

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université KASDI Merbah d'Ouargla

Faculté des Sciences Appliquées

Département de Génie Mécanique



Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de master académique

Filière : Génie mécanique

Spécialité : Energétique

Thème :

Proposition d'une technique de chauffage des serres agricoles

Présenté par :

DHIKEL abdelkader et HADJADJ abdelghani

Soutenu le : 13/06/2022

Devant le Jury composé de :

KEBDI Zakaria	MCB	Univ KMO	Président
DERGHOUT Zoheir	MAA	Univ KMO	Examineur
ACHOURI El hadj	MCB	Univ KMO	Encadreur

2022/2021



Remercîment

Dieu soit loué, qui nous a permis de mener à bien ce travail

*Nous adressons nos sincères remerciements au Dr. ACHOURI E. H.,
qui a accepté de diriger ce travail et de nous donner des conseils pour
le mener à bien.*

*Nous tenons à exprimer notre gratitude à tous les membres du jury
qui ont accepté de lire notre travail et de le juger Dr. KABDI Zakaria
en tant que président et M. DERGHOUT Zoheir*

*Enfin, je tiens également à remercier le Dr.HAJI Abdul-Sami, le
Dr.SHIRAI Reda, le Dr.BENRIMA Zainal Abidin et le Dr.DALGOUM
Khalil qui nous ont aidés à mener à bien ce travail.*





Dédicaces

*Nous dédions ce travail à nos
familles, amis, frères et tous ceux
qui nous ont soutenus.*

Liste des figures

Figure I.1. Serre tunnel.	6
Figure I.2. Serre multi-chapelle	7
Figure I.3. Serre jardin	8
Figure II.1. Energie solaire	19
Figure II.2. Eoliennes à axes horizontal	20
Figure II.3. Eoliennes à axes vertical.	21
Figure II.4. Principe conversion de l'énergie cinétique du vent	21
Figure II.5. Exemple de barrage	22
Figure II.6. Différents types de biomasse	24
Figure II.7. Fonctionnement d'une centrale à biomasse.....	25
Figure II.8. Energie géothermique.....	26
Figure III.1. Situation de Ouargla en Algérie.....	30
Figure III.2. Forme de la serre a étudiée.....	30
Figure III.3. Configurations géométriques des serres étudiées	34
Figure III.4. Imposer un niveau thermique pour les différents murs et sols de la serre	35
Figure III.5. Répartition thermique du sol de la serre a température $T= 284$ k.....	35
Figure III.6. Répartition de la chaleur à la sortie de la serre à température $T= 284$ k	36
Figure III.7. Répartition de la chaleur sur la couverture de la serre à température $T= 284$ k 36	
Figure III.8. Variations de la température de l'air en absence du système géothermique	37
Figure III.9. Variations de la température de l'air en présence du système géothermique	37
Figure III.10. Variations de la vitesse de l'air en absence du système géothermique.....	38
Figure III.11. Variations de la vitesse de l'air en présence du système géothermique	38
Figure III.12. Température de l'air dans la section longitudinale à $T=284$ k.....	39
Figure III.13. Température de l'air dans la section transversale à $T=284$ k.....	40

Liste des tableaux

Tableau I.1. Caractéristiques thermiques de laserre.....11

Tableau III.1. Propriétés thermiques des matériaux.....31

Listes des Acronymes et Symboles

Listes des Acronymes et Symboles

Acronymes

T	Température	°C
K	Kelvin	
°C	Degrés Celsius	
%	Pourcentage	
O2	L'oxygène	
CO2	Dioxyde de carbone	
m/s	Mètre par seconde	
N	Nord	
E	Est	
K	kilomètre	
J/kg.K	joules par kilogramme en kelvin	
W/m	Watts par mètre en Kelvin	
H	heure	

Symboles

PAR	rayonnement actif sur la photosynthèse
PRV	Le polyester armé de fibres de verre
PMMA	poly méthacrylate de méthyle
PC	polycarbonate
PVC	polychlorure de vinyle
Nu	Nombre de Nusselt

Listes des Acronymes et Symboles

Pr	Nombre de Prandtl	
Ra	Nombre de Rayleigh	
ρ	Masse volumique de l'air	kg /m ³
ν	Viscosité cinématique	m ² /s

Table des matières

Table des matières

Introduction Générale	1
Chapitre I. Généralités sur les serres agricoles	
I.1. Introduction.....	3
I.2. Les serres agricoles.....	3
I.3. Intérêt de la serre	3
I.4.1. Climat sous la serre.....	4
I.4.1.1. Lumière	4
I.4.1.2. Température	4
I.4.1.3. Humidité.....	4
I.4.1.4. Teneur en gaz carbonique	5
I.5. Orientation de la serre.....	5
I.6. Types de serres agricoles	5
I.6.1. Serres tunnel	5
I.6.1.1 Caractéristique des serres tunnel	6
I.6.2. Serres multi-chapelle	6
I.6.2.1 Caractéristique des serres multi-chapelle.....	7
I.6.3. Serre de jardin.....	7
I.6.3.1 Caractéristique d'une serre de jardin.....	8
I.7. Composantes d'un abri serre	8
I.7.1 L'ossature (armature)	9
I.7.2 L'acier.....	9
I.7.3 L'aluminium	9
I.7.4 Le béton	9
I.7.5 Le bois	10
I.8 Les matériaux de couverture ou de l'enveloppe.....	10
I.8.1 Le Verre.....	10
I.8.2 Les matériaux plastiques.....	12
I.9. Source d'énergies dans les serres	13
I.9.1. Géothermie	13
I.9.2. Énergie solaire	13

Table des matières

I.10. Comportement de la serre chauffée	13
I.11. Conditions climatiques d'une serre	14
I.11.1. Les échanges radiatifs	14
I.11.1.1. Courtes longueurs d'onde	15
I.11.1.2. Grandes longueurs d'onde	15
I.11.2. Les échanges convectifs	15
I.11.3. Les échanges conduisis	16
I.11.3.1. Convection libre	16
I.11.3.2. Convection forcée	16
I.11.3.3. Convection mixte	17
I.12. Conclusion	17

Chapitre II: Généralité sur les énergies renouvelables

II.1. Introduction	18
II.2. Type d'énergie renouvelable	18
II.2.1. Energie solaire	18
II.2.1. 1. Avantage	19
II.2.1. 2. Inconvénients	19
II.2.2. Energie éolienne	19
II.2.2.1. Les différents types d'éoliennes	20
II.2.2.2. Principe de fonctionnement	21
II.2.3. Energie hydraulique	22
II.2.3.1. Définition	22
II.2.3.2. Les types des centrales hydrauliques	22
II. 3. Biomasse	23
I. 3.1. Définition	23
II.3.2. Les Biocombustibles et les biocarburants	23
II.3.2.1. Les biocombustibles	23
II.3.2.2. Les Biocarburant	23
II.3.2.3. Le biogaz	24
II.3.3. Principe de la biomasse	24
II.4. Energie géothermique	25
II.4.1. Historique	25

Table des matières

II.4.2. Définition	26
II.4.3. Types de l'énergie géothermique	26
II.4.3.1. Géothermie haute énergie	26
II.4.3.2. Géothermie moyenne énergie	27
II.4.3.3. Géothermie basse énergie	27
II.4.3.4. Géothermie très basse énergie	27
II .5. Conclusion.....	28

Chapitre III: Resultats et discussions

III.1. Introduction.....	29
III.2. Description de la zone.....	29
III.3. Présentation de l'ANSYS	31
III.3.1 Introduction sur la simulation	31
III.3.2. Définition de l'ANSYS.....	31
III.3.3. Equations de conservation	31
III.3.3.1 Equation de masse	31
III.3.3.2 Equation de la quantité du mouvement	32
III.3.3.3 Equation de l'énergie.....	32
III.3.4 Conditions aux limites	32
III.3.4.1 L'adhérence aux parois.....	32
III.3.4.2 Les parois adiabatiques.....	32
III.3.4.3 Les parois isothermes	32
III.3.4.4 On définit le nombre de Nusselt vertical moyen, en y donné, par	32
III.3.4.5 Pour la paroi $x=+0.5$, le nombre de Nusselt global est donné par.....	32
III.3.5. Principales étapes pour définir un problème de CFD	33
III.3.5.1 Présentation du code FLUENT.....	33
III.3.5.2 Résolution du problème avec le code ANSYS FLUENT.....	33
III.4. Géométrie.....	34
III.5. Maillage	34
III.6. Conteur.....	35
III.7. Résultat et interprétation	36
III.7.1. Représentant les changements de température.....	36
III.7.2 Représentant les changements de vitesse.....	37

Table des matières

III.7.3 Distributions de température à effet de serre	39
III.8. Conclusion	40
Conclusion générale.....	31

The background of the page is a light-colored, marbled paper with a complex, organic pattern of grey and white veins. The text is centered on this background.

Introduction Générale

Introduction Générale

La culture sous serre, connaît depuis quelques décennies un développement important, dû essentiellement à la croissance grimpante de la population et l'élévation continue de son niveau de vie.

La serre est un outil de production permettant de créer artificiellement un microclimat destiné à favoriser la croissance et le développement de culture. Par sa présence, elle protège la végétation des coups dus aux variations des facteurs du climat. Les principaux facteurs climatiques du milieu interne à une serre, qui sont différents par rapport à l'extérieur, sont : la température, la lumière et l'humidité. Chacun de ces facteurs est conditionné dans la serre, par l'influence des variations climatiques extérieures, par les propriétés du matériau de couverture et par les caractéristiques propres à cette serre.

La géothermie est une source d'énergie qualifiée de nouvelle, douce et renouvelable ; elle a été utilisée dans plusieurs pays dans le domaine de l'agriculture pour chauffer les serres agricoles.

C'était une contribution assez modeste de l'énergie géothermale dans le développement du secteur agricole, bien que les domaines d'application directe de cette énergie sont vastes. Le secteur agro-alimentaire est celui où les applications directes de l'énergie géothermique sont les plus développées ; plus important encore, c'est celui qui offre le plus de perspectives. Le chauffage des serres agricoles constitue l'usage le plus répandu de l'énergie géothermique en agriculture [24].

L'objectif principal de ce travail est de prédire l'effet du système de stockage sur le comportement thermique d'une serre agricole dans le but ultime d'améliorer l'efficacité de la production.

Utilisant ce travail est réalisé par le programme ANSYS FLUENT qui permet de dessiner la géométrie et de générer le réseau. Permettant la simulation numérique de l'écoulement ; L'utilisation du prétraitement, de la résolution et du traitement est illustrée par les dimensions de la serre.

Dans ce but notre travail est présenté dans le présent mémoire qui est organisé en trois chapitres comme suit:

- ✚ Le premier chapitre portera sur une étude générale de la serre agricole, des facteurs et des paramètres climatiques.

Introduction Générale

- ✚ Le deuxième chapitre sera consacré pour présenter les énergies renouvelables et l'énergie géothermique.
- ✚ Le troisième chapitre consistera à présenter une validation et optimisation des paramètres de fonctionnement de la serre par le logiciel ANSYS FLUENT et l'interprétation des résultats obtenus.

.....Enfin, nous terminerons ce mémoire par une conclusion générale et des perspectives.

Chapitre I

Généralités sur les serres agricoles

Chapitre I. Généralités sur les serres agricoles

I.1. Introduction

La pénurie alimentaire est l'un des plus grands problèmes auxquels l'humanité est confrontée au 21ème siècle. Le réchauffement de la planète et d'autres facteurs climatiques ont réclamé une masse de terres substantielle disponible pour la culture. À fin de résoudre ce problème, les pratiques en serre qui existent depuis très longtemps sont maintenant modernisées et déployées dans de nombreuses régions du monde. Ce chapitre est consacré à l'état de l'art visant à présenter les serres et ses différents types, ainsi que les équipements et outils qui nous permettent de contrôler et de gérer les paramètres.

I.2. Les serres agricoles

Une serre est une structure close ou semi-ouverte translucide, en verre ou en plastique, soutenue par une structure métallique ou en bois, destinée en général à la culture ou à la protection des plantes en exploitant le rayonnement solaire, elle est devenue un local industriel de production de la matière végétale ou l'on tente d'adapter l'environnement immédiat de la plante. De façon à améliorer sa productivité et sa qualité, en l'affranchissant du climat extérieur, du sol local et même des saisons [1].

I.3. Intérêt de la serre

La serre de culture offre la possibilité de s'affranchir des contraintes climatiques extérieures (pluie, vent, froid). Elle est conçue pour recréer un environnement donné (microclimat). Elle permet le chauffage de l'air et des racines, le contrôle de l'irrigation et de la fertilisation, l'enrichissement en CO₂ et le contrôle de l'humidité. Elle joue un rôle économique en présentant des produits sur le marché en hors saison.

La serre permet ainsi d'obtenir une production végétale dans des conditions meilleures que celles existantes naturellement et ce par une meilleure qualité du produit. Pour aboutir à ces résultats, il faut répondre minutieusement aux exigences de la culture pour les différents facteurs intervenant dans sa croissance et son développement, ceci suppose la connaissance des interactions entre ces divers paramètres [2].

I.4. Caractéristiques d'une serre

I.4.1. Climat sous la serre

Le climat spontané à l'intérieur de la serre dépend essentiellement du climat extérieur, des caractéristiques physiques de l'air intérieur, de la forme de la serre, du volume de l'abri, son orientation et des qualités physico-chimiques des matériaux de la couverture utilisée. Les principaux facteurs du milieu interne d'une serre, qui sont modifiés par rapport à l'extérieur sont: la lumière, la température, l'humidité et les concentrations des gaz (CO_2 , O_2).

