



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'Etude

Pour L'obtention Du Diplôme De Master

THEME

**Conception d'un dispositif autonome d'alimentation en
énergie d'un système de culture verticale**

Présenté par :

Soutenu publiquement le 10/10/2024

OUYABA Brahim

Devant le jury composé de :

Promoteur :

Mr. ETSOURI. S.

MCA, ENSA

Président :

Mr. L. BOUDHAR

MCA, ENSA

Examineur :

Mr. YACHI A. EL OU

MCB, ENSA

Invité :

Mr. AIB Nadir

partenaire Socio-économique

Promotion : 2019-2024

Table des matières :

<i>Remerciements</i>	II
<i>Table des matières</i> :	V
<i>Liste des tableaux</i>	VIII
<i>Liste des figures</i>	IX
<i>Liste des abreviation</i>	X
<i>Introduction générale</i> :	XII
<i>Problématique</i> :	XIV
I. CHAPITRE I – GENERALITES SUR LES ÉNERGIES RENOUVELABLES	1
I.1 HISTORIQUE :	1
I.1.1 <i>Evaluation des énergies renouvelables en Algérie</i> :	2
I.1.2 <i>Programme de développement des énergies renouvelables</i> :	2
I.1.3 <i>Stratégie de l'Algérie en matière des énergies renouvelables</i> :	3
I.2 ÉNERGIE SOLAIRE :	4
I.2.1 <i>Energie solaire photovoltaïque</i> :	5
I.2.2 <i>Energie solaire thermique</i> :	5
I.2.3 <i>Le potentiel de l'énergie solaire en Algérie</i> :	6
I.3 DIMENSIONNEMENT DES SYSTEMES DE CONVERSIONS D'ÉNERGIE ELECTRIQUE PHOTOVOLTAÏQUE :	7
I.3.1 <i>Introduction</i> :	7
I.3.2 <i>Principe de fonctionnement</i> :	8
I.3.3 <i>Procédé de conversion photovoltaïque</i> :	8
I.3.3.1 <i>Le système photovoltaïque</i> :	8
I.3.3.2 <i>Les cellules photovoltaïques ou photopiles</i> :	9
I.3.3.3 <i>Différents types des cellules photovoltaïques</i> :	11
I.3.3.4 <i>Les modules photovoltaïques</i> :	12
I.3.3.5 <i>Les batteries d'accumulateurs</i> :	13
I.3.3.6 <i>Le convertisseur</i> :	15
I.3.3.7 <i>Autres composants d'un système photovoltaïque autonome</i> :	15
II. CHAPITRE II – PROJET D'ÉCLAIRAGE ET DE POMPAGE DE LA FERME VERTICALE	18
II.1 FERMA VERTICALE :	18
II.1.1 <i>Type des fermes verticales</i> :	19
II.2 POMPAGE DE LA FERME :	21
II.2.1 <i>Les types de pompes</i> :	22
II.2.1.1 <i>Les pompes centrifuges</i> :	23
II.2.1.2 <i>Les pompes volumétriques</i> :	24
II.2.2 <i>Système de fonctionnement</i> :	24
II.3 ÉCLAIRAGE DE LA FERME :	24
II.3.1 <i>L'éclairage photovoltaïque</i> :	25
II.3.2 <i>Importance de l'éclairage dans l'agriculture verticale</i> :	25
II.3.3 <i>Eclairage LED</i> :	26
II.4 SYSTEME DE CONTROLE :	26
II.4.1 <i>Structure du système étudié</i> :	27
II.4.1.1 <i>Kit solaire</i> :	27
II.4.1.2 <i>La carte Arduino Uno R3</i> :	28
II.4.1.3 <i>Les capteurs</i> :	30
II.4.1.4 <i>Mini pompe</i> :	31
II.4.1.5 <i>Tube d'irrigation</i> :	31
II.4.1.6 <i>Lampe de culture à LED</i> :	32
III. CHAPITRE III – REALISATION DE SYSTEME	34

III.1	INTRODUCTION :	34
III.1.1	<i>La conception d'un dispositif :</i>	35
III.1.2	<i>Consommation énergétique :</i>	36
III.1.3	<i>Localisation du site :</i>	37
III.1.4	<i>Données météorologiques :</i>	37
III.1.5	<i>Dimensionnement du générateur photovoltaïque :</i>	38
III.2	MONTAGES ET DESCRIPTIONS :	40
III.2.1	<i>Contrôle de température et l'humidité :</i>	40
III.2.2	<i>Contrôle d'humidité du substrat :</i>	41
III.2.3	<i>Contrôle de luminosité :</i>	41
III.3	CHOIX DES PLANTES A CULTIVER :	42
III.3.1	<i>Fiche technique :</i>	43
III.4	FONCTIONNEMENT DE SYSTEME :	43
III.4.1	<i>Éclairage à partir des capteurs de lumière :</i>	43
III.4.2	<i>Irrigation à partir des capteurs d'humidité :</i>	44
III.4.3	<i>Système d'automatisation centralisée :</i>	45
III.4.4	<i>Interaction des systèmes :</i>	45
III.5	CAS D'UTILISATION DE SYSTEMES :	46
III.6	CONCLUSION :	47
IV.	CHAPITRE IV – ETUDE ECONOMIQUE	49
IV.1	CARTES D'INFORMATION :	49
IV.2	PRESENTATION DE PROJETS :	49
IV.2.1	<i>L'idée du projet :</i>	49
IV.2.2	<i>La solution proposée :</i>	50
IV.2.3	<i>Les valeurs proposées :</i>	51
IV.2.4	<i>Équipe de travail :</i>	52
IV.2.5	<i>Objectifs du projet :</i>	52
IV.2.6	<i>Calendrier de réalisation du projet :</i>	53
IV.3	ASPECTS INNOVANTS :	53
IV.3.1	<i>Nature des innovations :</i>	53
IV.3.2	<i>Domaines d'innovation :</i>	54
IV.4	ANALYSE STRATEGIQUE DU MARCHÉ :	54
IV.4.1	<i>Le segment du marché :</i>	54
IV.4.2	<i>Mesure de l'intensité de la concurrence :</i>	55
IV.4.3	<i>La stratégie marketing :</i>	55
IV.5	PLAN DE PRODUCTION ET D'ORGANISATION :	56
IV.5.1	<i>Le Processus de production :</i>	56
IV.5.2	<i>Processus en schéma :</i>	56
IV.6	L'APPROVISIONNEMENT :	57
IV.6.1	<i>Les matières premières :</i>	57
IV.6.2	<i>Les fournisseurs de matières premières :</i>	57
IV.6.3	<i>Risques d'approvisionnements :</i>	57
IV.6.4	<i>La main d'œuvre :</i>	58
IV.6.5	<i>Les Principaux partenaires :</i>	58
IV.7	PLAN FINANCIER	59
IV.7.1	<i>Investissements et financements :</i>	59
IV.7.2	<i>Salaires et charges sociales :</i>	60
IV.7.3	<i>Détail des amortissements :</i>	61
IV.7.4	<i>Seuil de rentabilité économique :</i>	62
IV.7.5	<i>Compte de résultats prévisionnel sur 3 ans :</i>	63
IV.7.6	<i>Business Model Canvas :</i>	65
	<i>Conclusion :</i>	66

