

Remerciement

On dit souvent que le trajet est aussi important que la destination. Les cinq années de maîtrise m'ont permis de bien comprendre la signification de cette phrase toute simple. Ce parcours, en effet, ne s'est pas réalisé sans défis et sans soulever de nombreuses questions pour lesquelles les réponses nécessitent de longues heures de travail.

Avant de présenter ce mémoire, je tiens à remercier ALLAH le tout puissant de m'avoir donné la foi et de m'avoir permis d'en arriver là.

Mes remerciements vont également à mes parents pour tous les sacrifices qu'ils ont fait pour me permettre de suivre mes études dans les meilleures conditions possibles et n'avoir jamais cessé de m'encourager tout au long de mes années d'étude, sans oublier mes oncles et mes tantes surtout Salima et son mari Samy ainsi que mes cousins et cousines.

Je tiens à adresser ma vive reconnaissance et mes sincères remerciements à toutes les personnes qui m'ont aidé à accomplir ce travail, et plus particulièrement :

Mr CHELOUFI H. Maître de conférences au département des sciences agronomiques, non seulement pour l'honneur qu'il ma fait d'avoir accepté d'être mon promoteur mais aussi pour sa patience, ses conseils judicieux et sa compréhension;

Mr GOUSMI D. directeur de station I.T.D.A.S de Hassi Ben Abdallah, Ouargla, pour l'honneur qu'il ma fait en acceptant de diriger la Co-promotion de ce travail et pour son aide et ses conseils précieux.

C'est avec un grand plaisir que j'exprime toute ma profonde gratitude et mes sincères remerciements à :

Mr SAKER M.L. Maître de conférences à l'université de Ouargla, pour avoir accepté de nous honorer par sa présence en tant que président de la commission du jury.

Aux membres du jury qui m'ont fait l'honneur d'examiner ce travail et de le juger :

Mr CHAABNA A. Maître assistant à l'université d'Ouargla, pour ses précieux conseils ainsi que pour avoir accepté d'examiner ce travail.

Mr LAADJICI A. Maître assistant à l'université de Ouargla, pour avoir accepté d'examiner ce travail.

Je tiens aussi à remercier tous les enseignants du département des sciences agronomiques et sans oublier les ingénieurs et les employés de l'I.T.D.A.S.: Mr Mabrouk, Kouider, Ali et Salim.

Que tous ceux et celles, qui ont contribué de près ou de loin à ma formation et à la réalisation de ce travail trouvent ici l'expression de mes extrêmes reconnaissances et mes remerciements les plus sincères.

Liste des figures

N°	Titre	Page
1	Situation géographique de la région de Ouargla.	27
2	Diagramme ombrothermique de la région de Ouargla.	29
3	Climagramme d'Emberger de la région de Ouargla.	30
4	Localisation du site expérimental (station I.T.D.A.S.Hassi Ben Abdallah.	34
5	Dispositif expérimental (split-plot).	40
6	Evolution décadaire de la température minimale de l'air.	47
7	Histogramme de l'humidité de l'air par décade de la serre chauffée.	48
8	Effet du chauffage sur la hauteur des plantes.	51
9	Influence du chauffage sur le rendement cumulé du poivron à l'hectare.	58
10	Influence du chauffage sur le poids moyen des fruits.	60
11	Effet du chauffage sur la longueur (calibre) moyenne des fruits.	61

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
1	Localisation et caractéristiques des eaux naturelles en Algérie.	9
2	Les 20 plus importants des pays producteurs du poivron (2008-2009)	15
3	Les principales wilayas du sud productives du poivron (D.S.A, 2009).	16
4	Températures moyennes de l'air et du sol aux différents stades de développement du poivron.	20
5	Doses d'engrais préconisées au poivron.	22
6	Découpage administratif de la wilaya de Ouargla.	24
7	Les données climatiques de la région de Ouargla (2001-2010).	28
8	Les données climatiques de l'I.T.D.A.S de H.B.A (2011).	33
9	Caractéristiques physicochimiques du sol.	35
10	Caractéristiques chimiques de l'eau d'irrigation.	36
11	Planning de la fertilisation minérale par serre.	41
12	Traitements phytosanitaires utilisés	42
13	Résultats comparatifs des paramètres climatiques de l'air et du sol.	46
14	Effet de chauffage sur la hauteur des plantes (cm).	51
15	Gain de précocité en matière de floraison des différentes variétés.	52
16	Gain de précocité de nouaison des différentes variétés.	52
17	Effet du chauffage sur la date de la première récolte.	56
18	Indice de précocité.	57
19	Rendements des deux variétés (qx /ha).	57
20	Effet du chauffage sur le rendement (Q x/ha).	58
21	Effet du chauffage sur le poids moyen des fruits (g).	59
22	Effet du chauffage sur le calibre moyen des fruits (cm).	61

Liste des photos

N°	Titre	Page
1	Serre chauffée.	84
2	Serre non chauffée.	84
3	Opération de récolte.	84
4	Opération de calibrage.	84
5	Dégâts de la noctuelle.	84

Liste des abréviations

A.N.R.H.	: Agence Nationale des R essources H ydrauliques
C.D.E.R.	: Centre de D éveloppement de l'Énergie R enouvelable.
C.D.A.R.S	: Commissariat de D éveloppement de l' A griculture dans les R égions S ahariennes.
C.E.C	: Capacité d' E change C ationique.
C.V	: Coefficient de V ariation.
D.S.A	: D irection des S ervices A gricoles.
D.P.A.T	: D irection de la P lanification et de l' A ménagement du T erritoire.
F.A.O	: F ood and A griculture O rganisation.
H.S	: H autement S ignificatif.
I.P	: I ndice de P récocité.
I.T.D.A.S	: I nstitut T echnique de D éveloppement de l' A griculture S aharienne.
I.T.C.M.	: I nstitut T echnique des C ultures M araichères
I.N.R.A	: I nstitut National des R echerches A gronomiques.
N.P.K	: A zote- P hosphore- P otassium.
N.S	: N on S ignificatif.
O.N.I.D	: O ffice Nationale de l' I rrigation et de D rainage.
O.N.M	: O ffice Nationale de M étéorologie.
Ppm	: P artie p ar m illion.
S	: S ignificatif.

Table des Matières

Introduction générale..... 1

PREMIER PARTIE:SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE ET

MATERIEL ET METHODES

Chapitre I: Utilisation de la géothermie comme énergie renouvelable

I-1-Aperçu sur la géothermie.....5
I-2- Les différentes utilisations de la géothermie en fonction des températures6
du sous-sol
I-3-L'exploitation de la géothermie dans le monde.....6
I-4-L'application de la géothermie dans le domaine de l'agriculture.....7
I-5- L'utilisation de la géothermie en Algérie : réalisations et projets en cours.....7
I-6- De bonnes raisons d'utiliser l'énergie géothermique.....10

CHAPITRE II :Données bibliographiques sur le poivron.

II -1-Historique13
II-1-1-Définition et origine.....13
II-1-2-Date d'introduction du poivron.....14

II-2-Importance de la culture.....14
II-2-1- Dans le monde.....14
II-2-1- En Algérie.....14
II-2-3-Valeur nutritive.....16
II-3-Caractéristiques botaniques de la plante.....17

II-3-1-Systematique.....

II-3-2-Morphologie	18
II-3-3- Floraison et pollinisation	19
II-4-Exigences de la plante	20
II-4-1-Exigences climatiques.....	20
II-4-2-Exigences édaphiques	21
II-4-3-Exigences hydriques	21
II-4-3-1-Besoins du poivron en matière organique	21
II-4-3-2- Besoins du poivron en fumure minérale.....	22

Chapitre III : Matériel d'étude

III-1- Présentation de la région d'étude	24
III-1-1 -Situation et limites géographiques....	
III-1-2-Données climatiques	25
III-1-3-Données édaphiques	30
III-1-4-Données hydrologiques.....	31
III-2-Présentation de la ferme pilote (I.T.D.A.S HASSI Ben Abdallah).....	32
III-2 -1 Situation géographique de la station HASSI Ben Abdallah.....	32
III-2-2 Données climatiques de la station.....	32
III -3-Choix de site d'étude	33
III-4-Objectifs de l'expérimentation.....	35
III-5-Sol du site expérimental.....	35
III-6-L'eau d'irrigation.....	36
III -7- Matériel végétal :	

Chapitre IV : Méthodes d'étude

IV-1-Dispositif expérimental.....	39
IV -2- Mise en place et conduite de l'essai.....	39
IV -2-1-Mise en place de la culture.....	39
IV-2-2-Conduite de la culture.....	41

DEUXIEME PARTIE : RESULTATS ET DISCUSSIONS

CHAPITRE I : Conditions climatiques comparatives dans les deux serres

I-1- Température de l'air	46
I-2- Température du sol.....	47
I-3-Humidité de l'air	47
I-4 Conclusion	48

Chapitre II : Comportement morpho-physiologique du poivron

II-1-Hauteur des plantes.....	50
II-2-La Floraison	52
II-3-La nouaison	52
II-4-Etat sanitaire	53

Chapitre III : Résultats agronomiques

III-1- La précocité.....	56
III-2- Le rendement.....	57
III-3- Le poids moyen des fruits	59
III-4- La longueur (calibre) moyenne des fruits	60
III-5- Synthèse des résultats
III- 6-Synthèse de comportement variétal	62
III -7- Comparaison entre les deux variétés.....	62
Conclusion générale	64
Références bibliographiques	68
Annexe	71



INTRODUCTION
GENERALE

Introduction générale :

Le maraîchage en Algérie constitue un secteur important de la production agricole et parmi les cultures auxquelles l'Algérie accorde une attention particulière, on distingue la culture du poivron.

L'utilisation des abris serres, des semences hybrides, de la fertilisation liquide et de l'irrigation goutte à goutte sont autant d'éléments qui ont contribué au développement considérable du maraîchage (**AMIROUCHE, 1987**).