I.4.1.1. Lumière

Les conditions d'éclairage à l'intérieur de la serre sont sous l'étroite dépendance du climat lumineux naturel, la meilleure utilisation de ce climat naturel sera liée au choix des matériaux de couverture et aux conditions de leur mise en œuvre (structure, forme et orientation des serres) qui ont une grande influence sur l'utilisation raisonnable de ce climat naturel [25].

I.4.1.2. Température

La température de l'air, prise comme caractéristique du climat de la serre, est la résultante du bilan d'énergie établi sous la serre. L'effet de serre se présente généralement de la façon suivante:

L'abaissement de la température pendant la nuit est dû à la diminution des déperditions d'énergie par rayonnement infra-rouge à travers la paroi limite le refroidissement nocturne; on parle alors d'inversement de température. L'élévation de température de l'air pendant le jour qui devient rapidement excessive lorsque le rayonnement solaire est intense, est dû aux effets conjugués des piégeages des apports radiatifs solaires et à la réduction d'échanges convectifs. Il est alors nécessaire d'intervenir en augmentant la vitesse de renouvellement de l'air par aération statique ou par ventilation dynamique [26].

I.4.1.3. Humidité

Le confinement et l'étanchéité de la serre favorisent l'augmentation de l'humidité absolue tandis que l'élévation de la température de l'air tend à accroître le déficit de la saturation. Les conséquences de l'humidité sont:

Pendant le jour: L'élévation de la température de l'air peut entraîner un abaissement exagéré de son humidité relative et provoquer un véritable "stress hydrique" au niveau de la végétation d'où la nécessité de prévoir un système de ventilation de la serre. Pendant la nuit: Les serres étant généralement fermées, l'humidité relative est élevée.) Au cours de la nuit, la

température baisse. Il se produit fréquemment des condensations sur les parois et les gouttes condensées peuvent tomber sur la végétation (Conditions favorables au développement des certaines maladies...) [3].

I.4.1.4. Teneur en gaz carbonique

Dans le cas des serres très étanches peu aérées, il est souhaitable de pouvoir réaliser un enrichissement en CO₂ qui peut être très bénéfique, aussi bien pour le rendement que pour la précocité s'il est judicieusement utilisé. Dans les régions méridionales, où le besoin de la ventilation est important dès le début de la saison de culture et où les serres sont donc ouvertes pendant la majeure partie de la journée, l'enrichissement en CO₂ est plus difficilement applicable [3].

I.5. Orientation de la serre

Le réglage de l'orientation de la serre selon la course du soleil ainsi que selon la direction des vents a causé des difficultés pour éviter l'hétérogénéité de certaines conditions climatiques à l'intérieure de la serre. Dans la région méditerranéenne, où le soleil s'élève sur l'horizon, les vérifications ont montré que l'éclairement solaire satisfaisant pouvait s'obtenir par l'adaptation d'une orientation nord-sud. La comparaison entre le matin et le soir a montré que cette orientation permet d'avoir une meilleure homogénéité du flux lumineux. Compte tenu de la direction générale Nord-sud des vents dominants, cette orientation a l'avantage de réduire les effets néfastes des vents tant sur la structure que sur les déperditions énergétiques de la serre [25].

I.6. Types de serres agricoles

La classification des serres est complexe et difficile ; Elle est souvent faite selon les formes données par les cadres porteurs qui constituent l'assemblage, on distingue deux principaux types appartenant à deux grandes familles de serres : Les serres tunnels et les serres chapelles [4].

I.6.1. Serres tunnel

Une serre tunnel (Figure I.1) est formée de plusieurs grands arceaux métalliques, recouverts d'un film souple en plastique transparent, qui lui donne la forme d'un tunnel. Les dimensions de la serre dépendent des besoins du jardinier [5].



Figure I.1. Serre tunnel [5].

I.6.1.1 Caractéristique des serres tunnel

- ✚ La hauteur varie généralement entre 2 et 2,50 mètres.
- ✚ La largeur se situe entre 3 et 5 mètres.
- ✚ Une surface au sol minimale de 6 m².
- ✚ La deuxième porte est nécessaire dès que la serre tunnel dépasse les 6 mètres de long.

I.6.2. Serres multi-chapelle

Les différentes pièces qui composent la structure de la gamme à serres Multi chapelle (Figure I.2) sont conçues pour être parfaitement assemblées grâce à des joints vissés qui simplifient le montage tout en absorbant idéalement les différentes forces qui ont un impact sur la structure. Elles sont très demandées pour leur robustesse et leur grande capacité d'adaptation aux dimensions et aux caractéristiques du terrain. [6].



Figure I.2. Serre multi-chapelle [6].

I.6.2.1 Caractéristique des serres multi-chapelle

- ✚ Matériaux de revêtement : Film plastique. Matériaux semi-rigides Plaque rigide.
- ✚ Les éléments en aluminium et les profils d'ancrage.
- ✚ Un volume intérieur important.
- ✚ L'inclinaison des arceaux permettent de tirer le meilleur parti des rayons solaires.

I.6.3. Serre de jardin

C'est un petit modèle, parfait pour faire pousser des plantes, idéale pour protéger ses plantes en hiver, récolter des fruits et légumes toute l'année ou réaliser des semis sous abri. Une serre peut être construite avec divers matériaux et selon différentes formes, même avec des matériaux de récupération.[6] (Figure I.3).



Figure I.3. Serre jardin [7].

I.6.3.1 Caractéristique d'une serre de jardin [7].

1. Les matériaux fréquemment utilisés pour l'armature de la serre :
 - ✚ Les structures en aluminium.
 - ✚ Les structures en acier.
 - ✚ Les structures en bois.
2. Les matériaux fréquemment utilisés pour les panneaux de la serre :
 - ✚ Le verre horticole.
 - ✚ Le verre trempé.
 - ✚ Le polycarbonate alvéolaire.

I.7. Composantes d'un abri serre

D'une manière générale, la serre est composée de deux structures : une armature (ossature) qui constitue le squelette de l'abri, et une couverture (enveloppe) qui réalise l'écran nécessaire à la création d'un microclimat spécifique à la serre [30].

I.7.1 L'ossature (armature)

C'est la charpente de la serre, elle est un assemblage de cadres porteurs reliés par des pannes et des pièces de triangulation, les éléments porteurs peuvent être constitués par des profils différents, plus ou moins lourds, suivant le type de serre. La charpente, doit être constituée de matériaux résistants aux intempéries notamment aux vents forts. Les matériaux utilisés pour l'ossature sont : l'aluminium, le béton, le bois et l'acier galvanisé, Ceux-ci ne doivent constituer le moindre obstacle à la lumière solaire [1].

I.7.2 L'acier

Est largement utilisé dans l'ossature de la serre : poteaux, fermes, arceaux, poutres, pannes, chéneaux. L'acier est parfois utilisé pour les barres à vitrage ; depuis quelques années, il est souvent remplacé pour cet usage par l'aluminium. Les caractéristiques mécaniques avantageuses d'acier sont : la limite de résistance à la rupture, la limite d'élasticité, l'allongement, la résilience, et la résistance à la rupture sont favorable à ce type de construction. En construction, on emploie surtout l'acier doux ordinaire et des aciers mi-durs. En revanche on compte pour l'acier les inconvénients suivant: Présenter une conductivité thermique élevée, et la continuité des liaisons entre la charpente et les éléments métalliques de la couverture favorise les pertes de chaleur par « pont thermique » [30].

I.7.3 L'aluminium

Les alliages d'aluminium sont très utilisés aujourd'hui dans la construction des serres. Cependant, dans la pratique, l'aluminium est surtout utilisé en association avec une ossature à base d'acier, Les alliages d'aluminium ont différents avantages : Ils résistent, à la corrosion grâce à la formation par oxydation de l'aluminium, d'une fine couche superficielle d'alumine. Il y a donc peu ou pas d'entretien ; Les éléments ou profils même de dimension réduite ont une bonne résistance mécanique ; Ils sont légers et donc très maniables lors de la construction et des réparations. L'inconvénient majeur que peut présenter ce matériau est sa faible résistance mécanique et sa Forte conductivité thermique supérieure à celle de l'acier [30].

I.7.4 Le béton

Le béton est utilisé dans la réalisation des fondations, des murets situés à la base des parois et pour le recouvrement des allées. Malgré sa résistance (mécanique) cet élément présente plusieurs inconvénients : constituer un obstacle à la lumière solaire ; Très coûteux pour les serres en verre [1].

I.7.5 Le bois

Ne sert plus que pour quelques constructions artisanales. Très utilisé aussi bien pour les serres à couverture de verre que pour les serres à couverture de matière plastique. Ses avantages peuvent être résumés en: bonne qualité d'isolation thermique ; son prix modéré et sa facilité d'emploi ; Ces inconvénients sont : une mauvaise adaptation à des structures étanches (ouvrant) un entretien non négligeable [1].

I.8 Les matériaux de couverture ou de l'enveloppe

Les matériaux plastiques: Leurs performances doivent être appréciées à plusieurs niveaux. Au niveau de leurs propriétés optiques, il s'agit de présenter la meilleure transmission au rayonnement visible utile à la photosynthèse pendant le jour et limiter les pertes radiatives, par un affaiblissement de leur émissivité dans l'infrarouge thermique, pendant la nuit. Au niveau de leurs propriétés mécaniques, leur coefficient de dilatation doit être faible pour éviter toute problème d'étanchéité. Concernant leurs durées de vie et leur résistance aux intempéries, il est souvent difficile de porter un jugement sur leurs propriétés optiques et mécaniques au cours et après utilisation, sachant très bien que ces propriétés sont connues à l'état neuf du plastique.

Filets anti-insectes: On assiste depuis quelques années à une prise de conscience collective sur la qualité de l'environnement. Ce phénomène résulte d'une utilisation extensive de pesticides dans le passé contre des insectes de plus en plus résistants, un problème qui a des répercussions sur la santé publique et animale ainsi que la contamination des sols et des nappes d'eau. Dans plusieurs pays, les besoins sont de plus en plus pressants afin de protéger les cultures contre les ravageurs. C'est pourquoi plusieurs producteurs et chercheurs expérimentent l'installation de filets anti-insectes aux surfaces de ventilation de la serre. Toutefois, l'installation de ces filets peut réduire, dans des cas de figures, la ventilation de la serre et provoquer des surchauffes à son intérieur (Fatnassi et al., 2006) [30].

I.8.1 Le Verre

Recycler le verre, qu'il soit brun, vert ou clair, permet une économie énergétique. En recyclant une seule bouteille, vous contribuez à l'économie d'assez d'énergie pour allumer une ampoule de 100 watts durant 4 heures. De plus, il faut 50% moins d'eau, la pollution de l'air est réduite de 20% et les résidus miniers de 80% [29].

Le verre horticole clair est très transparent à l'ensemble du rayonnement solaire, entre 380 et 2500 nm, sa transmission dans le visible est particulièrement élevée, comprise généralement entre 89 et 91 % en incidence normale. La transparence au rayonnement actif sur la photosynthèse (PAR) est meilleure que celle du rayonnement infrarouge court. La transmission lumineuse reste élevée jusqu'à un angle d'incidence de 60°, au-delà, les pertes par réflexion augmentent fortement. Il est pratiquement opaque, comme la majorité des verres aux ultraviolets en dessous de 300 nm et laisse passer environ la moitié des UV entre 300 et 400 nm. Il est pratiquement opaque aux infrarouges longs au-delà de 5000 nm, c'est-à-dire aux rayonnements thermiques terrestres. Aux épaisseurs utilisées, le verre est peu isolant, son coefficient de transmission thermique est assez élevé (5,5 à 6.1 W/ m² K). Une partie des pertes thermiques (45 %) est due à une émissivité assez élevée (coefficient d'émissivité de 0,9). Ses avantages sont : Un bilan lumineux excellent, une grande stabilité chimique et physique, une grande longévité ; en revanche il présente trois inconvénients : un poids élevé (10 kg/m² pour 4mm d'épaisseur), une faible résilience et une faible résistance aux chocs thermiques.[1], Le verre martelé ou cathédrale, est très utilisé durant les années 60, il présente une face

	La masse volumique [Kg.m⁻³]	Viscosité dynamique [Kg.m⁻¹s⁻¹]	Conductivité thermique [W.m⁻¹.K⁻¹]	Chaleurs spécifiques [J.Kg⁻¹K⁻¹]	Coefficient d'expansion [K⁻¹]
Air	1.177	1.85.10 ⁻⁵	2.62.10 ⁻²	1.045.10 ⁻³	3.30.10 ⁻³
Verre	840	-	0.85	2700	-

Tableau I.1. Caractéristiques thermiques de la serre [24].

Le verre horticole à faible émissivité, il peut diminuer les pertes d'origine radiative grâce à une fine couche d'oxyde d'étain, cette couche est toujours mise sur la face dirigée vers l'extérieur, Sa transmission dans le visible (le PAR) (83% au lieu de 90%). Elle décroît rapidement au-delà de 1000 nm pour devenir nulle vers 2700 nm. La transmission des infrarouges longs est pratiquement nulle. Les pertes par rayonnement sont réduites en moyenne de 70 %. Ce type de verre permet de réaliser des économies d'énergie de 40% par ciel clair et vent faible, mais seulement de 5% par ciel couvert et vent fort. En comparaison avec le verre horticole (verre plat transparent ou martelé), malgré une réduction des pertes calorifiques et un bilan thermique favorable, la réduction sensible de la lumière conduisant à

des baisses de rendement est un inconvénient notable. Son coût d'investissement est un peu plus élevé [1].