Résumé :

L'intégration de systèmes photovoltaïques dans les fermes verticales permet de fournir une énergie durable pour des besoins essentiels comme l'éclairage et le pompage. Les panneaux solaires alimentent les lumières artificielles (comme les LED), nécessaires pour simuler la lumière du soleil dans des environnements clos ou urbains. Grâce à des capteurs de lumière, l'intensité de l'éclairage peut être ajustée automatiquement en fonction de la lumière naturelle, ce qui optimise la consommation d'énergie.

Les pompes solaires sont utilisées pour irriguer les plantes, transportant l'eau depuis des réservoirs ou des sources souterraines. L'irrigation est automatisée grâce à des capteurs d'humidité qui adaptent la quantité d'eau en fonction des besoins des cultures, minimisant ainsi le gaspillage.

L'énergie solaire peut également être stockée dans des batteries pour garantir une alimentation continue, notamment la nuit ou en cas de mauvais temps.

Un système de gestion automatisé peut superviser et ajuster en temps réel les processus d'éclairage et d'irrigation, en fonction des conditions climatiques et des besoins des plantes. Cette utilisation de l'énergie solaire réduit les coûts énergétiques, améliore l'efficacité des fermes verticales, tout en augmentant leur autonomie et en réduisant leur empreinte carbone.

Les mots clés : système photovoltaïque, ferme verticale, éclairage, pompage, gestion automatisé, autonomie, empreinte carbone.

ملخص:

يتيح دمج الأنظمة الكهروضوئية في المزارع العمودية توفير طاقة مستدامة لتلبية احتياجات أساسية مثل الإضاءة والضخ تقوم الألواح الشمسية بتزويد الأضواء الاصطناعية (مثل مصابيح لاد) بالطاقة، وهي ضرورية لمحاكاة ضوء الشمس في البيئات المغلقة أو الحضرية. بفضل مستشعرات الضوء، يمكن ضبط شدة الإضاءة تلقائيًا بناءً على كمية الضوء الطبيعي المتاحة، مما يساهم في تحسين استهلاك الطاقة.

تُستخدم المضخات الشمسية لري النباتات، حيث تقوم بنقل المياه من الخزانات أو المصادر الجوفية. يتم التحكم في الري تلقائيًا باستخدام مستشعرات الرطوبة التي تضبط كمية المياه حسب احتياجات المحاصيل، مما يقلل من التبذير.

يمكن أيضًا تخزين الطاقة الشمسية في بطاريات لضمان إمدادات مستمرة من الطاقة، خاصة في الليل أو في الظروف الجوية السيئة.

يمكن لنظام إدارة آلي الإشراف على عمليات الإضاءة والري وضبطها في الوقت الفعلي بناءً على الظروف المناخية واحتياجات النباتات. إن استخدام الطاقة الشمسية بهذه الطريقة يقلل من تكاليف الطاقة، ويحسن كفاءة المزارع العمودية، كما يزيد من استقلاليتها ويقلل من بصمتها الكربونية.

الكلمات المفتاحية: الأنظمة الكهروضوئية، المزارع العمودية، الإضاءة، الضخ، نظام إدارة آلي، الاستقلالية، البصمة الكربونية.

Abstract:

The integration of photovoltaic systems in vertical farms provides sustainable energy for essential needs such as lighting and pumping. Solar panels power artificial lights (such as LEDs), which are necessary to simulate sunlight in enclosed or urban environments. Thanks to light sensors, the intensity of the lighting can be automatically adjusted based on the amount of natural light available, optimizing energy consumption.

Solar pumps are used to irrigate the plants, transporting water from reservoirs or underground sources. Irrigation is automated using humidity sensors that adjust the water supply according to the needs of the crops, minimizing waste. Solar energy can also be stored in batteries to ensure continuous power supply, especially at night or during bad weather.

An automated management system can monitor and adjust lighting and irrigation processes in real-time, based on climatic conditions and the plants' needs.

This use of solar energy reduces energy costs, improves the efficiency of vertical farms, increases their autonomy, and reduces their carbon footprint.

Keywords: photovoltaic systems, vertical farms, lighting, pumping, automated management, autonomy, carbon footprint.