La recherche de la précocité mais aussi de la productivité élevée est un souci constant chez les maraîchers car elle constitue pour eux une source de profit en mettant sur le marché des produits en dehors de leur période normale de production à des prix très élevés. Mais, si on examine la période pendant laquelle les cultures sous serres sont pratiquées dans notre région; on remarque que c'est une période où généralement les conditions climatiques s'écartent des exigences des plantes et ce déficit engendre des chutes prématurées des fruits par suite de déficience de pollinisation et aussi l'obtention des fruits déformés et de petits calibres.

Afin de remédier à ce problème, différentes techniques peuvent être appliquées telles que les hormones végétales et la vibration, mais comme l'Algérie est riche en eau chaude géothermale, le recours à son utilisation dans le chauffage des serres s'est avéré la technique la plus adéquate et la plus économique malgré quelle ne fut exploitée dans ce domaine qu'à partir des années soixante-dix et c'était une contribution assez modeste.

Le chauffage des serres par géothermie a donné des résultats très significatifs au niveau de la région de Ouargla et plus précisément au niveau de l'ITDAS de Hassi Ben Abdallah. Le chauffage des serres par les eaux chaudes a été retenu pour de multitudes raisons à savoir :

- l'amélioration de la production maraîchère ; le chauffage pendant la période hivernale dans les régions sahariennes pourrait permettre l'augmentation de la production maraîchère locale grâce à la température optimale pour le développement végétatif assurée par le chauffage
- la disponibilité des eaux chaudes géothermales dans la région où l'irrigation se fait à partir des forages de l'Albien (température aux environs de 58 °C)
- la possibilité de recyclage des eaux après refroidissement à des fins d'irrigation.

Le présent travail de recherche s'inscrit dans le cadre des objectifs de l'institut technique de développement de l'agriculture saharienne de Hassi Ben Abdallah à savoir l'étude du comportement de deux variétés du poivron dans les abris serres mais aussi mesurer le gain engendré pour chaque variété si les serres venaient d'être chauffées à travers la mobilisation de la géothermie.

CHAPITRE I : Utilisation de la géothermie comme énergie renouvelable**I-1-Aperçu sur la géothermie :**

Le fond de la terre est chaud. L'eau infiltrée en profondeur est réchauffée à son contact est utilisée depuis l'antiquité dans certaines régions dans plusieurs domaines; c'est ce qu'on appelle habituellement la géothermie. Mais ce terme a aujourd'hui une signification plus large : il désigne, plus généralement, l'art de capter l'énergie calorifique de la terre.

En profondeur, la chaleur provient pour l'essentiel du magma qui génère un flux de chaleur vers la surface qui représente 90% de l'énergie dissipée. Plus c'est profond, plus la chaleur est élevée (+ 3°C/100m) **(I.P.F, 2011)**.

Cependant, la chaleur contenue dans les roches est trop diffuse pour être extraite de manière économique : il est nécessaire d'avoir à disposition un fluide caloporteur, généralement de l'eau, afin de transporter la chaleur vers la surface.

Face aux besoins énergétiques mondiaux qui ne cessent d'augmenter, les énergies fossiles qui se tarissent et chargent l'atmosphère en CO₂ ne pourront plus être la réponse universelle. Il est donc essentiel de trouver de nouvelles ressources énergétiques de préférence non polluantes et renouvelables.

Etant donné que nous vivons sur un stock d'énergie pratiquement infini, la géothermie a le potentiel nécessaire pour constituer une des réponses à ce déficit planétaire.

I-2- Les différentes utilisations de la géothermie en fonction des températures du sous-sol :

Les différentes possibilités d'application peuvent aller de l'utilisation balnéothérapeutique, au chauffage des serres et des locaux, au séchage des produits agricoles, à la pisciculture ou encore à la production électrique utilisant le procédé ORC (Organic Rankine Cycle) ou cycle binaire.

-Géothermie basse énergie : qui concerne les gisements des zones des plates formes continentales stables caractérisées par une température comprise entre 30°C et 150°C. Elle est destinée au chauffage urbain et au chauffage des serres.

-Géothermie haute énergie : elle concerne les gisements des zones continentales actives qui se caractérisent par des températures supérieures à 150°C. Elle est destinée principalement à la production d'électricité (**FEKRAOUI, 2003**).

I-3-L'exploitation de la géothermie dans le monde :

La géothermie est la quatrième source de production d'électricité par énergie renouvelable au monde, et la troisième source d'énergie. Actuellement, quelques 50 pays utilisent leurs ressources géothermiques à un stade industriel plus ou moins avancé. Les ressources de vapeur à haute température et haute pression sont essentiellement exploitées pour produire de l'électricité. Une vingtaine de pays (USA, Philippines, Mexique, Italie, Nouvelle-Zélande, Indonésie, Japon, Islande, etc.) totalisent une puissance installée plus de 8'000 MW électriques. Par contre, les ressources à moyenne ou basse température servent pour des usages directs, en majorité le chauffage de bâtiments et de serres, mais aussi la pisciculture et les usages associés au thermalisme et à l'industrie. Près de 60 pays (USA, Chine, Islande, Turquie, Suisse, Allemagne, Canada, Suède, France, Hongrie, Japon, Italie, Nouvelle-Zélande, etc.) totalisent une puissance installée plus de 16'000 MW thermiques (**VUATAZ, 2002**).

La contribution de la géothermie dans la production énergétique est non négligeable. A titre d'exemple, plus de 20% de la production électrique du Salvador provient de la géothermie; ce taux avoisine les 1,5% de la production totale en Italie. Plus de 80% des habitations sont chauffées à l'eau géothermale en Islande (**FEKRAOUI, 2003**).

Au niveau du prix des installations et l'énergie géothermique, de nombreux facteurs interviennent, mais ce sont essentiellement les politiques énergétiques des pays concernés, qui modifient les coûts de l'investissement, de l'exploitation et du prix de vente de l'énergie. De manière générale, les investissements nécessaires pour réaliser une centrale de production d'électricité ou de chaleur géothermique sont sensiblement plus élevés que ceux d'une centrale à fuel diesel, par contre, les coûts d'exploitation annuels sont beaucoup plus bas dans le cas de la géothermie (ADER, 2011).

I-4-L'application de la géothermie dans le domaine de l'agriculture :

Le chauffage des serres constitue un domaine important d'application de la géothermie, car beaucoup d'énergie est nécessaire pour ce type d'agriculture : en moyenne 200 tonnes de fioul par hectare et par an pour des cultures maraîchères et 400 tonnes pour les cultures florales. Changer d'énergie pour utiliser la chaleur du sous-sol représente donc le meilleur moyen de faire des économies tout en protégeant l'environnement (ADEME et BRGM, 2004).

I-5- L'utilisation de la géothermie en Algérie : réalisations et projets en cours :

L'Algérie dispose d'un potentiel géothermique appréciable. Les calcaires jurassiques du nord algérien qui constituent d'importants réservoirs géothermiques, donnent naissance à plus de 200 sources thermales localisées principalement dans les régions du Nord-Est et Nord-Ouest du pays.

Ces sources se trouvent à des températures souvent supérieures à 40°C, la plus chaude étant celle de Hammam Meskhoutine (96°C) (Tableau01). Ces émergences naturelles qui sont généralement des fuites de réservoirs existants, débitent à elles seules plus de 2m³/s d'eau chaude. Ceci ne représente qu'une infime partie des possibilités de production de réservoirs.

Plus au sud, la formation du continental intercalaire, constitue un vaste réservoir géothermique qui s'étend sur plusieurs milliers de km. Ce réservoir appelé communément "nappe albienne" est exploité à travers des forages à plus de 4m³/s. L'eau de cette nappe se trouve à une température moyenne de 57°C (FEKRAOUI, 2003).

A l'instar de ses voisins africains comme la Tunisie, le Nigeria et l'Ethiopie, l'Algérie ne peut négliger les possibilités que peut offrir cette ressource. Si les ressources existantes sont de type basse à moyenne enthalpie, l'utilisation directe de cette énergie dans différents domaines permettra certainement l'économie de plusieurs centaines de Mégawatts (**FEKRAOUI, 2003**).

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 agricoles qu'à partir des années soixante-dix et c'était une contribution assez modeste de l'énergie géothermale dans le développement du secteur agricole (**BOUCHEKIMA et BABI, 2001**).

La première serre géothermique expérimentale a été installée en 1984 à Hammam Meskhoutine. Le système de chauffage est constitué de 2 circuits pour éviter tout entartrage dans les conduites de chauffage. Plus tard, deux autres projets ont été réalisés respectivement à Ouargla et à Touggourt: il s'agit de 18 serres agricoles couvrant une surface chauffée de près de 7200m², utilisant l'eau de la nappe albiennne.

Les résultats ont été satisfaisants tant dans la précocité que dans le rendement de la production agricole (tomate et melon).

Ainsi, dans le but d'intégrer l'utilisation de la géothermie dans l'agriculture, méconnue jusqu'à présent par nos investisseurs, malgré l'importance de ses résultats, l'ONID compte mettre en œuvre, dans le sud, une exploitation agricole en utilisant la géothermie, aux fins de la faire admettre dans les traditions de notre agriculture.

Cette expérience, au multiple intérêt, permettra, entre autres, de développer l'agriculture dans le grand sud, et lutter contre la corrosion et le tartrage qui rongent d'une manière inquiétante nos infrastructures hydrauliques.

La première expérience, pilotée par l'ONID, concernera l'utilisation de la géothermie dans la production des primeurs à partir des forages albiens dans la région du sud (Ouargla et El Oued). (**ONID, 2010**).

Les projets en cours de réalisation concernent l'établissement d'un catalogue des sources thermales et d'un Atlas des ressources géothermiques du Nord algérien.