Le double vitrage est conçu pour réduire les pertes thermiques, on utilise souvent, sur les parois latérales, un double vitrage constitué de deux vitres posées de (6 à 20 mm) l'une de l'autre. Les vitres peuvent avoir la même épaisseur (4mm). L'espace entre les vitres contient de l'air (sec de préférence). L'étanchéité avec l'intérieur doit être parfaite. Ce type de vitrage permet d'économiser une partie d'énergie pour le chauffage des serres, mais il présente un coût d'investissement plus élevé.

Le verre isolant, est un ensemble préfabriqué de deux feuilles de verre espacées l'une de l'autre de façon définitive et étanche, emprisonnant un gaz déshydraté (mélange riche en CO₂, par exemple), ce type de vitrage est bien performant en isolation thermique, en revanche il présente une réduction de la transmission lumineuse; et un coût d'investissement plus élevé.

Verre trempé, verre armé, verre feuilleté ils sont plus solide que les verres précédents, ces matériaux sont utilisables dans des zones à fort risque de grêle ou sur des serres recevant du public (jardinerie). Ils sont alors en concurrence avec des matières plastiques. Ils sont caractérisés par leur résistance à la flexion et au choc suivant certaines directions. Lorsque le verre trempé est brisé, il se réduit en miettes. Leur Inconvénient le surcoût élevé par rapport à un verre normal [1].

I.8.2 Les matériaux plastiques

Le terme de "plastique" englobe des matériaux aussi bien organiques (squelette en carbone) qu'inorganiques (squelette en Silicium ou Phosphore) [Trotignon-96]. La masse moléculaire dépend directement des éléments utilisés, donc il existe une grande variété de poids dans les plastiques. Ces derniers sont des polymères, créés par liaison chimique et réplification d'un monomère. Considérons par exemple un échantillon de PVC industriel et isolons une macromolécule. Elle est constituée de n motifs monomères : $-(-CH_2 -CHCl -)_n-$ [29].

On distingue essentiellement deux types de plastiques : les thermoplastiques et les thermodurcissables. Les premiers sont des polymères dans lesquels les molécules sont liées entre elles par une force de liaison faible et dont les propriétés changent avec la température. Les phénomènes sont réversibles : les procédés de chauffage et de refroidissement peuvent être répétés plusieurs fois sans provoquer de changement des propriétés chimiques. Ils sont flexibles et offrent une bonne résistance aux solvants. Les thermodurcissables sont, en revanche, des polymères qui se solidifient à ajouter de la fibre à un polymère pour combiner

rigidité et force des métaux, légèreté et résistance à la corrosion des plastiques. On obtient un matériau composite. Il existe une base de données qui comporte environ 25 000 compositions de matériaux polymères [http-matweb]. Comme nous l'avons évoqué dans le chapitre II, nous basons nos recherches de substrats plastiques sur un faible facteur pertes diélectriques ($3 \tan \delta \leq 10^{-5}$), resserrant ainsi le choix. Les valeurs obtenues sur cette base de données pour une fréquence maximale de 100 MHz, bien loin du Gigahertz, nous donnant toutefois un ordre de grandeur. Dans le cadre de ce travail, nous avons retenu certains matériaux (9 plastiques) pour leurs valeurs diélectriques à 100 MHz et leur disponibilité. Au premier abord, si les plastiques peuvent être pressentis comme de bons candidats au rôle de substrats d'antennes et d'étiquettes intelligentes, pourquoi pas les papiers. Il existe, en effet une grande quantité de matières à base de cellulose et bas-côté [29].

I.9. Source d'énergies dans les serres

I.9.1. Géothermie

Il s'agit d'exploiter des poches d'eau situées dans les couches profondes du sous-sol; vers 1000 à 2000 [m] de profondeur. L'eau contenue dans ces poches se distingue par des températures de l'ordre de 50 à 70 °C. Cette énergie géothermique est utilisée dans plusieurs pays dans le domaine de l'agriculture pour le chauffage des serres agricoles en vue d'amélioration des cultures sous serre. En Algérie les puits d'eau chaude qui étaient destinés depuis plusieurs décennies pour la consommation humaine et pour l'irrigation, ne furent exploités pour le chauffage des serres qu'à partir de l'année 1974 [27].

I.9.2. Énergie solaire

La serre elle-même est un capteur solaire à la fois biologique (photosynthèse) et thermique. Le capteur thermique est même souvent trop efficace puisqu'il faut fréquemment aérer la serre et donc rejeter la chaleur à l'extérieur par ventilation. Un système de stockage de cette chaleur doit être prévu au vu non seulement des rapports d'ensoleillement jour/nuit mais aussi des rapports hiver/été ce qui représente un obstacle majeur [27].

I.10. Comportement de la serre chauffée

Du fait que l'aérotherme est posé sur le sol, la température de celui-ci pendant la journée dans la période de chauffage s'élève nettement par rapport à celle du sol extérieur. Cette augmentation favorise la germination ainsi que le développement de la plante. Le

transfert thermique par conduction et convection à travers la paroi du corps chauffant a fait que la température de l'air intérieur de la serre augmente considérablement par rapport à celle de l'air extérieur, bien entendu l'excès de celle-ci est à éviter car le phénomène photosynthétique de Laplante sera arrêté. Il faut donc que la température de l'air de la serre chauffée réponde aux exigences de Laplante [24].

On remarque que l'humidité de l'air intérieur de la serre chauffée est assez élevée tout en ne dépassant pas 75% pendant le jour, ceci est dû à l'aération statique en ouvrant les portes se trouvant aux extrémités de la serre. Il faut aussi noter que cette valeur est acceptable par la végétation et qu'un excès de l'humidité provoque un développement des maladies qui attaquent la plante à tout moment. La température de l'air intérieur pendant le jour ne pose pratiquement pas de problème puisque le chauffage est dû à l'énergie solaire. L'apport de chaleur par énergie géothermale s'avère très visible pendant la nuit. On remarque aussi qu'à partir de quelques heures du lever de soleil, les températures de l'air de la serre chauffée et témoin tendent à s'équilibrer. On rappelle que la nécessité de chauffage pendant cette durée n'étant pas indispensable. La figure 4 montre l'écart de température entre les deux serres [24].

La meilleure valeur de l'humidité, pour obtenir une bonne activité de la plante et un bon fonctionnement du transport des éléments nutritifs, est de l'ordre de 80 % à une température de 25 °C. La serre chauffée de sa part, n'assure pas cette valeur, mais, l'améliore jusqu'à 60 % [24].

I.11. Conditions climatiques d'une serre

Les conditions climatiques au voisinage du sol résultent des échanges de chaleurs et de masse entre le sol, la végétation et l'atmosphère. Ainsi nous considérerons, dans cette étude que l'agro système serre peut-être décrit à partir des transferts d'énergie et de masse. Ces transferts peuvent s'effectuer sous trois formes différentes par rayonnement, convection et conductions [23].

I.11.1. Les échanges radiatifs

Le rayonnement solaire constitue une source d'énergie naturelle faisant chauffer le système terrestre. La partie qui nous parvient se situe dans une bande spectrale grossièrement comprise entre 0.3 et 2.5 μ m de longueur d'onde [2].

I.11.1.1. Courtes longueurs d'onde

La propriété de transparence de la couverture des serres vis-à-vis de certains rayonnements permet de pénétrer une grande partie du rayonnement solaire et plus précisément celui qui est compris entre 0.4 et 0.7 [μm] (rayonnement visible) et qui contribue au processus de la photosynthèse. Sur un plan quantitatif, la portion du rayonnement extérieur transmis dans la serre a été estimée d'environ 60%, le reste étant absorbé ou réfléchi par les parois et les différentes structures. La grande partie du rayonnement pénétrant est interceptée ou absorbée par la culture surtout lorsque la culture est bien développée. La partie qui contribue à la photosynthèse peut être négligée car elle ne représente que 1 à 2 [%] du rayonnement global incident au sommet de la culture, mais la part du rayonnement réfléchi vers l'extérieur n'est pas négligeable dans certains cas, notamment le cas de cultures hors sol [2].

I.11.1.2. Grandes longueurs d'onde

Les échanges se produisent essentiellement en grande partie entre le sol, les plantes, les parois, et l'extérieur. La nature de couverture (Nisan, 1969). Joue un rôle très important dans ce genre d'échange car les propriétés de transmission dans l'infrarouge thermique varient suivant la nature du matériau. Les matériaux utilisés pour la couverture doivent être le plus transparent possible dans le domaine du visible et bloquer les infrarouges et donner naissance à ce que l'on appelle (l'effet de serre) c'est le cas du verre opaque aux grandes longueurs d'onde. Du fait de son importance, les échanges radiatifs entre les différents constituants de la serre ont été profondément étudiés par nombreux auteurs, où la simulation du rayonnement était l'objectif principal de ces études. Par conséquent, ces travaux ont conduit à élaborer des modèles très détaillés qui prennent en compte l'ensemble des échanges radiatifs en fonction de facteurs caractéristiques [2].

I.11.2. Les échanges convectifs

La convection est le mécanisme le plus important dans le transfert de chaleur sous serres. Il est évident que les transferts convectifs dans ce système s'effectuent entre leurs composantes solides (sol, parois) et l'air.

Les échanges de chaleur par conduction concernent essentiellement les transferts thermiques dans le sol et à travers les parois. Compte tenu de la faible épaisseur des parois, on considère que les échanges sont stationnaires et on les intègre dans un coefficient global de transfert. Le sol n'est pas homogène verticalement. Il peut être constitué par différentes

couches qui ont des propriétés thermiques différentes (composition, humidité). De plus, les propriétés thermiques du sol peuvent varier en fonction du temps. C'est pourquoi on utilise des modèles numériques complexes, dans lesquels le sol peut être représenté comme l'empilement de couches homogènes ou les équations de base, régissant le phénomène de conduction, peuvent être appliquées [28].

I.11.3. Les échanges Convection

Concernent essentiellement les transferts thermiques entre la surface du sol et les déperditions thermiques à travers les parois ou les vitres. La modélisation et l'établissement du modèle mathématique, traduisant les phénomènes considérés, aboutissent alors à la résolution d'un système d'équations, ici par des méthodes numériques considérées [28].

Les échanges convectifs sous serre ont lieu entre l'air et les parois, entre l'air et les cultures et entre l'air et le sol. On a l'habitude de distinguer trois types de convection: libre, forcée ou mixte et l'écoulement peut être laminaire ou turbulent. On détermine chaque régime d'écoulement en faisant intervenir les nombres sans dimensions tel que le nombre de Reynolds et le nombre de Grashof [28].

I.11.3.1. Convection libre

La convection est dite libre lorsque le mouvement du fluide est dû à l'action simultanée des différences de température qui existent dans le milieu et d'un champ de force massique. Par exemple, au cours de la journée, la surface du sol s'échauffe car son bilan radiatif est positif. La température de l'air croît et sa masse volumique décroît. Une particule d'air chaud reçoit ainsi de la part de l'air environnant plus froid, une poussée d'Archimède. Cette particule d'air s'élève donc est remplacée par de l'air plus froid qui s'échauffe à son tour et le processus continue. Cet exemple ne fait intervenir que des forces de pesanteur et la convection libre est alors qualifiée de convection naturelle [26].

I.11.3.2. Convection forcée

La convection est dite forcée lorsque le mouvement du fluide est provoqué par un champ de force extérieur. Le coefficient de convection forcée entre une paroi et l'air dépend de la vitesse du vent qui est lui-même la résultante du gradient local de la pression atmosphérique [26].

I.11.3.3. Convection mixte

Ce cas se rencontre souvent, quand la vitesse du vent est faible. Les mouvements de l'air sont alors produits à la fois par les facteurs qui entretiennent le vent et par les gradients verticaux de température. Les transferts de chaleur et de masse sont alors dus en partie à la convection naturelle et en partie à la convection forcée. [26].

D'après les études de la convection illustrées dans la littérature, le flux convectif est proportionnel à la différence de la température ' ΔT ' entre les surfaces solides et l'air. La proportionnalité est donnée généralement par le coefficient d'échange h' . L'estimation expérimentale de ce flux est extrêmement compliquée et parfois impossible de l'effectuer pour certaines formes de surfaces, telle que la feuille. La plupart des auteurs ont utilisé des approches empiriques qui assimilent les surfaces d'échanges à des formes géométriques simples pour lesquelles les coefficients d'échange sont connus, par exemple les plaques planes ou leurs coefficients d'échange ont été estimés en fonction des nombres adimensionnels [26].

I.12. Conclusion

Ici, il apparaît que chaque serre possède des caractéristiques, des spécifications et des composants compatibles avec la nature environnante qui garantissent la sécurité et la qualité du produit.

