعة بدون تربة أو ما يسمونها بالاستنبات هي طريقة حديثة تمكنا من الاقتصاد في عامل المياه بنسبة 90% ورفع المردودية كما ونوعا بنسبة كبيرة وكذا سهولة جني الثمار بالنسبة للأرض ومراقبة نمو النبتة والتعرف على احتياجاتها عن بعد وهذا عن طريق (IOT)الإنترنت.

## Résumé

Nous savons que l'économie algérienne est contrôlée par plusieurs secteurs, dont la plus importante est l'agriculture. Cette dernière joue un rôle important dans la promotion de l'autosuffisance du pays ainsi que de la sécurité alimentaire. En tant qu'ingénieur agronome dans les équipements agricoles, nous avons proposé un système qui pouvait augmenter considérablement la production agricole par rapport aux produits de la terre. Et c'est ce que nous pourrions appeler l'agriculture moderne qui nous permet de contrôler toutes les conditions de croissance des plantes comme la chaleur, l'humidité et la lumière. En l'absence de capacités de contrôle des différents éléments alimentaires de la plante (NPK), nous ne sommes pas en mesure de les contrôler de 100 % pour maintenir la sécurité, la rentabilité et l'adaptabilité des plantes dans toutes les conditions atmosphériques et dans toutes les régions où elles ont été utilisées pour les maisons en plastique ou les <<serres>> afin de briser les barrières et de maintenir la production hors saison.

L'agriculture hors sol , ou ce qu'ils appellent l'hydroponie, est une méthode moderne qui nous permet d'obtenir des économies d'eau de 90 %, d'augmenter les rendements en quantité et en qualité, ainsi que la facilité de récolter des fruits par rapport au culture en Terre, de surveiller la croissance de la plante et d'identifier ses besoins à distance par l'Internet des objets (IOT).

## Abstract

We know that Algeria's economy is controlled by several sectors, the most important of which is agriculture. The latter plays an important role in raising the country's self-sufficiency as well as food security. We, as engineers in rural engineering in the agricultural hardware, proposed a system that could significantly increase the agricultural product compared to the soil-level product, and that's what we call modern agriculture that allows us to control all the conditions of the plant's growth, like temperature and humidity and light. Because of the lack of control capabilities for the various nutrients of the plant (NPK), we are unable to control it to reach 100% automatic control to maintain the safety and efficiency of production and the adaptability of the plant to any weather conditions in any area. This is done by using plastic houses or so-called greenhouses to break the barrier of climate changes and sustain production outside the usual seasons

Farming without soil or what they call "hydroponic" is a modern way that enables us to economize on the water factor by 90%, raise the quantity and quality of yield by a large percentage, and also make it easier to harvest the fruits compares to the soil , monitor the growth of the plant, and identify its needs remotely, and this is done via the Internet of things (IOT).