Tableau 01 : Localisation et caractéristiques des eaux chaudes naturelles en Algérie :

Wilaya	Lieu de plantation	Température(°C)	Débit (l/s)	Caractéristiques
Biskra	Hammam Salihine	43	181	Sulfure sodique Chlorure sulfate Carbonate, calcosodique Légèrement magnésienne
	Sidi Khaled	53	120	
	M'Rara	54	150	
	Tamerna	54	270	
Constantine	Oued Athmania 1	36	50	
	// // e2	46	551	
	Hammam Bouziane			
	Source Zouaoui	28	600	
	Source El-Ghizane	28	200	
Janet	Janet 1	22	241	Sulfate chlorure.
	Janet 2	23	561	
Chelef	Hammam Righa	67		Sulfatée, calsique
Guelma	Hammam Maskhoutine	96	500	Sulfatée, calcique
Mascara	Bouhnifia	69		Bicarbonate calsique
S.B.Abbes	Bouhdjar	70		Chlorurée sodique
Sétif	Hammam Guergour	43		Forte salinité Forte salinité
	Oued Boussalem	22		
	Hammam Ouled Yelles	46		
	Hammam Sokhna	46		
Tlemcen	Maghnia	45		Sulfatée ,bicarbonate sodique
OUARGLA	El-Hadeb	56	286	
	Hassi Ben-Abdallah 1	58	200	
	// // 2	58	174	
	Sidi-Slimane 1	54		
	// // 2	56		
	Sidi-Mahdi 1	57	380	
// // 2	56	220		
Ghardaïa	Zelfana	42	160	

(Direction de l'hydraulique,1983)

L'objectif de ces projets est de mettre à la disposition des chercheurs et des étudiants une base de données concernant les principales sources thermales et les possibilités géothermiques de l'Algérie.

I-6- De bonnes raisons d'utiliser l'énergie géothermique :

- La géothermie est une source d'énergie indigène et respectueuse de l'environnement. Elle n'engendre dans l'atmosphère ni substances polluantes, ni CO₂ et remplace ainsi de manière idéale les agents énergétiques fossiles.
- La géothermie est disponible en permanence. Elle ne dépend pas des conditions climatiques, des saisons, ou des heures de la journée.
- Les installations géothermiques sont asservies selon les besoins.
- Inépuisable à la dimension de l'ère humaine, la géothermie fait partie des énergies renouvelables, donc durables : les besoins de la génération actuelle peuvent être satisfaits sans préteriter ceux des générations futures.
- Il existe des solutions éprouvées pour tous les types de géothermie et tous les environnements géologiques. Des systèmes d'exploitation directe de la chaleur sont disponibles sur le marché tant pour les villas que les immeubles ou les quartiers résidentiels. Pour la production d'électricité, des centrales modulaires peuvent être acquises clés en main.
- Les installations géothermiques sont peu visibles en surface. Elles ne sont pas encombrantes; ne revendiquent qu'un espace restreint près des forages et le transport des fluides géothermiques dans des conduites en surface est réduit au minimum.

CHAPITRE I : Conditions climatiques comparatives dans les deux serres

La culture du poivron a été menée en conditions semi-contrôlées soit sous deux abris-serres dont l’une est chauffée à l’eau chaude émanant d’un forage du continental où l’eau jaillit à une température d’environ 58 °C. Tout au long du cycle végétatif de la culture, nous avons mesuré les paramètres climatiques discriminants à savoir la température minimale de l’air et la température du sol.

I-1- Température de l’air

Les principaux résultats (**tableau 13, fig6**) indiquent clairement les avantages du film plastique quand à l’amélioration de l’environnement climatique de la culture, la température de l’air est meilleure par rapport à l’extérieur ; celle-ci est davantage améliorée dans le cas de la serre chauffée à l’eau géothermale. En effet, on constate une nette supériorité de la serre chauffée par rapport à la serre témoin qui est non chauffée faisant ressortir des différences de températures minimales de l’air allant de 4 à 9°C entre la serre chauffée et la serre non chauffée et de 7 à 10°C entre la serre chauffée et l’extérieur ce qui démontre l’effet bénéfique du chauffage sur le microclimat de la serre.

L’examen des exigences thermiques de la culture du poivron (**tableau04**) et des conditions de températures sous serre (**tableau13**) fait ressortir un déficit certain en chaleur en hiver pendant la nuit qui a pour effet de retarder la précocité.

Tableau (13) : Résultats comparatifs des paramètres climatiques de l’air et du sol

Mois	Décades	T° Serre chauffée	T°Serre témoin	T° Extérieur	T° Sol			Humidité air
					S.C	S.T	Extérieur	S.Chauffée
Novembre	1 ^{er}	/	/	/	/	/	/	/
	2 ^{ème}	24	16	15,30	26	21,3	17	/
	3 ^{ème}	23	14	13	25	22	18	/
Décembre	1 ^{er}	22,9	13	12,3	23	20	14,5	90
	2 ^{ème}	23	14	13,5	21	19	14	94
	3 ^{ème}	22,75	17	15	21	20	14	82,70
Janvier	1 ^{er}	23,5	15	12,15	21	20	13,3	73,4
	2 ^{ème}	20,65	15	12,27	22	21	13,6	65,67
	3 ^{ème}	20	16	13,5	22	21	13	73
Février	1 ^{er}	21,9	15	12,50	21	20	13,3	64,17
	2 ^{ème}	23,55	16	13	22	21	13,6	68
	3 ^{ème}	24,64	16	14,5	22	21	13	62

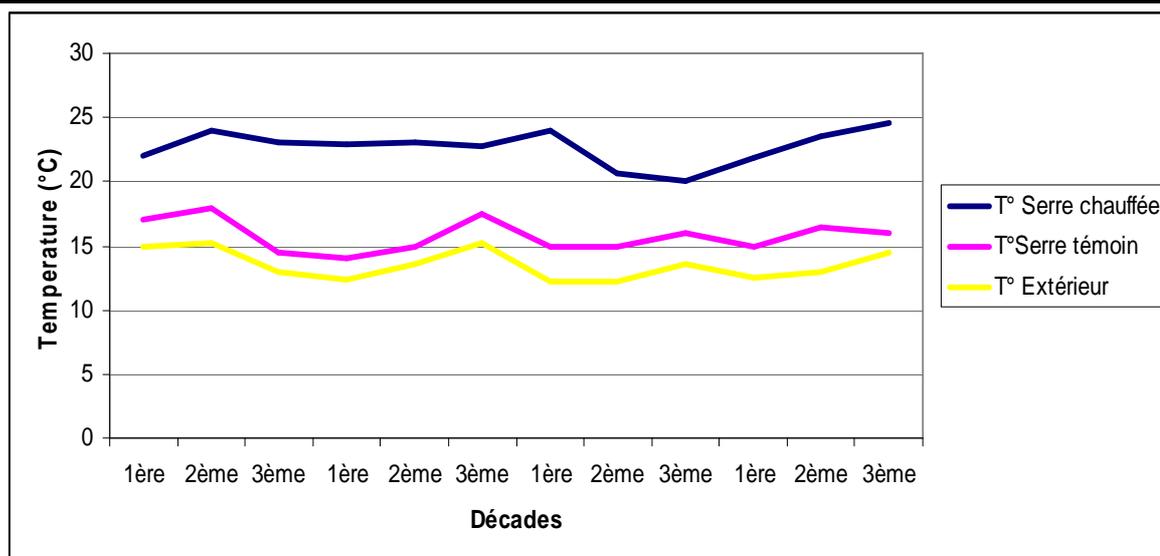


Figure 06 : Evolution décadaire de la température minimale de l'air

I-2- Température du sol :

L'utilisation de la géothermie dans le cadre du chauffage des serres, a permis d'augmenter la température de l'air, à l'intérieur de la serre mais aussi la température de l'environnement racinaire(sol) . Cette nettement amélioration est le résultat de la circulation de l'eau chaude dans les tuyaux annelés en contact du sol ce qui a entraîné une diffusion de la chaleur sur une profondeur de 30cm.

En effet, pour la serre chauffée, la température varie entre 21 à 26°C alors qu'elle varie de 19 à 21°C pour la serre froide soit un gain de 2 à 7°C. Par rapport à l'extérieur, le gain varie de 7 à 9°C.

I-3-Humidité de l'air :

Dans la serre chauffée, l'enregistrement de l'humidité a commencé 10 jours après le démarrage du chauffage de la serre jusqu'à la fin de cycle cultural. L'hygrométrie enregistrée pendant la période de chauffage dans la serre chauffée était relativement élevée (**Figure07**), nous atteignons presque des situations de saturation de l'air (94%) ; bien sur cela est le résultat naturel de l'utilisation de la vapeur d'eau conjugué à une mauvaise aération de la serre.

Ainsi, il s'est créé des conditions favorables au développement des maladies cryptogamiques telle que l'oïdium ce qui a poussé les responsables de la station à améliorer l'aération

Dans la serre non chauffée l'humidité n'a pas pu être prise à cause de non disponibilité d'accessoires de mesure.

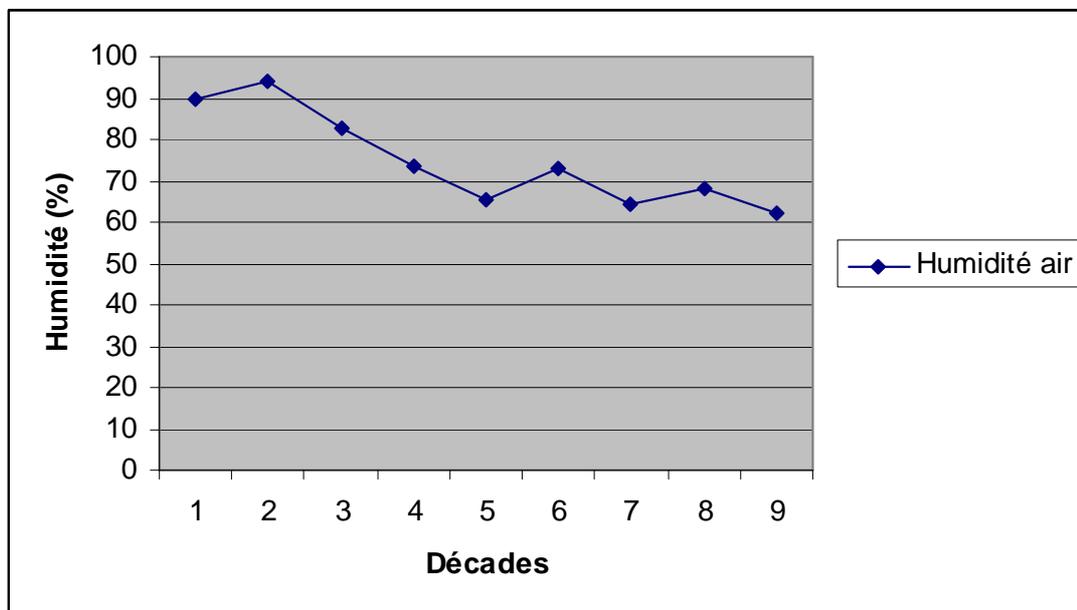


Fig.07 : évolution décennale de l'humidité de l'air.