Chapitre II

Généralité sur les énergies renouvelables

Chapitre II: Généralité sur les énergies renouvelables

II.1. Introduction

Les sources renouvelables d'énergie, permettant une production décentralisée de l'électricité, peuvent contribuer à résoudre le problème de l'électrification des sites isolés où un grand nombre d'individus est dépourvu de tout apport énergétique, ne pouvant ainsi satisfaire aucun besoin même minime et améliorer ses conditions de vie. Faisant appel à des sources d'énergie universellement répandues, nécessitant un minimum de maintenance, la solution éolienne représente le plus souvent le choix économique et technologique idéal pour les régions ou installations isolées. Une énergie renouvelable est une source d'énergie qui se renouvelle assez rapidement pour être considérée comme inépuisable à l'échelle de l'homme. Les énergies renouvelables sont issues de phénomènes naturels réguliers ou constants provoqués par les astres, principalement le Soleil, mais aussi la Lune et la Terre. Soulignons que le caractère renouvelable d'une énergie dépend non seulement de la vitesse à laquelle la source se régénère, mais aussi de la vitesse à laquelle elle est consommée. [33]

II.2. Type d'énergie renouvelable

II.2.1. Energie solaire

L'énergie solaire est la fraction de l'énergie électromagnétique provenant du Soleil, traversant l'atmosphère qui en absorbe une partie, et parvenant à la surface de la Terre. Sur Terre, l'énergie solaire est à l'origine du cycle de l'eau, du vent et de la photosynthèse réalisée par le règne végétal, dont dépend le règne animal via les chaînes alimentaires. Le Soleil est à l'origine de la plupart des énergies sur Terre, à l'exception de l'énergie nucléaire et de la géothermie profonde [8].

Les sources d'énergie issues indirectement de l'énergie solaire sont notamment : l'énergie hydraulique, dérivée de l'énergie cinétique de l'eau dont le cycle dépend du Soleil ; l'énergie éolienne, provenant de l'énergie cinétique du vent lié à l'échauffement et à l'évaporation de l'eau, générés par le Soleil, la rotation de la Terre et l'effet Coriolis ; l'énergie hydrolienne et l'énergie des vagues, liées aux mouvements des océans et des cours d'eau ; le bois énergie et l'énergie de la biomasse ainsi que la géothermie de très basse température, provenant des couches superficielles du sol réchauffées par le Soleil. On peut ajouter les

énergies fossiles, provenant de matières organiques créées par photosynthèse (charbon, pétrole, gaz naturel...) [9].

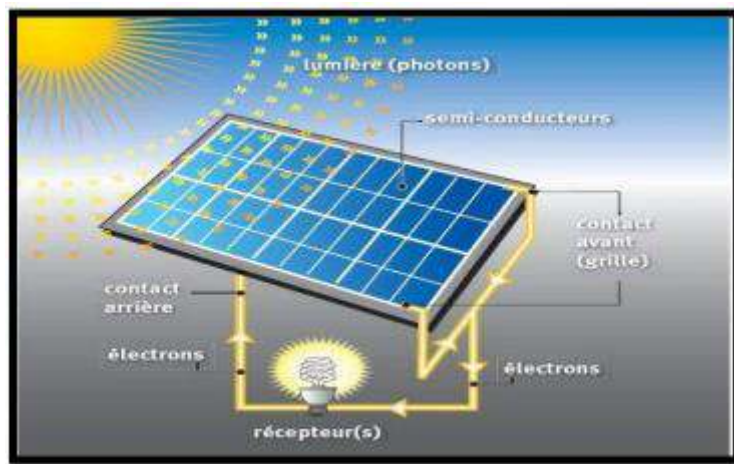


Figure II.1.Énergie solaire [9].

II.2.1. 1. Avantage

- ✚ Énergie disponible partout à la surface de la Terre.
- ✚ Usage non polluant.
- ✚ Les cellules n'ont pas de partie mécanique et ne nécessitent guère d'entretien [10].

II.2.1. 2. Inconvénients

- ✚ Le soleil est intermittent et on ne peut pas le stocker.
- ✚ Le coût de production des cellules photovoltaïques est très élevé. (En effet, le silicium est cher (et l'est de plus en plus en raison d'une forte augmentation de la demande)).
- ✚ La fabrication des cellules dégage du CO₂ [10].

II.2.2. Énergie éolienne

L'éolienne est un dispositif destiné à convertir l'énergie cinétique du vent en énergie mécanique, elles sont généralement utilisées pour produire de l'électricité et entre dans la catégorie des énergies renouvelables [11].

II.2.2.1. Les différents types d'éoliennes

Les éoliennes se divisent en deux grandes familles : celles à axe vertical et celles à axe horizontal [12].

II.2.2.1.a. Les éoliennes à axe horizontal

Ce sont les machines les plus répandues actuellement du fait de.

- ✚ Leur rendement est supérieur à celui de toutes les autres machines. Elles sont appelées éoliennes à axe horizontal car l'axe de rotation du rotor est horizontal, parallèle à la direction de vent. Elles comportent généralement d'hélices à deux ou trois pales, ou des hélices multiples pour le pompage de l'eau \dot{U} .
- ✚ Elles ont un rendement élevé.
- ✚ Les éoliennes à axe horizontal (ou à hélice) sont de conception simple. [12]



FigureII.2. Eoliennes à axes horizontal [13].

II.2.2.1.b. Eolienne à axe vertical

Ce type d'éolienne a fait l'objet de nombreuses recherches. Il présente l'avantage de ne pas nécessiter de système d'orientation des pales et de posséder une partie mécanique (multiplicateur et génératrice) au niveau du sol, facilitant ainsi les interventions de maintenance. En revanche, certaines de ces éoliennes doivent être entraînées au démarrage et le mat, souvent très lourd, subit de fortes contraintes mécaniques poussant ainsi les constructeurs à pratiquement abandonner ces aérogénérateurs (sauf pour les très faibles puissances) au profit d'éoliennes à axe horizontal [13].



Figure II.3. Eoliennes à axes vertical [14].

II.4.2.2. Principe de fonctionnement

Les éoliennes permettent de convertir l'énergie du vent en énergie électrique. Cette Conversion se fait en deux étapes: Au niveau de la turbine (rotor), qui extrait une partie de l'énergie cinétique du vent disponible pour la convertir en énergie mécanique, en utilisant des profils aérodynamiques. Le flux d'air crée autour du profil une poussée qui entraîne le rotor et une traînée qui constitue une force parasite. Au niveau de la génératrice, qui reçoit l'énergie mécanique et la convertit en énergie électrique, transmise ensuite au réseau électrique [11].

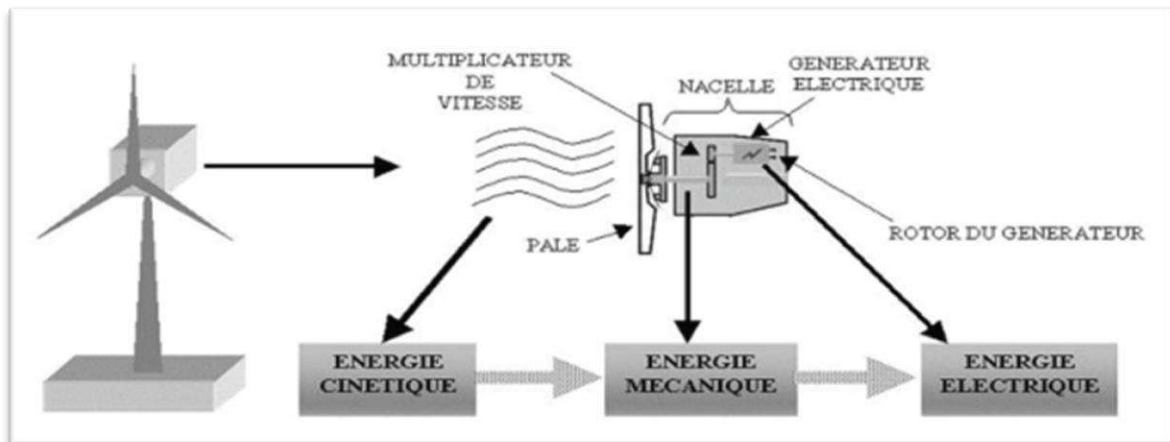


Figure II.4. Principe conversion de l'énergie cinétique du vent [14].

II.2.3. Energie hydraulique

II.2.3.1. Définition

L'énergie hydraulique est l'énergie fournie par le mouvement de l'eau, sous toutes ses formes chutes d'eau, cours d'eau, courants marins, marées, vagues. Ce mouvement peut être utilisé directement, par exemple avec un moulin à eau, ou plus couramment être converti, par exemple en énergie électrique dans une centrale hydroélectrique [36].

L'énergie hydraulique est en fait une énergie cinétique liée au déplacement de l'eau comme dans les courants marins, les cours d'eau, les marées, les vagues ou l'utilisation d'une énergie potentielle comme dans le cas des chutes d'eau et des barrages [36].



Figure II.5. Exemple de barrage [15].

II.2.3.2. Les types des centrales hydrauliques

Les centrales hydroélectriques sont classées en trois grandes catégories selon la hauteur de la chute d'eau et par voie de conséquence selon le débit, on trouve:

II.2.3.2.a. Les centrales de haute chute ($h > 300\text{m}$)

Les centrales de haute chute ont des hauteurs de chute supérieures à 300 m. ces centrales se trouvent dans les Alpes et dans d'autres régions très montagneuses, la capacité du réservoir est relativement faible, elles utilisent des turbines Pelton ; est une turbine à injection partielle et à veine libre, cette turbine ne comporte pas de diffuseur à la sortie de la roue l'eau s'écoule librement [38].

II.2.3.2.b. Les centrales de moyenne chute ($30 < h < 300\text{m}$)

Elles utilisent les réserves d'eau accumulées sur des courtes périodes Ces centrales sont alimentées par l'eau retenue derrière un barrage construit dans le lit d'une rivière de région montagneuse, elles comportent un réservoir de grande capacité (centrale Manioc, hauteur de chute 155 m, puissance Del 528 MW) [15].

II.2.3.2.c. Les centrales des basses chute (h30m)

Ont des hauteurs de chute inférieures à 30 m elles utilisent des turbines Kaplan ou Francis, ces centrales sont établies sur les fleuves ou les rivières à fort débit centrale Bean harnois sur la Saint-Laurent hauteur de chute 25 m. puissance de 1575 MW, dans ce cas il n'y a pas de retenue d'eau et l'électricité est produite en temps réel [15].

II.3. Energie Biomasse

I.3.1. Définition

Le terme biomasse désigne l'ensemble de la matière vivante (matière organique végétale ou issue des êtres vivants, aussi les déchets organiques) ; la biomasse est produite par les organismes vivants principalement par l'activité photosynthétique des plantes mais aussi des animaux, des insectes, des microorganismes. Elle est essentiellement constituée de polymères complexes de carbone, hydrogène, oxygène et azote, de soufre en faible proportion et d'éléments inorganiques [16].

II.3.2. Les Biocombustibles et les biocarburants

II.3.2.1. Les biocombustibles

Solides Les bois combustibles solides proviennent principalement des forêts. On distingue deux origines les sous-produits de travaux sylvicoles de récoltes (houppiers, souches, branches ...) ou les bois de peu de valeur (rendions, billons). Dont la valorisation thermique s'effectue sous la forme de bois-énergie ; la biomasse brûlée permet la production de l'énergie qui produite par le bois et déchets agricoles (paille), déchets urbains ordures ménagères et déchets industriels du secteur agroalimentaire, ces déchets subissent des transformations thermochimiques (combustion, pyrolyse), permettant principalement de créer de la chaleur et de l'électricité [16].

II.3.2.2. Les Biocarburant

Carburant Bioéthanol (C_2H_5OH) ; vient de l'amidon et le glucose extraits de cultures sucrières (betterave, canne à sucre) et céréalières (blé, maïs); produisent de l'éthanol par procédé de fermentation alcooliques. Les éthers-carburants sont généralement préférés aux alcools pour leur moindre pouvoir corrosif et pour l'absence des problèmes de séparation de phases en présence d'hydrocarbures pour les faibles teneurs en éthanol [37].

II.3.2.3. Le biogaz

Sa composition comprend (55 à 65%) de méthane, du gaz carbonique de (35 à 45%) et des traces d'impuretés (H_2S , NH_3 ...) utilisable, une fois épuré pour alimenter des véhicules fonctionnant au Gaz Naturel, et que ce soit en se décomposant, sous l'effet des bactéries, ou certains déchets qui produisent ce gaz [39].



Figure II.6. Différents types de biomasse [16].

II.3.3. Principe de la biomasse

La biomasse peut être utilisée principalement de deux manières

- ✚ Lors de la fermentation des déchets, le gaz méthane peut être capté et utilisé comme source d'énergie.
- ✚ La biomasse elle-même peut être incinérée.

Dans tous les deux cas, l'énergie thermique peut être utilisée pour produire de l'électricité dans des centrales thermiques. L'intérêt est que le dioxyde de carbone rejeté dans l'atmosphère lors de l'incinération de la biomasse ou le méthane est compensé par celui absorbé par la repousse des plantes qui, entre autres, sont la source principale de biomasse. De cette manière, le bilan carbone peut être proche de zéro [34].