I-4 Conclusion :

L'utilisation de la géothermie dans le chauffage des serres s'est manifestée par une amélioration notable des paramètres climatiques discriminants vis-à-vis des exigences écologiques de la plante-test à savoir le poivron ; les températures de l'air et du sol se sont notablement améliorées.

CHAPITRE II :Données bibliographiques sur le poivron.**II -1-Historique :****II-1-1-Définition et origine :**

Le poivron est l'appellation française du piment doux à gros fruit. Il vaut mieux employer le terme piment qui, lui, englobe à la fois les piments à fruits doux et les piments à fruits petits et à saveur plus ou moins brûlante contenant de la capsaïcine.

Pourtant issus d'une, même espèce et du même continent américain, piments et poivrons vont connaître des destins différents.

Peu à peu, le poivron a perdu le caractère brûlant de ses ancêtres, tous certainement piments. Il a pris du poids, de l'épaisseur, et même du ventre. Il est devenu un bon gros légume débonnaire (**Jean-Luc Danneyrolles, 2000**).

Le piment appartient à la grande famille d'origine tropicale des Solanacées qui comprend également la tomate, la pomme de terre et le tabac.

Selon **POCHARD (1987)**, le poivron était inconnu dans l'ancien monde avant la découverte de l'Amérique.

Le poivron, Capsicum annuum, figure parmi les produits du nouveau monde, que **C.COLOMB** a ramenés de son premier voyage, en 1493.

Le poivron est originaire du Mexique du sud et de la zone centrale du continent sud-américain qui correspond à la Bolivie actuelle : il s'agit d'une zone de transition entre le climat tempéré et le climat sub-tropical, non soumise aux gelées et relativement sèche. Il a été largement cultivé et consommé par les indiens et il n'a pas été trouvé à l'état sauvage ce qui prouve que c'est une ancienne culture.

II-1-2-Date d'introduction du poivron:***En Europe :**

Le poivron fut introduit en Europe à la fin du quinzième siècle et au début du seizième par les Conquistadors. Il a été cultivé comme une plante médicinale et décorative en Espagne et en Portugal, puis il a pénétré en Angleterre en 1548, dans le sud de l'Italie à peu près à la même époque, en Hongrie 20 ans plus tard (**POCHARD, 1987**).

***En Algérie :**

Selon **POCHARD (1987)**, la culture du poivron a été introduite au dix-huitième siècle, durant la colonisation française en Algérie.

II-2-Importance de la culture :**II-2-1- Dans le monde :**

Le poivron occupe la troisième place dans le monde après la pomme de terre et la tomate. La production mondiale a dépassé 24.7 millions de tonnes en 2005 (**FAO, 2005**). Les principaux pays producteurs sont consignés dans le **tableau02**.

II-2-2-En Algérie :

La superficie occupée par le poivron en Algérie est d'environ 12 083 hectares avec une production de 1 910 468 quintaux pour un rendement moyen d'environ 158,1 qx/ha (**D.S.A.Ouargla, 2009**).

Concernant le sud Algérien, le poivron occupe une superficie de 597 hectares, pour une production qui atteint 208 021Qx et un rendement de 1 101,4Qx/ha (**Tableau03**).

Tableau 02 : les 20 plus importants des pays producteurs du poivron (2008-2009)

Données de FAOSTAT (FAO) Base de données de la FAO		
Pays	Production(1000\$ ntI)	Production (t)
Chine	4925876	14274178
Mexique	709148	2054968
Turquie	619842	1796177
Indonésie	376877	1092115
Espagne	342398	992200
États-Unis	313966	909810
Nigeria	250190	725000
Egypt	242739	703408
République de Corée	133122	385763
Pays-Bas	113879	330000
Italie	112405	325727
Tunisie	100421	291000
Algérie	96762	280397
Ghana	96280	279000
Roumanie	82366	238682
Maroc	80136	232220
Éthiopie	63745	184720
Israël	61571	178423
Hongrie	57484	166579
Venezuela	52532	152229

Tableau 03 : Les principales wilayas du sud productives du poivron (D.S.A, 2009).

Les wilayas	Superficie (ha)	Production (Qx)	Rendement (Qx/ha)
Biskra	441	183 677	416,5
Ghardaïa	65	12 680	195,1
El-oued	44	9 114	207,1
Adrar	15	2 290	152,7
Ouargla	2	260	130,0
Total sud	597	208 021	1101,4

II-2-3-Valeur nutritive :

D'après **KOLEV (1979)**, l'étendue très vaste du piment-poivron peut s'expliquer par ses qualités gustatives, diététiques et nutritives excellentes.

Dans le fruit du poivron on trouve :

7 à 13% de matières sèches.

3 à 6% de sucres.

0,2 à 0,4% d'acides organiques

1,2 à 1,9% de protéines.

Le poivron contient de grandes quantités de sels minéraux (K, Ca, Mg, P, Cl, Fe...), et une source excellente de vitamines, surtout la vitamine C. Les fruits du poivron sont quatre à cinq fois plus riches en vitamine C que le citron, et 100g de fruits frais suffisent à la ration quotidienne d'entretien d'un homme de poids moyen. **MLADENOVE (1946)**, a constaté une diminution relativement faible en vitamine C après un stockage.

C'est un légume très apprécié dans la région méditerranéenne, on le mange cru, en salade, frit ou cuit au four.

Le poivron considéré comme un légume peut être conservé industriellement avec les moyens classiques. Les Etats-Unis et l'Espagne sont les principaux pays où la fabrication des conserves du poivron se fait sur une échelle importante.

Lorsque le poivron est à maturité, sa couleur rouge peut être utilisée, après extraction du pigment qui en est responsable à colorer des produits alimentaires (ANONYME ,1974).

II-3-Caractéristiques botaniques de la plante :

II-3-1-Systématique :

Le genre Capsicum fut institué par **TOURNEFORT** en **1719**, et adapté par **LINNE** en **1735**. Le nom générique de Capsicum qui vient de capsa, boîte ou étui, décrit parfaitement le fruit du poivron.

Les botanistes s'accordent alors pour reconnaître que le plus grand nombre de sortes cultivées du poivron appartiennent à l'espèce herbacée et annuelle. (84 genres, 3000 espèces). Selon **POCHARD (1987)**, le poivron : Capsicum annuum L .appartient à la famille des Solanacées.

*Position systématique selon Cronquist (1981) :

- Règne Plantae
- Division Magnoliophyta
- Classe Magnoliopsida
- Ordre Solanales
- Famille Solanaceae
- Genre Capsicum
- Espèce Capsicum annuum

II-3-2-Morphologie :

Le poivron est une plante solanacée annuelle. Dans les pays tropicaux et subtropicaux, il peut être cultivé comme une culture bisannuelle, ce qu'on observe très souvent dans les oasis du sud (KOLEV, 1979).

II-3-2-1-Système racinaire : il est constitué d'une racine pivotante à partir de laquelle partent des racines latérales. L'ensemble des ramifications prend d'abord une forme de pointe de flèche au bout de laquelle s'effectue la croissance, puis ensuite se forme un chevelu dense de racines. Ces racines s'enfoncent dans le sol à une profondeur de 30 à 60 cm avec une distribution hétérogène. La croissance horizontale des racines atteint 30 à 50 cm de part et d'autre du pivot. Selon SOMOS (1984), le système racinaire du poivron représente, en poids, entre 7 à 17% de la plante totale selon le type variétal et le type de culture et son développement conditionne la vigueur et la productivité; il en résulte que la fertilisation et surtout l'irrigation doivent être ajustées au mieux

II-3-2-2-Tige et axillaires : le poivron est une plante à croissance déterminée. On distingue 3 phases dans le développement de la plante :

- Phase de croissance monopodiale de la tige jusqu'à la première ramification.
- Phase de croissance rapide des bourgeons et formation des fleurs.
- Phase de croissance lente et grossissement des fruits.

La croissance de la tige est d'abord monopodiale avec émission de 8 à 12 feuilles selon le cultivar, puis sympodiale: le méristème apical se transforme en bouton floral tandis qu'à l'aisselle de la dernière feuille initiée, le bourgeon axillaire émet 2 à 3 tiges secondaires qui forment la fourche. Puis, sur chaque ramification, la fleur est terminale: elle est située à la hauteur de la feuille initiée et accompagnée d'un bourgeon axillaire qui donne à nouveau 2, parfois 3 tiges secondaires. Cet ensemble constitue l'unité sympodiale. Ensuite, les ramifications se succèdent selon le mode dichotomique. Au final, la plante, si elle n'est pas taillée, présente un port buissonnant qu'il faut palisser pour la maintenir érigée d'autant plus que ses tiges sont très fragiles et cassent facilement.

II-3-2-3-Feuille: la feuille du poivron est simple, lancéolée ou ovale, formée d'un long pétiole souple et d'un limbe à bord lisse ou à peine dentelé à la base, de couleur vert plutôt brillant. On peut noter la particularité suivante : si la feuille est retournée, par exemple lors des opérations culturales, elle ne revient pas dans sa position initiale.

II-3-2-4-Fleur : elle est hermaphrodite. Elle apparaît solitaire à chaque nœud. Elle est constituée de 5 à 8 sépales de couleur vert jaunâtre et de 5 à 8 pétales soudés de couleur blanche. L'androcée est formé par 5 à 8 étamines et le gynécée de 2 à 4 carpelles soudés.

II-3-2-5-Fruit et graines: il s'agit d'une baie constituée d'un péricarpe charnu plus ou moins épais selon les variétés et d'un placenta à la surface duquel sont implantées les graines, principalement sur sa partie centrale et basale. La couleur de l'épiderme est verte avant maturité, puis de couleur variable à maturité selon les variétés, les plus communes étant le rouge ou le jaune. La forme du fruit varie selon les cultivars. Les graines de couleur jaune pâle, ont une forme ronde réniforme très aplatie avec un diamètre de 3 à 5 mm. Le poids de 1000 graines oscille entre 5 et 7g.

II-3-3- Floraison et pollinisation :

La différenciation florale ne semble pas être influencée par la longueur du jour. La plupart des variétés fleurissent avec des longueurs de jour de 10 heures ou plus.

Le facteur externe le plus important déclenchant la différenciation florale est la température et plus particulièrement la température nocturne. La formation du pollen est affectée par les températures élevées, supérieures à 30°C : la température ambiante durant les 15 jours avant l'ouverture de la fleur influe sur le taux de pollen stérile (**COCHRAN, 1938**). La température optimale pour la germination du pollen oscille entre 20 et 25°C (comme pour la tomate). Avec des températures nocturnes comprises entre 8 et 10°C, le pollen est inactif pour la fécondation.

II-4-Exigences de la plante :

II-4-1-Exigences climatiques :

Les conditions de température moyenne de l'air et du sol aux différents stades de développement du poivron sont consignées dans le tableau (04).

Tableau 04 : températures moyennes de l'air et du sol aux différents stades de développement du poivron

Stades	Air	Sol
Croissance	Nuit 15°C-17°C	Nuit 18°C-20°C
	Jour 23°C-27°C	Jour 18°C-20°C
Floraison	Nuit 16°C-18°C	Nuit 18°C-20°C
	Jour 23°C-27°C	Jour 18°C-20°C

II-4-1-1-Température :

Selon **LETEINTURIER (1978)**, le poivron exige encore plus de chaleur que la tomate pour accomplir son cycle végétatif, car c'est une plante des régions chaudes.

D'après **KOLEV (1979)**, au dessous de 13°C, les semences ne germent pas. Pour un bon développement, il faut des températures comprises entre 18°C et 27°C, avec un optimum de 25°C à 30°C le jour et 15°C à 25°C la nuit.

Selon **DOOLITE (1968)**, pour une température ou dessus de 35°C, la fructification est très faible ou nulle surtout si l'air est sec.

II-4-1-2-Humidité du sol et de l'air :

Les exigences du poivron sont très grandes, les recherches en ce sens ont démontré qu'une humidité de 80-85% dans le sol donne les meilleurs résultats.

L'humidité optimale de l'air est 60-70%.

L'humidité de l'air au-dessous de 50% provoque une couleur excessive des fleurs et des fruits et des accidents physiologiques (**NIKOLA KOLEV, 1979**).

II-4-1-3-Lumière :

Selon **POCHARD (1982)**, les exigences du poivron en lumière sont très grandes pendant toute la végétation, car l'induction florale semble dépendante en partie d'un bon éclairage.

II-4-2-Exigences édaphiques :

Le poivron se plait sur des sols à structure grumeleuse, sablo-limoneux ou limoneux. Il exige également un bon drainage, car il craint l'asphyxie racinaire d'une part, et d'autre part il craint la sécheresse. Par contre, son exigence du point de vue pH est modéré, et si les meilleurs pH se situent autour de 6,5 à 7,0 ils peuvent sans trop de préjudice, descendre jusqu'à 5,6 et atteindre 8,5(**SZOKE et GARAFOLI, 1982**).

II-4-3-Exigences hydriques :

Selon **DOOREMBOS et al (1980)**, le poivron est très sensible aux excès d'eau et ses besoins en eau pour tout le cycle sont de 600mm à 900mm et atteignent 1250mm dans le cas de cycle prolongé avec plusieurs récoltes.

II-4-3-Exigences en éléments fertilisants (organiques, minérales) :

Le poivron est une plante très exigeante en fumures organiques et minérales (**KOLEV, 1979**).

II-4-3-1-Besoins du poivron en matière organique :

Sous abris, il est très important d'apporter une fumure organique de 30 à 40t/h.

(BENHARZALLAH, 1989).

II-4-3-2- Besoins du poivron en fumure minérale :

Le **tableau n°05** résume d'une manière générale la fumure minérale préconisée par certains auteurs.

Tableau 05 : doses d'engrais préconisées au poivron.

Auteurs	N (U/ha)	P2O5(U/ha)	K2O(U/ha)
SZOKE	150-200	90-120	180-240
ANSTETT(1975)	201	56	269.
ZUANG(1982)	300	150	450

D'après ces chiffres, on remarque qu'il est bien difficile de définir une dose à usage universel. Quant à la dose appliquée, elle devra toujours être en fonction de production et de la nature du sol.

Chapitre II : Comportement morpho-physiologique du poivron

La capacité de croissance d'une plante est déterminée par l'hérédité mais la concrétisation des potentialités génétiques est sous l'étroite dépendance de l'action du milieu ; ainsi, le rendement d'une culture déterminée dépend beaucoup des propriétés de son environnement. (ANONYME, 1972)

Afin de mieux suivre la croissance et le développement de la plante (l'évolution des paramètres morpho-physiologiques), des mesures et observations ont été effectuées régulièrement durant une période de quatre (4) mois de la plantation jusqu'aux dernières récoltes.

Le comportement variétal est soumis à deux facteurs soit une étude comparative du comportement du poivron en serre classique face à celle chauffée à l'eau géothermale d'une part (effet serre) et d'autre part le comportement individuel de chaque variété dans les deux conditions (effet variété).

Nous tenons à préciser que l'essai n'a pu aller à terme du fait d'une attaque très grave et généralisée de la noctuelle défoliatrice.

De ce fait, les résultats obtenus et consignés dans ce mémoire sont certainement en dessous du potentiel productif des 2 variétés testées.

II-1-Hauteur des plantes

La croissance et le développement des plantes étant influencés par les conditions édapho-climatiques du milieu, nous avons apprécié cela par le paramètre hauteur des plantes. Les résultats obtenus durant le cycle de la culture (**tableau 14, fig.8 et annexe**) indiquent clairement une nette supériorité des plantes soumises au chauffage.

Le chauffage a augmenté la vitesse de croissance des plantes d'une façon spectaculaire ainsi, on constate des différences de croissance jusqu'à 19 cm entre les deux serres pour les deux variétés étudiées ; mais un effet plus marqué pour la variété LIPARI (différence de 22 cm par rapport à la serre non chauffée).

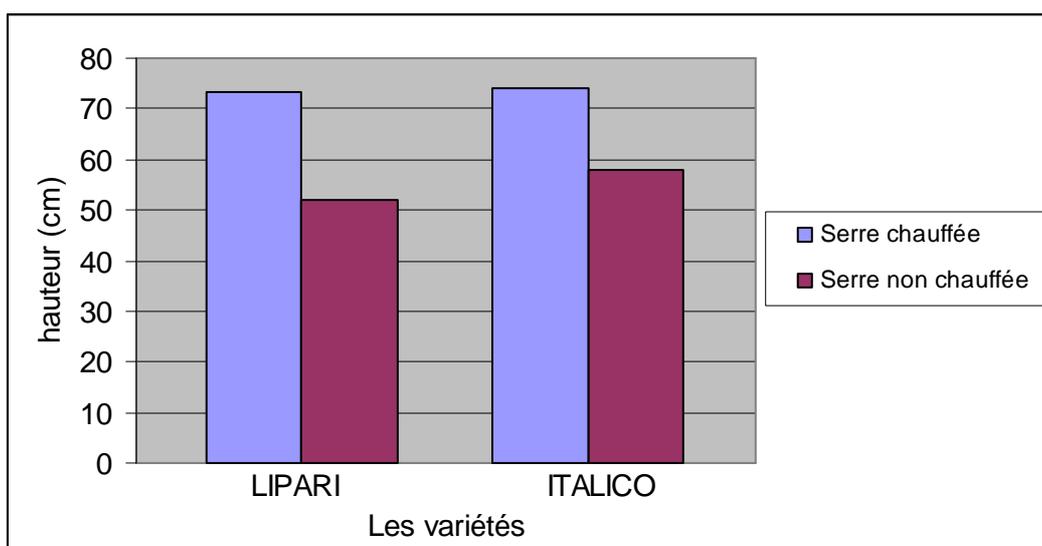


Fig.08 : Effet de chauffage sur la hauteur des plantes (cm).

Tableau (14): Effet de chauffage sur la hauteur des plantes (cm)

Serre x variété	ITALICO	LIPARI	Moyenne	Signification
Serre chauffée	74	73,40	73,7	Effet serre A HS
Serre non chauffée	58	52	55	Effet variété B NS
Moyenne	66	62,7	128,7	Effet S*V NS

L'analyse de variance montre une différence hautement significative du facteur chauffage mettant en évidence son effet positif sur la croissance des plantes, le coefficient de variation est de 9,2%.

Cette analyse statistique (**annexe**) montre qu'il y a des différences hautement significative, et il se dégage deux groupes homogènes de l'effet chauffage de serre soit le groupe (**A**) représenté par la serre chauffée avec 73,7 cm de hauteur en moyenne et le groupe (**B**) représenté par la serre non chauffée avec 55 cm de hauteur en moyenne

En ce qui concerne l'effet des variétés et l'effet de l'interaction (serre x variété), les différences observées ne sont pas significatives.

II-2-La Floraison :

Le gain de précocité en floraison pour les 1^{er}, 2^{ème} et 3^{ème} étage sous serre chauffée par rapport à la serre non chauffée est présenté dans le **tableau(15)**.