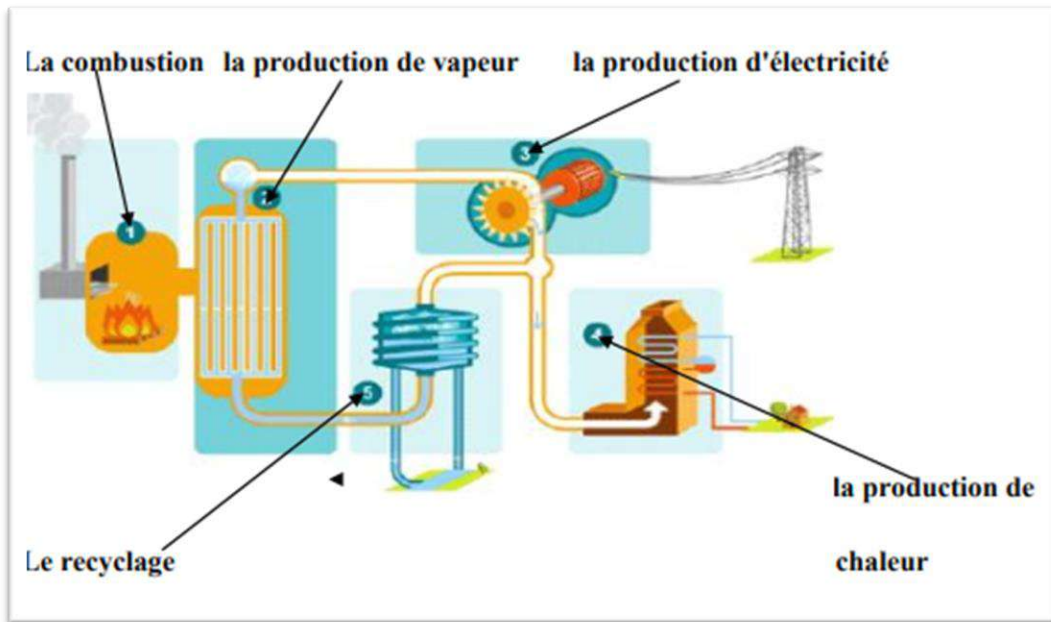


Figure II.7. Production d'énergie par la biomasse [34].

Tout d'abord, la biomasse est brûlée ce processus produit une température élevée qui transforme l'eau en vapeur, puis l'électricité est produite grâce aux turbines qui fournissent de l'énergie au générateur [16].

II.4. Energie géothermique

II.4.1. Historique

Les premières traces d'utilisation de la géothermie par l'homme remontent à une période

Lointaine, tout au long de l'histoire des civilisations, la pratique des bains thermaux s'est multipliée et depuis un siècle, les exploitations industrielles se sont développées pour la production d'électricité et le chauffage urbain. S'il faut trouver des origines lointaines à l'utilisation de la géothermie, pourquoi ne pas se demander, comme les historiens de la Préhistoire, quel rôle jouèrent les sources chaudes dans la résistance de l'humanité aux dernières glaciations. Les plus anciens vestiges en rapport avec la chaleur de la Terre, retrouvés sur le site de Niaisât au Japon, sont des objets en pierre volcanique taillés (outils ou armes) datant du troisième âge glaciaire, il y a 15 ou 20000 ans. Les régions volcaniques ont donc constitué, très tôt, des pôles d'attraction, du fait de l'existence de fumerolles et de sources chaudes que l'on pouvait utiliser pour se chauffer, cuire des aliments ou tout simplement se baigner [35].

II.4.2. Définition

L'énergie géothermique désigne l'énergie provenant de la chaleur contenue dans la croûte terrestre et dans les couches superficielles de la terre. On distingue habituellement deux formes d'énergie géothermique avec la géothermie de surface et la géothermie profonde. La géothermie de surface consiste en la récupération de la chaleur pendant la période de l'hiver et de la fraîcheur pendant l'été à partir de la couche superficielle du sol. La géothermie profonde consiste quant à elle à capter la chaleur contenue par la croûte terrestre en vue de produire du chauffage lorsque la température est inférieure à 90°, ou même de l'électricité dès lors que la température est comprise entre 90 et 150° [21].

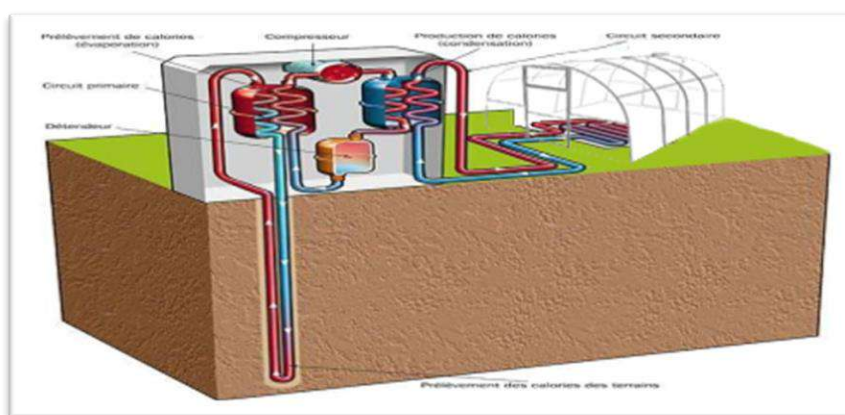


Figure II.8. Énergie géothermique [21].

II.4.3. Types de l'énergie géothermique

À la connaissance des auteurs de ce mémoire, dans la littérature, il n'existe pas une classification claire et de la géothermie. Certains spécialistes ont classé l'énergie géothermique, par rapport au niveau de température, en 4 classes : haute température (>180°C), moyenne température (30°C) et très basse température (10-30 °C). d'autres ont classé la géothermie, par rapport à la profondeur d'enfouissement, en deux types : les systèmes géothermiques profonds (>400m de profondeur) et les systèmes géothermiques peu profonds (400m de profondeur) [21].

II.4.3.1. Géothermie haute énergie

Ou géothermie profonde, appelée plus rarement géothermie haute température, ou géothermie haute enthalpie, est une source d'énergie provient de la croûte terrestre, où la profondeur est généralement plus de 1500 mètres, dans des zones où une activité volcanique

a existé et dont la température est supérieure à 180°C. Grâce aux températures élevées, il est possible de produire de l'électricité et de faire de la cogénération (production conjointe d'électricité grâce à des turbines à vapeur et de chaleur avec la récupération des condensats de la vapeur) [19].

II.4.3.2. Géothermie moyenne énergie

Températures vont ici de 90 à 150 °C environ. Les situations favorables ne sont pas très fréquentes mais peuvent se rencontrer ailleurs que dans les zones volcaniques actives, et il est possible de produire de la chaleur d'intérêt industriel. Depuis quelque temps, l'apparition de centra les binaires, c'est-à-dire de turbo-alternateurs à cycle de Rankine utilisant des liquides binaires à température de vaporisation plus faible que celle de l'eau (isobutane par exemple) permet aussi de produire de l'électricité avec un rendement acceptable, ou de l'électricité et de la chaleur en cogénération. [19].

II.4.3.3. Géothermie basse énergie

On parle de « géothermie basse énergie » lorsque le forage permet d'atteindre une température de l'eau entre 30 et 100 °C dans des gisements situés entre 1000 et 3000 m de profondeur (bassin parisien, bassin aquitain...) [37].

Cette technologie est utilisée principalement pour le chauffage urbain collectif par réseau de chaleur, et certaines applications industrielles. La géothermie de profondeur (haute et basse énergie), présente l'avantage de ne pas dépendre des conditions atmosphériques (soleil, pluie, vent). C'est donc une source d'énergie quasi-continue car elle est interrompue uniquement par des opérations de maintenance sur la centrale géothermique ou le réseau de distribution de l'énergie. Les gisements géothermiques sont une durée de vie de plusieurs dizaines d'années (30 à 50 ans en moyenne) [37].

II.4.3.4. Géothermie très basse énergie

La géothermie très basse énergie est une géothermie des faibles profondeurs dans lesquelles la température compris entre 10 et 30 °C. Dans ce cas, la chaleur provient non pas des profondeurs de la croûte terrestre, mais du soleil et du ruissellement de l'eau de pluie, le sol du terrain jouant un rôle d'inertie thermique. Cette technologie est appliquée à :

La climatisation (échangeur air-sol).

Le chauffage et la climatisation avec la pompe à chaleur géothermique [20].

II .5. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons discuté des énergies renouvelables et de leurs types et de la manière de les exploiter, car il s'agit d'une bio ressource renouvelable respectueuse de l'environnement sur laquelle on peut toujours compter pour fournir de l'électricité.

Chapitre III

*Présentation de résultats physiques
distributions*

CHAPITRE III. Résultats et discussions

III.1. Introduction

L'objectif principal de cette étude est de prédire l'effet du système de stockage sur le comportement thermique d'une serre agricole dans un climat extrêmement froid, dans le but ultime d'améliorer l'efficacité de la production en utilisant la chaleur géothermique. Le plan de ce chapitre est le suivant : Après une brève description de la zone d'étude, le programme ANSYS FLUENT a été déterminé et simulé, puis les données d'ingénierie ont été données à travers un réseau pour alimenter la serre en propriétés physiques, température, vitesse de l'air, Dans notre première approche nous supposons que l'air et le sol ont une humidité négligeable. Chaleur qualité d'échange pour être naturel et une description du système géothermique. Les résultats de la simulation par le logiciel ANSYS FLUENT des changements de vitesse et de température à l'intérieur des serres sans système de chauffage par le sol et l'utilisation d'un système géothermique ont été présentés, interprétés et leurs résultats. Mesurer la source de température nocturne des nuits froides d'hiver, ainsi qu'interpréter les résultats obtenus, et nous terminons par une conclusion.

III.2. Description de la zone

Dans cette étude, des simulations ont été réalisées sur une serre appartenant à la région de Hassi bin Abdullah Ouargla en Algérie, Figure III.2. Environ 77% de la superficie terrestre algérienne se compose de régions arides et semi-arides [21]. Les caractéristiques de cette région (Ouargla) sont.

Localisation : 785Km au sud de la mer Méditerranée

- ✚ Latitude : 31N.
- ✚ Longitude : 5 E.
- ✚ Altitude : 135 m au-dessus du niveau de la mer.
- ✚ Taux de jours ensoleillés par an : 77 %.
- ✚ Moyenne quotidienne annuelle de l'irradiation solaire globale : ~ 7 kWh/m² sur les surfaces horizontales [39].



Figure III.1. Situation de Ouargla en Algérie.

La Figure III.1 représente un diagramme schématique de l'Algérie, montrant la dimension de la région de Ouargla sur la côte et la Figure III.2 représente une photo d'une serre.

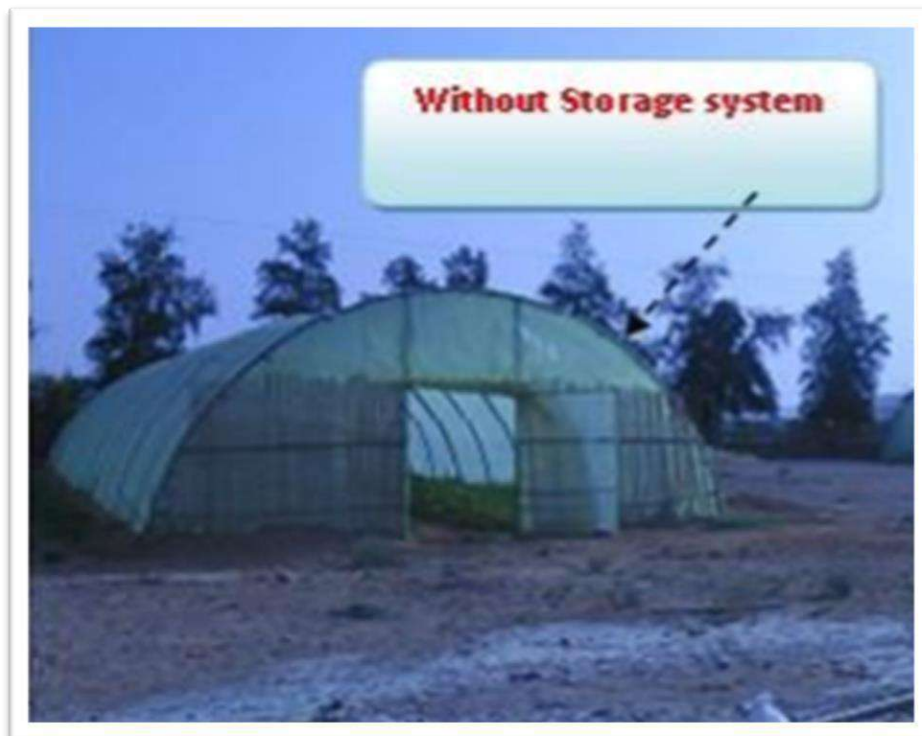


Figure III.2. Forme de la serre a étudiée [31].

Propriétés thermiques des matériaux				
Matériel	Densité [Kg/m ³]	S. Capacité calorifique p[J/kg.K]	Conductivité Thermique [W/m.k]	Emissivité [nm]
Air	1.222	0.042	1006.43	0.9
Polyéthylène Couverture	923	0.380	2300.00	0.7
Sol	1300.00	1.000	800.00	0.92

Tableau III.1. Propriétés thermiques des matériaux [31].

Dans le tableau III.1 sont représentés les propriétés thermiques des matériaux de serre, de la couverture d'air et du sol.

III.3. Présentation de l'ANSYS

III.3.1. Introduction sur la simulation

La simulation est définie comme la représentation d'un phénomène physique dont le comportement est décrit à l'aide de modèles mathématiques simples. En d'autres termes, les simulations peuvent représenter différents phénomènes : le transfert de matière et de chaleur dans différentes opérations unitaires grâce à des modèles thermodynamiques, et la traduction de leur comportement grâce à l'analyse d'équations analytiques.