Tableau (15) : gain de précocité en matière de floraison des différentes variétés

	1 ^{er} étage		2 ^{ème} étage		3 ^{ème} étage	
	Début	Fin	début	fin	Début	Fin
ITALICO	+ 14 J	+ 21 J	+ 21 J	+ 21 J	+ 21 J	+ 21 J
LIPARI	+ 14 J	+ 21 J	+ 21 J	+ 21 J	+ 21 J	+ 14 J

Il est considéré stade début de floraison lorsque 20% des fleurs sont épanouies et fin de floraison lorsque 75% de celles-ci sont épanouies.

Comme nous le constatons dans le tableau ci-dessus et dans l'annexe, le chauffage a permis une floraison plus précoce et plus importante que celle de la serre témoin.

Les plants cultivés dans la serre chauffée sont arrivés au début floraison du premier étage après 43 jours de la date de plantation par contre ceux cultivés dans la serre témoin leur a fallu 57 jours. Le gain de précocité pour les deux variétés testées est de 14 à 21jours.

II-3-La nouaison :

Le gain de précocité en matière de nouaison du 1er, 2ème et 3ème étage sous serre chauffée par rapport à la serre non chauffée est présenté dans le **tableau (16)**.

Tableau (16) : gain de précocité de nouaison des différentes variétés

	1 ^{er} étage		2 ^{ème} étage		3 ^{ème} étage	
	Début	fin	début	fin	début	Fin
ITALICO	+ 21 J	+ 21 J	+ 21 J	+ 21 J	+ 21 J	+ 21 J
LIPARI	+ 21 J	+ 21 J	+ 21 J	+ 21 J	+ 21 J	+ 21 J

L'écart de début nouaison dans la serre chauffée est de 21 jours par rapport au témoin cela est dû aux conditions optimales de température pour la pollinisation et la germination du pollen. De ce fait, le chauffage a permis une amélioration significative de la nouaison dans le temps. A titre d'exemple, un taux de nouaison de 100% est attribué à la variété LIPARI en date du 19/01/2011 au niveau de la serre chauffée, ce même taux au niveau de la serre non chauffée est atteint le 16/02/2011 soit 28 jours de différence.

II-4-Etat sanitaire :

Le suivi de la culture durant son cycle végétatif, nous a permis d'observer son état sanitaire dont nous présentons ci-après les principales attaques sur la culture :

II-4-1-La défoliatrice : causée par Spodoptera littoralis

La noctuelle défoliatrice est un parasite des poivrons qui sévit la nuit en faisant des trous dans les feuilles et durant le jour elle se tient souvent à la face inférieure des feuilles

Les adultes se nourrissent du nectar des fleurs.

II-4-2 L'oïdium : causé par Leveillula taurica

L'oïdium (blanc) constitue un problème récurrent dans les cultures de serre.

Ses symptômes sont comme suit :

- Un feutre brunâtre se forme sur le revers des feuilles.
- La face supérieure des feuilles présente parfois des plaques jaunes.
- Dans les cas graves, les feuilles jaunissent entièrement puis tombent au sol.
- Les symptômes apparaissent en premier sur les feuilles les plus vieilles.

II-4-3-Les pucerons :

Les pucerons sont les principaux ravageurs de la culture des poivrons et piments. Plusieurs espèces de pucerons peuvent venir les visiter à l'occasion. Cependant, l'espèce qui les colonise habituellement est le puceron vert du pêcher (*Myzus persicae*).

Les pucerons causent deux types de dommages sur les plants de poivrons :

Le premier dommage est occasionné par leur pièce buccale. Ces insectes sont des piqueurs. Ils se nourrissent de la sève des plants. Vu leur petite taille, les dommages ne sont apparents que s'ils sont en très grand nombre. Ils causent alors l'enroulement et la déformation des nouvelles feuilles et la chute des boutons floraux.

Le deuxième dommage est la présence du miellat sur les feuilles et les fruits. Un champignon utilise ce miellat comme milieu de culture. La substance collante devient noire à cause de sa présence. Les fruits doivent alors faire l'objet d'une surveillance accrue lors du lavage et la surface photosynthétique des feuilles est diminuée. Ce miellat devient apparent et dommageable lorsque le niveau d'infestation de pucerons est de moyen à élevé. On trouve alors sur les plants des colonies de pucerons.

Chapitre III : Matériel d'étude

III-1- Présentation de la région d'étude :

III-1-1 -Situation et limites géographiques :

La wilaya de Ouargla est située au sud-est de l'Algérie à environ 800Km d'Alger, s'étalant sur une superficie de 163230 km² (**figure n°1**) et demeure de ce fait une des collectivités administratives les plus étendues du pays ; les coordonnées géographiques du chef-lieu de la wilaya sont 134 m d'altitude, 31°54' nord de latitude et 5°20' de longitude(**ROUVILLOIS-BRIGOL, 1975**).Elle compte actuellement 21 communes regroupées en 10 daïras(**Tableau06**).

Selon la direction de la planification et de l'aménagement du territoire de Ouargla (**D.P.A.T, 2010**), la wilaya de Ouargla est limitée :

- Au nord : par les wilayas de Djelfa, d'El-Oued et de Biskra.
- A l'est : par la Tunisie,
- Au sud : par les wilayas de Tamanrasset et d'Illizi.
- A l'ouest : par la wilaya de Ghardaïa.

Tableau (06) : Découpage administratif de la wilaya de Ouargla

DAIRAS	COMMUNES
OUARGLA	Ouargla, Rouissat
N'GOUSSA	N'goussa
SIDI-KHOUIED	Sidi-khouiled, Ain-Beida, Hassi ben Abdallah
HASSI-MESSAOUD	Hassi-messaoud
EL- BORMA	El-borma
EL-HADJIRA	El-Hadjira, El Alia
TEMACINE	Temacine , Blidet –Amor
TOUGGOURT	Touggourt, Nezla, Tebesbest, Zaouia El –Abidia
MEGARINE	Meggarine, Sidi- Slimane
TAIBET	Taibet , Bennaceur, M' nagueur

III-1-2-Données climatiques :

Le climat est une composante du milieu, il exerce un rôle déterminant dans le développement des végétaux. Ses effets sur la production végétale se manifestent de différentes manières, en conditionnant le choix des cultures et des variétés, en agissant directement sur le processus d'élaboration du rendement ou encore en imposant des contraintes pour la réalisation de l'efficacité des techniques culturales pratiquées (**VILLAIN, 1997**).

La région de Ouargla est caractérisée par un climat contrasté, bien exprimé par des précipitations rares et irrégulières et des températures élevées, une luminosité intense ainsi qu'une forte évaporation due à la sécheresse de l'air. L'amplitude thermique est importante entre le jour et la nuit et entre l'été et l'hiver.

1-Température :

A Ouargla, les températures sont en moyenne très élevées, le mois le plus chaud est juillet avec une température moyenne de 36°C et le mois le plus froid est janvier avec 12.09°C. La température moyenne maximale est de 30.62°C et la température moyenne minimale est de 16.42 °C (**O.N.M, 2010**).

2-Précipitations :

Les précipitations dans la région de Ouargla sont rares et irrégulières dans le temps et dans l'espace. Leurs répartitions sont marquées par une période de sécheresse étalée sur toute l'année. Les précipitations moyennes annuelles sont de 32.1 mm/an.

3-Humidité relative :

L'humidité relative de l'air est très faible avec une moyenne annuelle de 42.6% ; celle-ci est à son minimum au mois de juillet (24,8%) et à son maximum au mois de novembre (65,8%).

4-Evaporation :

La région de Ouargla est caractérisée par une évaporation très importante, l'intensité étant renforcée par les vents, notamment par ceux qui sont chauds (**TOUTAIN, 1979**). L'évaporation est très importante surtout pendant les mois chauds où on note un maximum de 500 mm au mois de juillet et un minimum de 95,5 mm au mois de décembre.

5-Insolation :

La région de Ouargla est caractérisée par une forte insolation durant la journée où on enregistre une moyenne de 207 heures/mois pour un maximum de 335 heures au mois de juillet et un minimum de 202,2 heures au mois de décembre.

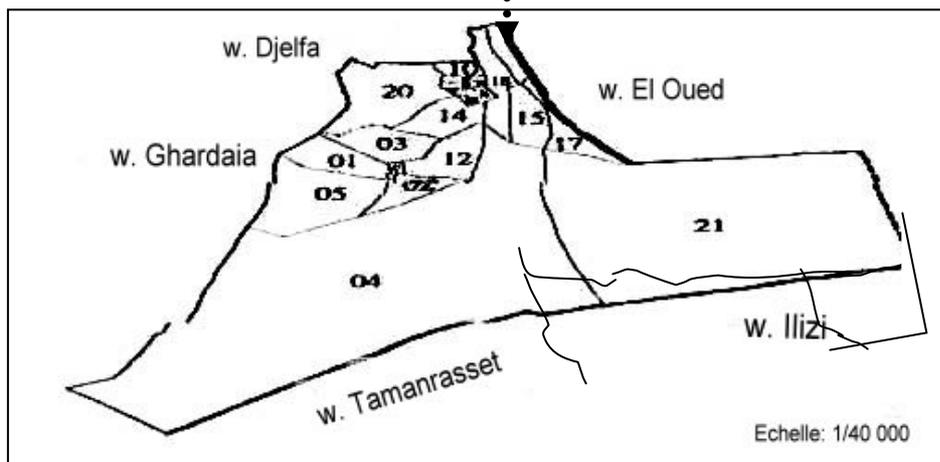
6-Vents :

Les vents sont très fréquents et soufflent presque durant toute l'année avec des vitesses qui varient d'un mois à un autre. La vitesse moyenne est de 3.98m/s, la direction des vents dominants est de Nord, Nord-est et Sud, Sud-est. (O.N.M, 2010).



Carte A

Echelle: 1/ 50 000



Carte B

Echelle: 1/40 000

Les communes de la région de Ouargla	
01-	Ouargla
05-	Rouissat
03-	N'goussa
02-	Ain Beida
11-	Sidi Khouiled
12-	Hassi Ben Abdellah

Carte A : Carte politique de l'Algérie (Encarta, 2004)

Carte B : Division administrative de la wilaya de Ouargla (D.P.A.T, 2001)

Figure 01: Situation géographique de la région de Ouargla

Tableau 07 : les données climatiques de la région de Ouargla (2001-2010)

Mois	T Min (°C)	T Max (°C)	T Moy (°C)	P (mm)	H (%)	V.V (m/s)	I (h)	E (mm)
Janvier	5.28	18.9	12.09	17,06	59,3	3,27	249.9	109.6
Février	7.24	21.27	14.26	0,79	52	3,66	247	148.7
Mars	10.98	25.94	18.46	5	42,4	4,34	264.3	232.3
Avril	5.14	29.91	22.52	3	35,7	4,77	283.1	304.2
Mai	19.96	34.8	27.38	0,73	32,9	4,71	269.8	371.3
Juin	24.9	37.06	30.98	0,64	32,9	5,02	296.9	442.7
Juillet	28.28	43.71	36	0,2	24,8	4,42	335	500
Août	27.7	43.37	35.53	1,84	27,7	3,78	322.6	468
Septembre	23.36	37.09	30.22	6,4	27,7	3,81	257.9	310
Octobre	17.95	32.26	25.10	11,63	45,6	3,76	256.8	245.8
Novembre	10.14	23.93	17.04	6,36	65,8	3,16	249	139
Décembre	6.13	19.24	12.69	2,66	60,3	3,01	202.2	95.5
Moyenne	16,42	30,62	16,42	56,31*	42,6	3,98	207	3367*

H : humidité relative **T** : température **P** : précipitation (O.N.M. Ouargla, 2010)

V.V : vitesse de vent **I** : insolation **E** : évaporation * : cumul annuel

7- Synthèse climatique :

a) Diagramme Ombrothermique :

Le diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN (1953) de la région de Ouargla indique une sécheresse qui s'étale sur toute l'année avec néanmoins des intensités différentes selon la saison (**figure 02**).

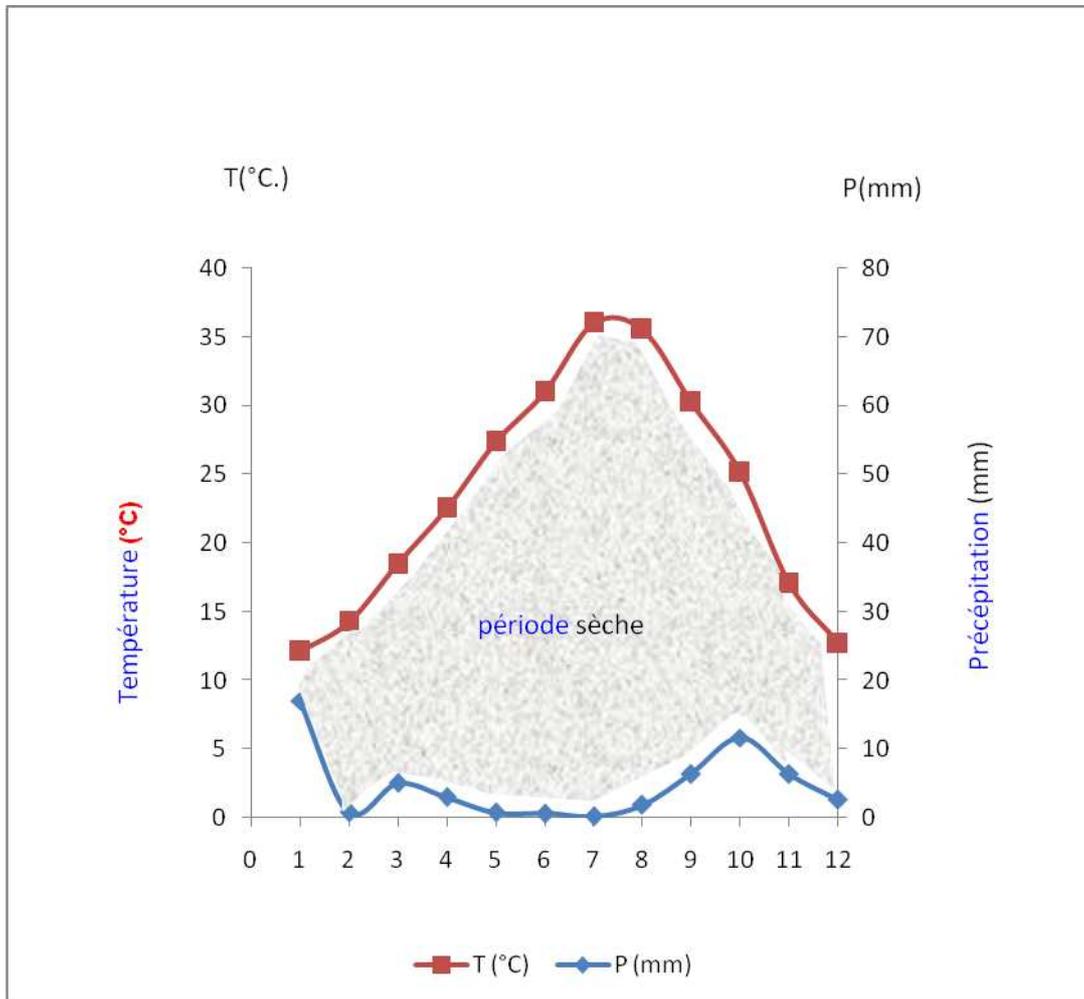


Fig .02 : Diagramme ombrothermique de la région de Ouargla (2001-2010)

b) Climagramme d'Emberger :

Le climagramme d'EMBERGER permet de connaître l'étage climatique de la nous avons utilisé la formule de STEWAR (1969 in LE HOUEROU, 1995) adaptée pour l'Algérie qui se présente comme suit :

$$Q_3 = 3,43 \text{ p} / (\text{M}-\text{m})$$

Q₃ : quotient pluviométrique d'EMBERGER

P= Pluviométrie moyenne annuelle en mm

M= Moyenne des Maxima du mois le plus chaud en (°C)

m= Moyenne des minima du mois le plus froid en (°C)

3,43= Coefficient de Stewart établi pour l'Algérie.

A partir de ce Climagramme (**figure 03**), on distingue que l'étage bioclimatique de la région de Ouargla est saharien à hiver doux, puisque $Q_3=4.89$

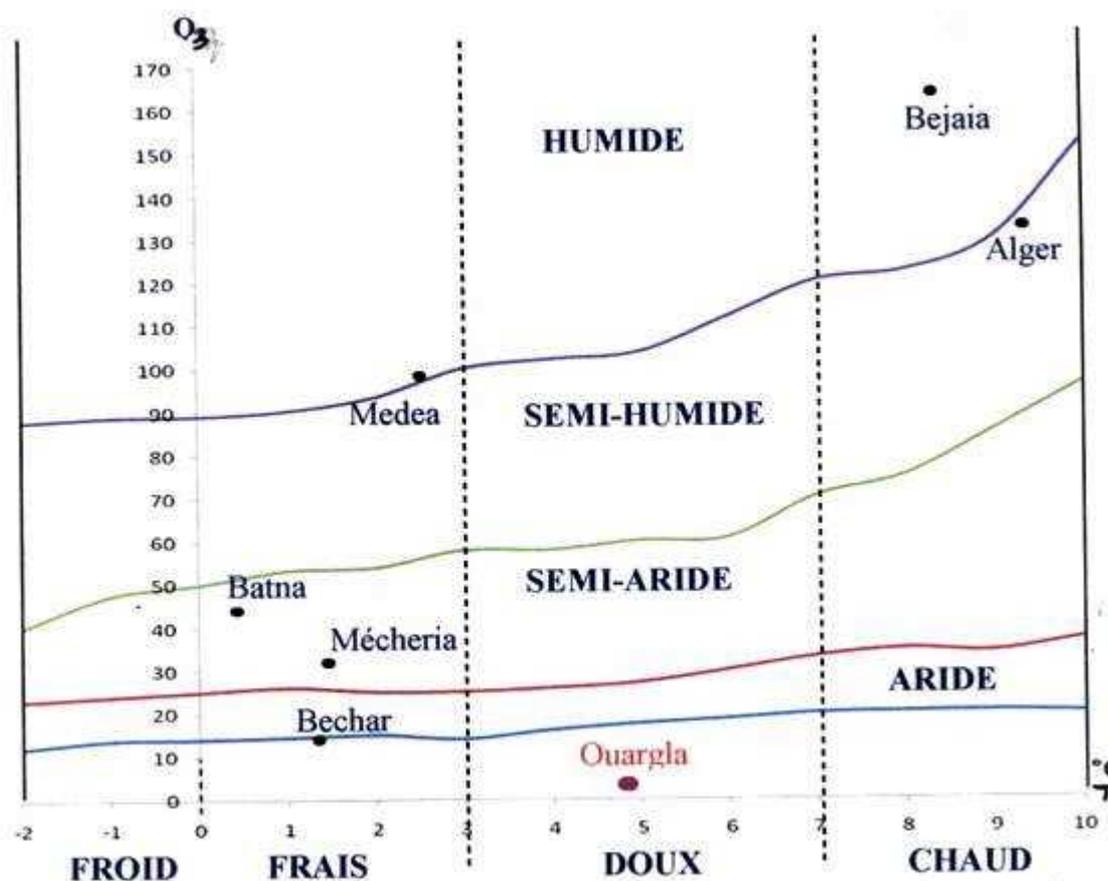


Figure 03 : Climagramme d'EMBERGER de la région de Ouargla

III-1-3-Données édaphiques :

La région de Ouargla est caractérisée par des sols légers à prédominance sableuse et à structure particulière. Ils sont caractérisés aussi par un faible taux de matière organique, un pH alcalin, une activité biologique faible, une forte salinité et une bonne aération. D'après HALILAT (1994), la typologie des sols de la région indique des sols salsodiques, des sols hydromorphes et des sols minéraux bruts.

III-1-4-Données hydrologiques :

Les eaux souterraines représentent le principal patrimoine hydrique de la région de Ouargla, Elles sont constituées de 03 nappes différentes (A.N.R.H ,2010).