III.3.2. Définition de l'ANSYS

La simulation est définie comme une représentation d'un phénomène physique dont le comportement est décrit à l'aide de modèles mathématiques simples. En d'autres termes, la simulation peut représenter différents phénomènes : le transfert de matière et de chaleur dans différents processus unitaires grâce à des modèles thermodynamiques, et la traduction de leur comportement grâce à l'analyse d'équations analytiques. Les températures utilisées par le programme sont données par les conditions météorologiques de la wilaya de Ouargla..

III.3.3. Equations de conservation

III.3.3.1. Equation de masse

$$\frac{\partial x}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0 \dots\dots\dots(1)$$

III.3.3.2 Equation de la quantité du mouvement

Suivant x :

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + w \frac{\partial w}{\partial z} = -\frac{\partial p}{\partial x} + Pr \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \right) + RaPr \sin \varphi \dots \dots \dots (2)$$

Suivant y :

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + w \frac{\partial v}{\partial z} = -\frac{\partial p}{\partial y} + Pr \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} \right) \dots \dots \dots (3)$$

Suivant z :

$$\frac{\partial w}{\partial t} + u \frac{\partial w}{\partial x} + v \frac{\partial w}{\partial y} + w \frac{\partial w}{\partial z} = -\frac{\partial p}{\partial z} + Pr \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial z^2} \right) + RaPr \cos \varphi \dots \dots \dots (4)$$

III.3.3.3. Equation de l'énergie

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} + u \frac{\partial \theta}{\partial x} + v \frac{\partial \theta}{\partial y} + w \frac{\partial \theta}{\partial z} = k \left(\frac{\partial^2 \theta}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \theta}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \theta}{\partial z^2} \right) \dots \dots \dots (5)$$

Avec : $(x,y,z) = \frac{(X,Y,Z)}{w}$, $(u,v,w) = \frac{w(u',v',w')}{k}$, $\theta = \frac{T-T_f}{T_c-T_f}$, $p = \frac{w^2}{\rho k^2} p'$, $t = t' \frac{k}{w^2}$

III.3.4. Conditions aux limites

Pour compléter la modélisation de la convection naturelle, le système précédent nécessite l'imposition de conditions aux limites du domaine de résolution.

III.3.4.1. L'adhérence aux parois $(u = v = w = 0)$

III.3.4.2. Les parois adiabatiques

$$\frac{\partial \theta}{\partial y} = 0 \quad (x,y = \pm \frac{1}{2}, z) \quad , \quad \frac{\partial \theta}{\partial z} = 0 \quad (x,y,w = \pm \frac{1}{2})$$

III.3.4.3. Les parois isothermes

$$\theta \left(x = -\frac{1}{2} , y, z \right) = 0 \quad , \quad \theta \left(x = +\frac{1}{2} , y, z \right) = 1$$

III.3.4.4. On définit le nombre de Nusselt vertical moyen, Il donné, par

$$Nu = (y) \frac{1}{H} \int_{-0.5}^{0.5} Nu(y, z) dz \dots \dots \dots (6)$$

III.3.4.5. Pour la paroi x=+0.5, le nombre de Nusselt global est donné par

$$Nu_{3D} = \frac{1}{H} \int_{-0.5}^{0.5} Nu(y) dy \dots \dots \dots (7)$$

III.3.5. Principales étapes pour définir un problème de CFD

Les étapes suivantes constituent la procédure à suivre pour simuler les écoulements à l'aide du logiciel ANSYS FLUENT R21:

- ✚ Lancer SPACECLAIM.
- ✚ Définition du modèle (la géométrie) .
- ✚ Charger son fichier du maillage .
- ✚ Vérifier son maillage.
- ✚ Choix des conditions aux limites.
- ✚ Lancer FLUENT.
- ✚ Choix du modèle physique.
- ✚ Contrôle de la convergence.
- ✚ Afficher les résultats.

III.3.5.1. Présentation du code FLUENT

Le calcul numérique a été effectué à l'aide du code " ANSYS Fluent " R21 Le logiciel Fluent est un code CFD (anonyme de : mécanique des fluides) qui permet la prédiction des écoulements fluides par résolution des équations de bilan en se basant sur la méthode des volumes finis et des schémas de discrétisation existant dans sa banque de données.

Fluent permet de simuler tous les écoulements fluides, incompressibles ou compressibles, impliquant des phénomènes physiques complexes tels que les écoulements multiphasiques, la turbulence, le transfert thermique, les réactions chimiques ... etc.

III.3.5.2 Résolution du problème avec le code ANSYS FLUENT

Pour effectuer la simulation par ce logiciel, il faut décrire les paramètres de solution comme Suit:

III.3.5.2.a. Choix du type de solveur

Space	3D
Time	Unsteady, 2nd - Order Implicit
Viscous	Turbulence
Heat Transfer	Enabled

III.3.5.2.b. Choix de matériau

Le choix des matériaux utilisés dans notre modèle à partir des listes existantes, sinon il faut les introduire selon nos besoins.

III.3.5.2.c. Solveur Control

✚ Equations :

1. mouvement
2. Energie

✚ Paramètres de calcul instationnaire

1. Pas de temps : 600
2. Max. Itérations par pas de temps : 1000

III.4. Géométrie

Les deux serre-tunnel sont occupés entièrement et sans système de stockage présentés sur la figure III.3. Ils mesurent 2,5 m de haut, 50 m de long et 8 m de large, soit un volume total de 1 000 m³ pour la couverture de la serre 1mm.

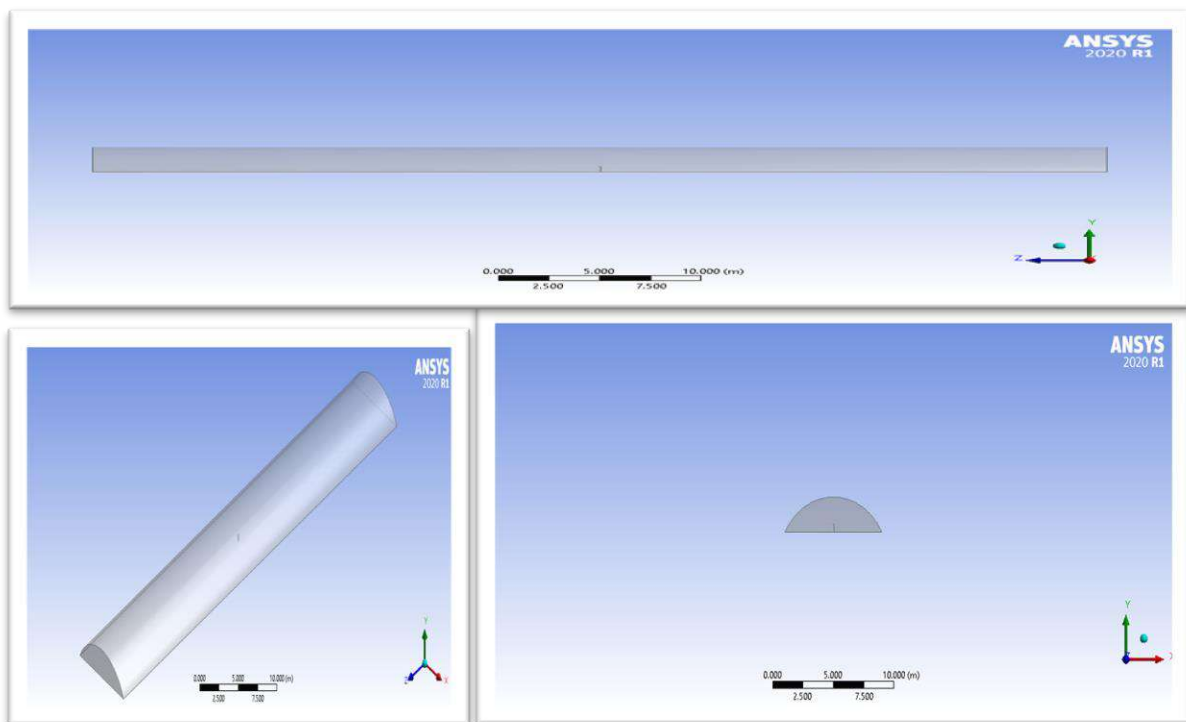


Figure III.3. Configurations géométriques des serres étudiées.

III.5. Maillage

Le domaine de calcul, correspond à la serre en échelle réelle et les ouvrants, est discrétisé suivant un maillage cartésien irrégulier avec raffinement au voisinage de toutes les

parois solides. Calcule les effets de la couche limite. Conditions limites de température[40].

Correspondant aux valeurs mesurées, elles sont imposées à un niveau différent des parois à effet de serre sur toute la gamme, nous avons placé au milieu de la serre un récupérateur géothermique [41].

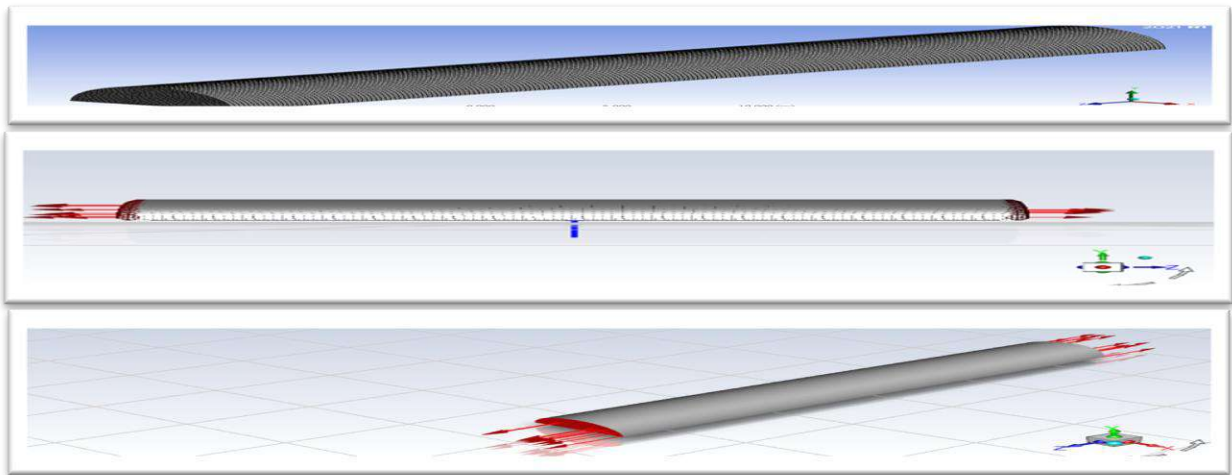


Figure III.4. Imposer un niveau thermique pour les différents parois et sols de la serre.

III.6. Conteur

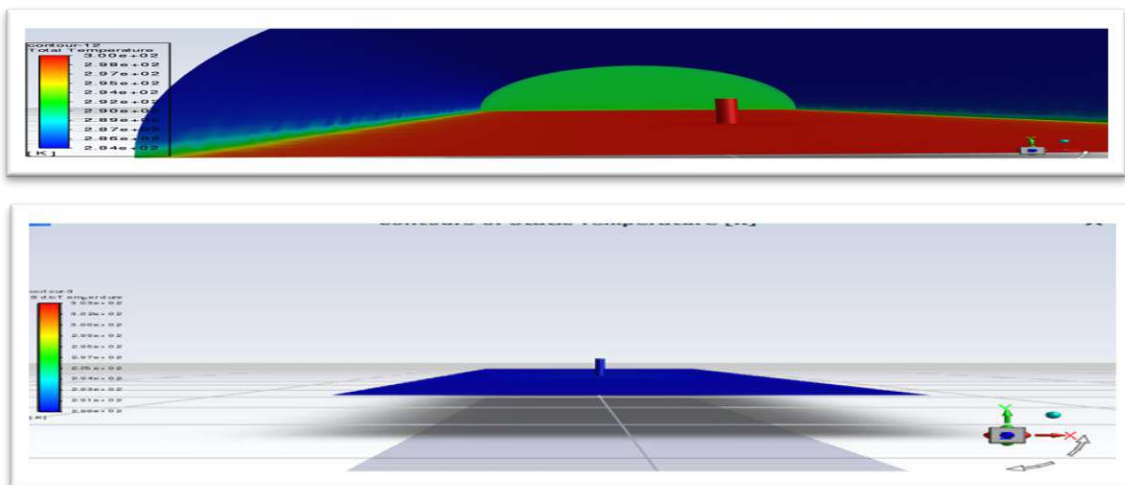


Figure III.5. Répartition thermique du sol de la serre a température $T= 284$ k.

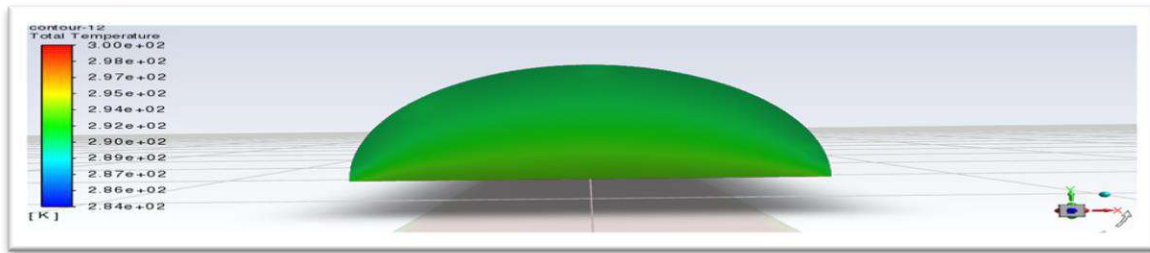


Figure III.6. Répartition de la chaleur à la sortie de la serre à température $T=284$ k.

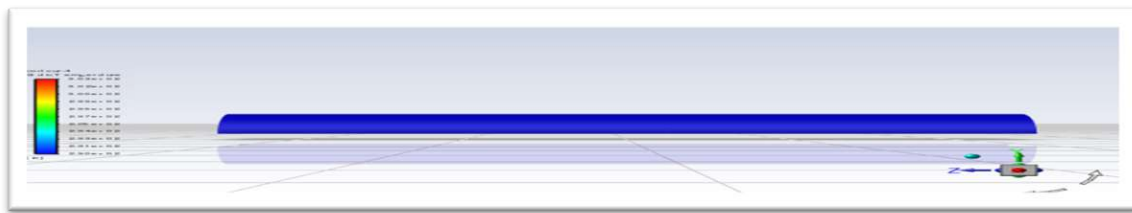


Figure III.7. Répartition de la chaleur sur la couverture de la serre à température $T=284$ k.

Le compteur montre les changements de température pour toutes les parties de la serre (la couverture de la serre, les côtés de la serre et le sol de la serre), où l'on note que chaque partie de la serre a sa propre température et c'est à une température à l'intérieur du serre T égale à 284 k Figure III.5 et III6 et III7

III.7. Résultat et interprétation

III.7.1. Représentant les changements de température

Les figure III.8et III.9 représentent les courbes de répartition de la température avec et sans géothermie en fonction du largeur de la serre avec une vitesse constante $v=0.1$ m/s.

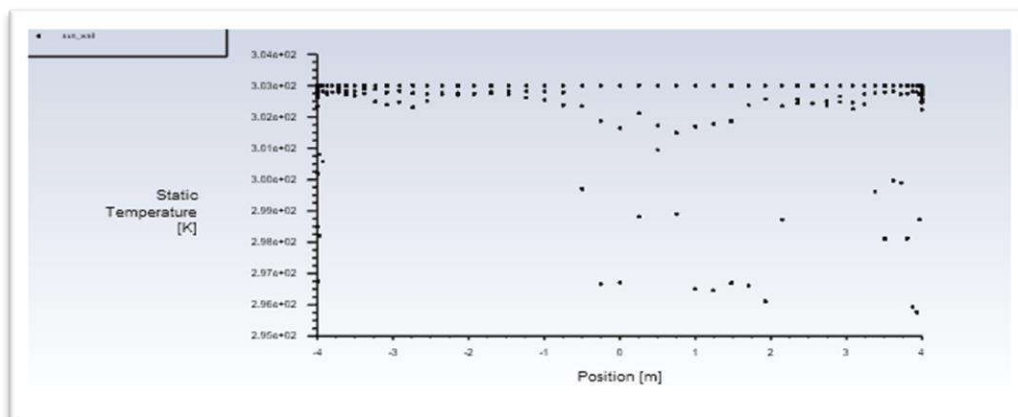


Figure III.8. Variations de la température de l'air en absence du système géothermique.

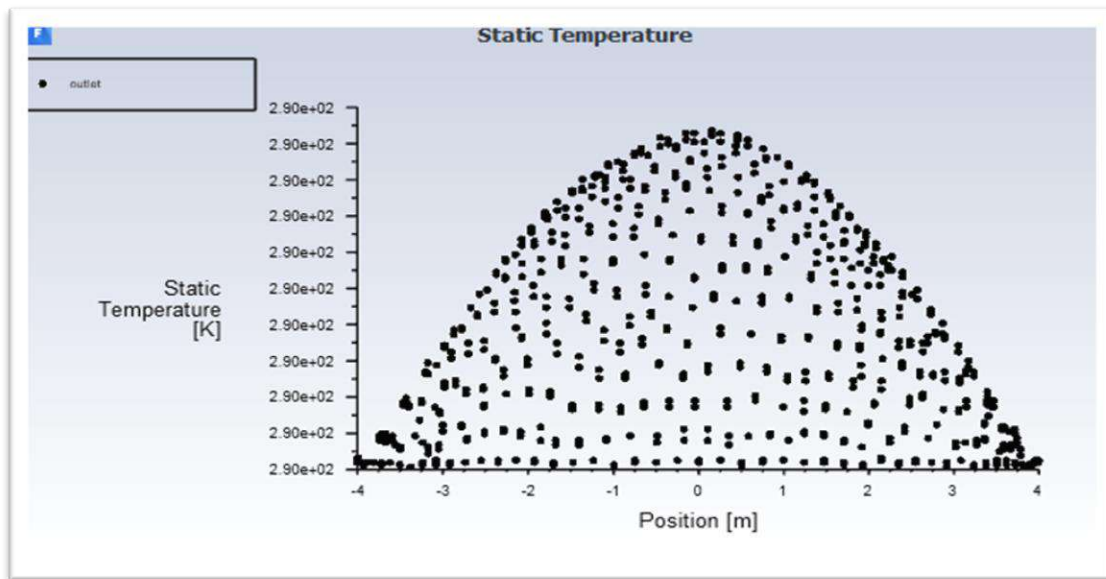


Figure III.9. Variations de la température de l'air en présence du système géothermique.

On remarque que la distribution de chaleur n'est pas complètement à l'intérieur de la serre sans le système géothermique Figure III 8, et il y a une distribution globale de chaleur à l'intérieur de la serre lors de l'utilisation du système géothermique Figure III.9.

Nous expliquons que le système géothermique donne une distribution homogène totale de chaleur à l'intérieur de la serre.

III.7.2. Représentant les changements de vitesse

Troisième personnage. (Figure III.10 et III.11) donne une représentation des changements de vitesse avec et sans géothermie en fonction de l'échelle à température constante $T = 284 \text{ K}$.

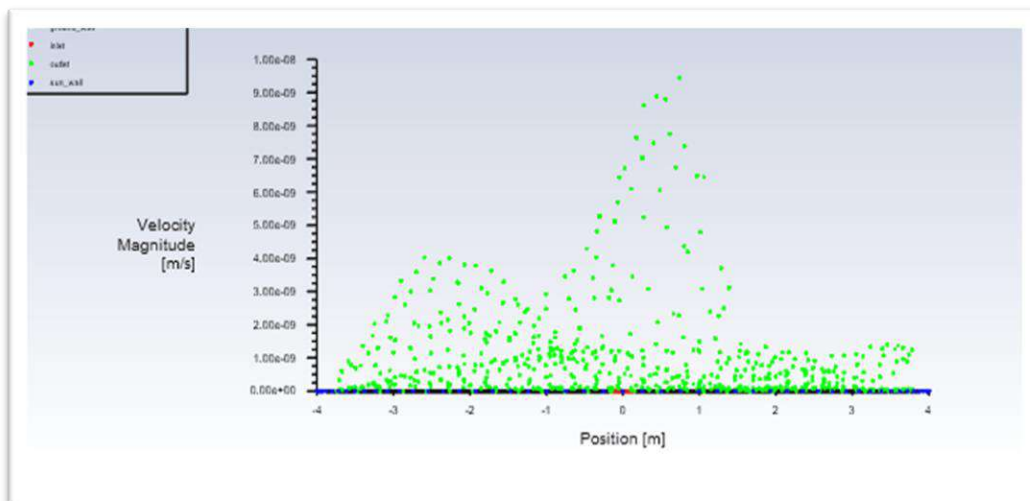


Figure III.10. Variations de la vitesse de l’air en absence du système géothermique.

Les deux courbes représentent la distribution des vitesses à l’intérieur de la serre où l’on observe une distribution non globale et des vitesses hétérogènes à l’intérieur de la serre sans utiliser le système de la Figure III 10., Une distribution quasi-totale et hétérogène de la vitesse utilisant la Fig.III 11 du système géothermique.

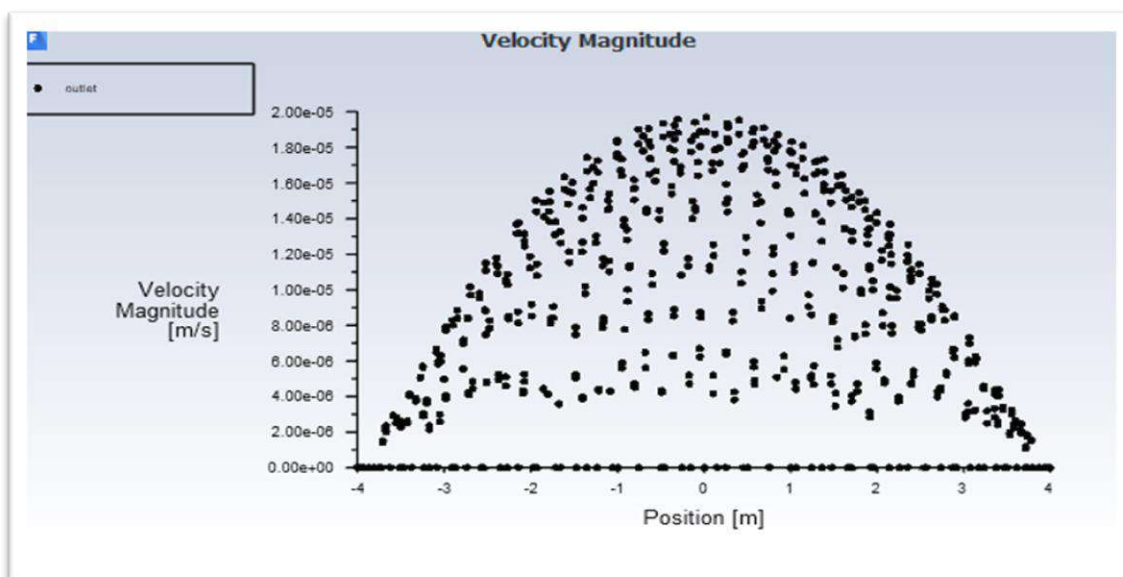


Figure III.11. Variations de la vitesse de l’air en présence du système géothermique.

En remarque que le système géothermique donne une distribution presque totale de la vitesse à l’intérieur de la serre.

III.7.3. Distributions de température à effet de serre

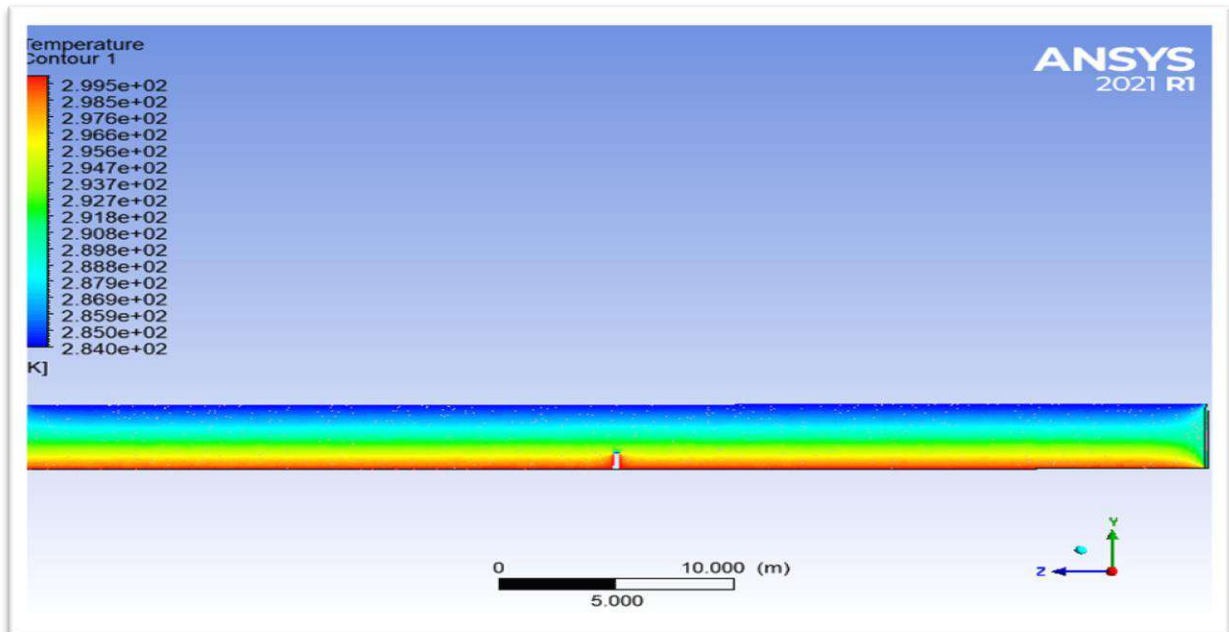


Figure III.12. Température de l'air dans la section longitudinale à $T=284$ k.

La Figure III.12 est une illustration d'une coupe longitudinale d'une serre qui montre les changements de température en mètres, on remarque que plus la hauteur par rapport au sol de la serre est élevée, plus la température est basse.

La Figure III.13 est une illustration d'une coupe longitudinale d'une serre montrant les changements de température en mètres. On peut voir que plus la hauteur à partir de la surface du sol est élevée, plus la température est basse, car à la surface du sol elle est $T=300$ k et à le plafond $T=284$ k.

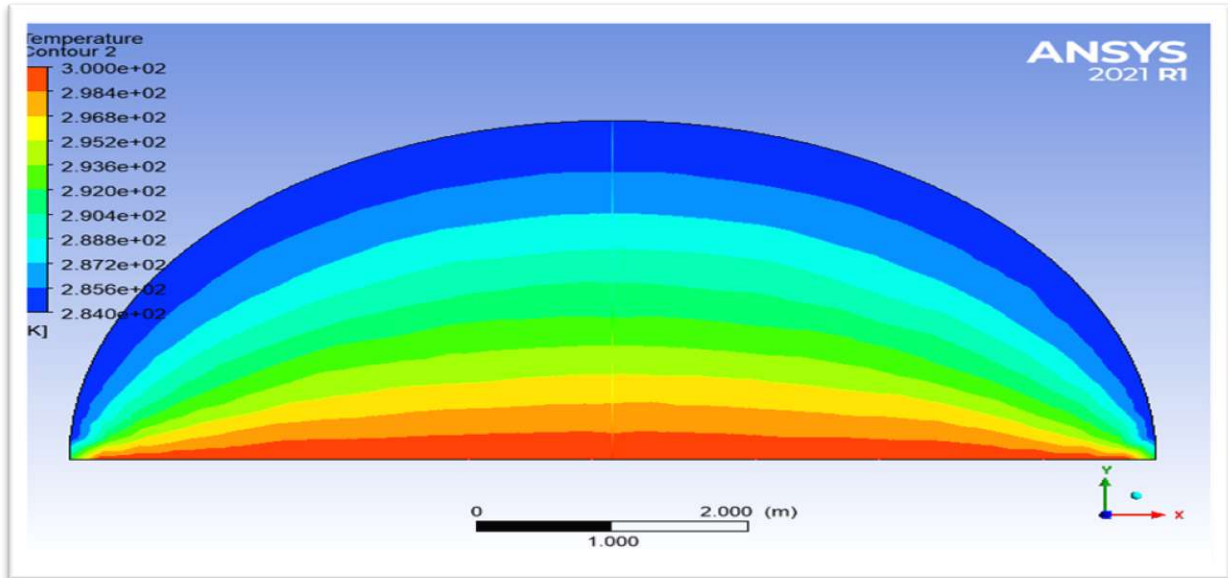


Figure III.13. Température de l'air dans la section transversale à $T=284$ K.

On remarque que la circulation générale de l'air homogène à l'intérieur de la serre est qu'il chauffe les molécules d'air à la surface de la terre puis remonte le long des parois de la serre et s'écoule vers la surface froide du toit.

III.8. Conclusion

L'objectif principal de ce travail est d'estimer la température à l'intérieur de la serre équipée d'un système de stockage thermique, ceci en utilisant la température du sol pour améliorer les performances thermiques de la serre pendant les périodes froides et hivernales. La conception thermique des serres, ainsi que la mise en place de systèmes de chauffage avec stockage thermique et configuration technique.

A rectangular area with rounded corners, filled with a light-colored marbled paper pattern. The pattern consists of intricate, swirling, and vein-like designs in shades of grey and white. Centered within this area is the text "Conclusion générale" in a bold, italicized serif font.

Conclusion générale

Conclusion générale

Cette étude porte sur l'exploitation d'une des sources d'énergie renouvelable, qui est la géothermie, pour chauffer la serre, augmenter sa production agricole et améliorer sa qualité.

L'objectif principal de ce système est de modifier le climat à l'intérieur des serres pendant les nuits froides d'hiver en utilisant le programme de critères ANSYS FLUENT pour prédire la température de l'air intérieur et valider l'étude récente et donner des résultats logiques.

Le programme donne la forme technique nécessaire à l'étude en lui donnant des mesures inspirées des fermes de la région et des galaxies dans lesquelles elle est étudiée. Le programme est capable d'alimenter toutes les parties de la serre et de la chauffer à partir de chaque partie. Il est également capable de fournir de l'air à l'intérieur de la serre à partir d'une source au sol avec une température et une vitesse que nous pouvons contrôler avec des mises à jour spéciales toutes les heures et donne les résultats affichés par le programme représentant les changements de température dans chaque partie de la serre. La circulation homogène de l'air à l'intérieur de la serre provoque un échauffement des molécules d'air à la surface de la Terre qui remontent ensuite le long des parois de la serre et s'écoulent vers la surface plus froide que la surface. Il semble également que le système est capable de se nourrir à environ 9 à 11 degrés Celsius.

Ainsi, cette étude peut être retenue car il est possible d'améliorer les performances thermiques des serres en ajoutant des modifications telles que des systèmes de chauffage, des systèmes de stockage de chaleur circulante ou de nouvelles configurations techniques.

A large rectangular area with rounded corners, filled with a light-colored marbled paper pattern. The pattern consists of intricate, swirling, and cellular-like designs in shades of grey and white.

Références

Références

- [1] Kamel MESMOUD. « Etude Expérimentale et Numérique de la Température et de l'Humidité de l'Air d'un Abri Serre Installé dans les Haut Plateaux d'Algérie, Région des Aurès ». Thèse de Doctorat. Batna. Décembre (2010).
- [2] Y. Bouteraa, "Automatisation d'une serre agricole, " Magister en Sciences Agronomiques, Ecole Nationale Supérieure D'agronomie-El Harrach, 2012.
- [3] S. Yassin, "SIMULATION NUMERIQUE DE LA CONVECTION NATURELLE DANS UNE SERRE AGRICOLE SEMI CYLINDRIQUE FERMEE CHAUFFEE PAR LE BAS," 2012.
- [4] M. Kechir, H. Mahfoudi, "Acquisition et transmission sur bus CAN des paramètres bioclimatiques d'une serre agricole, " mémoire de master, Université des Sciences et de la technologie Houari Boumediene USTHB, 2012.
- [5] Rapport de la société nationale d'Horticulture de France et l'Association des journalistes de jardin de d'Horticulture, "Serre tunnel," 2014.
- [6] Catalogue de la Société ULMA-Agricola, "Serres-multi chapelle," 2008.
- [7] Rapport de la société de marketing euro-serre, « les serres », 2016.
- [8] (en) « World Consumption of Primary Energy by Energy Type and Selected Country Groups, 1980-2004 » [archive], Energy Information Administration (consult le 17 mai 2008).
- [9] « Les cadastres solaires » [archive], sur photovoltaïque.info (consulté le 7 décembre 2016).
- [10] M. Anise Chialai. POLYCOPIÉ DE COURS. ÉCOLE SUPÉRIEURE EN SCIENCES APPLIQUÉES DE TLEMCEM. 2019.
- [11] Un aperçu des dynamiques régionales par filière. 3ième inventaire. Edition 2011.
- [12] Bogdan, SB, Salameh, ZM, « Methodology for optimally the combination of a battery bank and PV array in a wind/PV hybrid system ». IEEE transaction on Energies conversion 11(2), 367-375, 1996.
- [13] D. Tran, "Conception Optimale Intégrée d'une chaîne éolienne « passive » : Analyse de robustesse, validation expérimentale", Thèse de Doctorat de l'institut National

Polytechnique de Toulouse le 27 septembre 2010.

[14] j. Martin, "Energies éoliennes" Techniques de l'ingénieur, traité de Génie énergétique, pp. B 8 585 1-B 585 21.

[15] Maki Mounia, Récupération des déperditions d'énergie dans les complexes industriels et leur conversion en énergie électrique exploitable, thèse de doctorat, Algérie, 2014, page 15.

[16] Alain Damien, Livre, la biomasse Energie, Paris, 2008, page 5, 181, 184.

[17] AD Salah Eddine "Dimensionnement d'un échangeur air/sol enterré destiné au rafraichissement de l'air", Mémoire de master, Université de Biskra 2014.

[18] BENDJENIDI Bachir, ADDOUN Ben issa" Simulation d'un échangeur de chaleur air /sol de forme spirale ", Mémoire de magistère, Université de Ouargla 2017.

[19] B. Mebarki, B. Graoui, S. Abed essemmed, A. Keboucha, S. Dr ici and A. Sahli, " Etude d'un système de climatisation intégrant un puits canadien dans les zones arides, cas de Béchar", des énergies renouvelables, Vol. 15 N°3 pp. 465-478, 2012.

[20] P. F. Olivier and M. Denis, "modélisation des systèmes géothermiques à boucles horizontales pour chauffer les bâtiments et prévenir la fonte du pergélisol", mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de maitrisées sciences appliquées, université de Montréal, 99p, 2010.

[21] Benjamin Dessus, « Energies renouvelables : où, comment et pour faire ? », Global Chance, 2005.

[22] F. Berroug, E.K. Lakhal, M. El Omari, M. Faraji and H. El Qarnia, Numerical Study of Greenhouse Nocturnal HeatLosses,JournalofThermalScienceVol.20,No.4(2011)377

[23] B. Yakoub, «Automatisation d'une serre agricole».ENA El- Harrach. 2012

[24] B. B. Y. Babi, "Utilisation de l' Energie Géothermique pour le Chauffage des Serres Agricoles au Sud Algérien," pp. 41–46, 2001.

[25] Baille A, INRA et les cultures sous serre. Vers l'utilisation rationnelle de l'énergie et la

[26] P. Alg and M. E. T. Populaire, "Contribution à l'étude dynamique et thermique de l'air

à l'intérieur d'une serre en verre de type Venlo dans les régions des Aurès; les hauts plateaux est d'Algérie (Etude de simulation),” 2010.

[27] Djeghel, Rachida. Modélisation thermique d'une serre agricole. Thèse de magister Département de physique. maîtrise des conditions climatiques/INRA (Paris-France)-1995

[28] Bartzanas, T; Boulard, T; Kittas ,C. Effect of vent arrangement on windward ventilation of a tunnel greenhouse. *Biosystems Engineering*, (2004)88(4), 479-490

[29] M_Delphine070306 (1)

[30] WIFAYA, Ahmed, et al. "Problématique de gestion du climat en serres horticoles au Maroc." *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires* 8.1 (2020).

[31] Younes, Cherifi. Etude et réalisation d'un suiveur de soleil a base d'un micro contrôleur. Diss. Université Mouloud Mammeri, 2015.

[32] D. Lalmi, A. Benseddik, H. Bensaha, M.T. Bouzaher, T. Arrif, M. Guermoui & A. Rabehi (2019) Evaluation and Estimation of the Inside Greenhouse Temperature, Numerical Study with Thermal and Optical Aspect, *International Journal of Ambient Energy*

[33] Redjem, Radia. "Etude d'une chaine de conversion d'energie eolienne." (2009).

[34] Cours des Masters, « Énergies renouvelables », Université Mentouri de Constantine [OS]

[35] ISHIDO, T. "Une révision historique des études d'évaluation des réservoirs géothermiques." *Butsuritansa* 42.6 (1989): 397-410.

[36] Énergie hydraulique [archive], sur le site actu-environnement.com, consulté le 7 janvier 2014

[37] Nauleau, Élodie. Évolution au cours du temps des propriétés physiques et mécaniques des matériaux cimentaires d'un puit géothermique basse énergie. Diss. Université Paris-Est, 2013.

[38] Nesrine, Gasmi. Les ressources en énergies renouvelables. Diss. Faculté des Sciences et Technologies, 2021.

[39] Ohannessian, Aurélie. "Composés Organiques Volatils du Silicium: Un frein à la valorisation énergétique des biogaz." Rapport biogaz, Lyon (2008).

[40] Majdoubi, Hassan, et al. "Caractérisation et modélisation numérique de l'écoulement de l'air et du microclimat diurne d'une serre canarienne de grande surface." *JITH 2007*. ENSTIMAC, 2007.

Résumé

Le sujet de cette étude tourne autour de l'importance des serres et du rôle important qu'elles jouent dans l'agriculture moderne, qui est basée sur la production de cultures même au mauvais moment, mais souffre des dommages causés à ses produits pendant le froid des nuits d'hiver. Il a été obtenu en utilisant les mesures du programme ANSYS FLUENT pour élever la température et chauffer la serre. Les résultats donnés par le programme ont montré qu'ils sont efficaces et satisfaisants pour améliorer les performances thermiques de la serre, ainsi que pour protéger les cultures des détérioration et assurer leur qualité..

Les mots clés : la serre, Température, géothermique, ANSYS FLUENT.

ملخص

يدور موضوع هذه الدراسة حول أهمية البيوت البلاستيكية والدور المهم الذي تلعبه في الزراعة الحديثة ، والتي تقوم على إنتاج المحاصيل حتى في الوقت الخطأ ، ولكنها تعاني من الأضرار التي تلحق بمنتجاتها خلال ليالي الشتاء الباردة. تم الحصول عليها باستخدام مقاييس برنامج ANSYS FLUENT لرفع درجة الحرارة وتسخين الدفيئة ، وقد أظهرت النتائج التي قدمها البرنامج أنها فعالة ومرضية في تحسين الأداء الحراري للبيت الزجاجي ، وكذلك في حماية فساد المحاصيل وضمان جودتها..

الكلمات المفتاحية: الدفيئة، درجة الحرارة، الطاقة الحرارية الأرضية، ANSYS FLUENT

Abstract

The subject of this study revolves around the importance of greenhouses and the important role they play in modern agriculture, which is based on producing crops even at the wrong time, but suffers from the damage caused to its products during the cold winter nights. It was obtained by using the measures of the ANSYS FLUENT program to raise the temperature and heat the greenhouse. The results given by the program have shown that they are effective and satisfactory in improving the thermal performance of the greenhouse, as well as in protecting the spoilage crops and ensure their quality.

Key words: greenhouse, temperature, geothermal, ANSYS FLUEN.