III-1-4-1-Nappe phréatique :

De profondeur variant entre 1m et 8m selon les zones et les saisons parfois elle affleure à la surface. Elle s'écoule du sud vers le nord selon la pente de la vallée de l'oued M'ya. Les analyses des eaux de celle-ci montrent qu'elle est très salée avec une conductivité électrique de l'ordre de 5 à 10 ds/m et parfois dépassant les 20.

III -1-4-2-Nappe du complexe terminal :

Elle couvre la majeure partie du bassin oriental du Sahara septentrional sur environ 350 000 Km² sa profondeur varie de 100 à 400 mètres et elle alimente l'essentiel des palmeraies de Bas-Sahara (Ziban, Oued Righ, Souf et Ouargla) (HAMDI AISSA, 2001). Elle est composée de deux nappes soit :

* **Nappe du mio-pliocène** : appelée également nappe des sables qui fut à l'origine des palmeraies irriguées. Elle s'écoule du Sud Sud-Ouest vers le Nord Nord-Est en direction du Chott Mélgir. La température de ces eaux est de l'ordre de 23 à 25°C avec une salinité variant de 1.89 à 4.60 g/l pour une profondeur de 60 à 200m.

* **Nappe du sénonien** : L'exploitation de cette nappe est faible au vu de son faible débit. Elle est généralement utilisée pour la consommation des populations en eau potable car elle est moins salée que la nappe du mio-pliocène.

III -1-4-3-Nappe albienne :

Cette nappe est contenue dans les argiles sableuses et les grés continentaux intercalaires et couvre une superficie de l'ordre de 600 000 Km². Elle est située entre 1120 et 1400m de profondeur dans la région de Ouargla avec un écoulement général du sud vers le nord. Les eaux de l'albien sont beaucoup plus chaudes avec une température de l'ordre de 58°C et une faible teneur en sel variant entre 1.7 à 2g/l (ROUVILLOIS-BRIGOL, 1975).

III-2-Présentation de la ferme pilote (I.T.D.A.S HASSI Ben Abdallah) :**III-2 -1 Situation géographique de la station HASSI Ben Abdallah :**

La station de l'Institut Technique de Développement de l'Agriculture Saharienne (I.T.D.A.S) est située dans le secteur Sud-est de la palmeraie de HASSI Ben Abdallah à 26 km du chef lieu de la wilaya de Ouargla. Elle se trouve à une altitude de 157m, une latitude de 32°, 52' Nord et une longitude de 5°, 26'Est.

La station couvre une superficie de 21 hectares, il s'agit d'une palmeraie moderne comprenant 154 pieds de palmier dattier dont 80% de Deglet Nour et 20%de Ghars (les écartements sont de 12m x 12m). Elle comprend également un hectare de plasticulture constitué de serres de type 50m x 8m (soit une surface de 400m²). La technique d'irrigation utilisée est le goutte à goutte pour un débit des goutteurs de l'ordre de 2 l/h. c'est une eau provenant du complexe intercalaire (albien) et jaillissant à une température de 58°C. Elle est refroidie dans un bassin puis acheminée par pompage vers les parcelles de culture.

Pour la plasticulture, elle est pratiquée en dehors de la palmeraie, avec une protection d'un brise-vent constitué d'acacia, de tamarix et de casuarina. Les cultures protégées pratiquées sont la tomate, le poivron, le piment, la courgette, le concombre, l'haricot, la laitue, le potiron, la courge et le melon. Pour le plein champ nous trouvons la pomme de terre, l'artichaut, le basilic, la luzerne.

C'est une station de recherche-développement à rayonnement régional qui chapeaute 03 wilayas du sud à savoir Ouargla, Illizi et Ghardaïa.

III-2-2 Données climatiques de la station :

Les données climatiques de la station en relation avec la présente étude sont consignées dans le tableau (08), il y a à souligner essentiellement des températures minimales de l'air pénalisantes vis-à-vis de la culture du poivron.

Tableau 08 : Données climatiques de la station 2010/2011

Mois	T° Mini °C	T° Max °C	T°moy° °C	H% Mini	H% Max	Evaporation (mm)	T° sol à 30 cm °C	Pluie (mm)
Octobre	13,6	28,5	21,05	18	72	125,3	29,4	7,2
Novembre	8,2	22,7	15,45	31,8	75,4	95,5	21,6	00
Décembre	4,1	19,1	11,6	30,6	71	87,5	18,5	00
Janvier	3,5	19,2	11,35	29	77	77,4	15,6	00
Février	4	18,6	11,3	28,8	68,9	102,8	16,7	00
Mars	7,9	22,1	15	24,9	70,3	111,8	20,2	5,9

(I.T.D.A.S, 2011)

III -3-Choix de site d'étude :

Nous avons choisi la station de l'I.T.D.A.S de Hassi Ben Abdallah comme lieu de notre expérimentation, car cette station présente les critères suivants :

- Sa situation géographique à proximité de Ouargla.
- La possibilité d'introduire notre essai dans l'activité de la station.
- La disponibilité de moyens matériels pour la réalisation de cette recherche à savoir : eau chaude pour l'expérimentation (chauffage), semences, produits phytosanitaires, engrais, une serre mono chapelle et un réseau d'irrigation goutte à goutte qui est bien contrôlé et bien entretenu.
- L'existence d'une station météorologique sur place.
- L'existence d'un encadrement technique compétent et expérimenté.

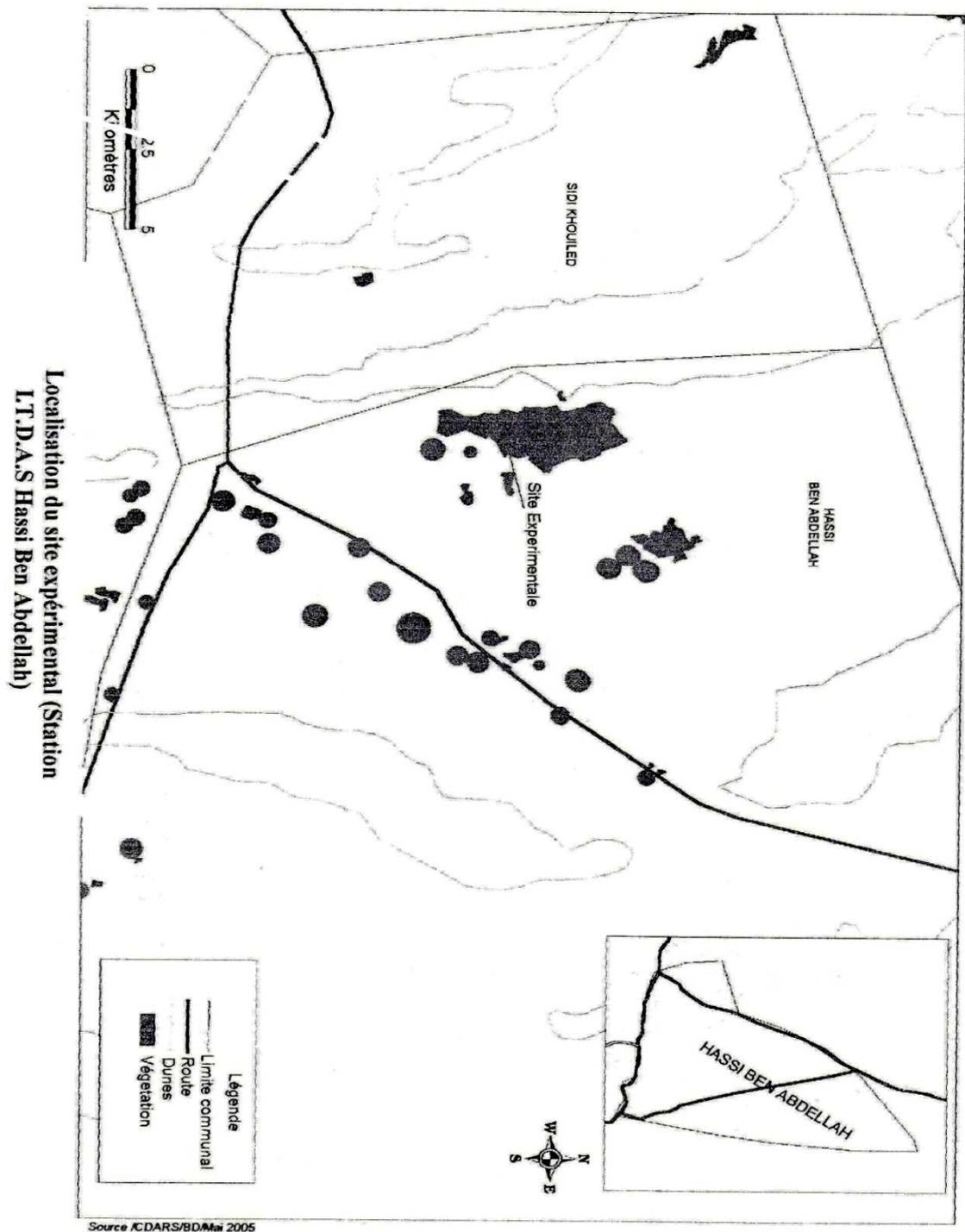


Fig.04 : Localisation du site expérimentale ITDAS.(CDARS/BD/ 2005)

III-4-Objectifs de l'expérimentation :

Les résultats attendus de ce travail visent un triple objectif à savoir :

- Apprécier les avantages et les inconvénients d'une serre chauffée par rapport à une serre non chauffée en présence d'une culture du poivron à travers des observations sur la température de l'air, la température du sol, la hauteur des plantes, la floraison et la nouaison. Ces observations rendront compte des résultats agronomiques à savoir la précocité, le rendement, le calibre des fruits et le poids moyen des fruits.
- Etudier le comportement comparatif de deux variétés objet de l'étude.
- Dresser un bilan de l'utilisation de la géothermie par la station.

III-5-Sol du site expérimental :

D'après la caractérisation physico-chimique du sol du site, les résultats d'analyses indiquent un sol à texture sableuse, un pH proche de la neutralité, une salinité faible et un taux faible de matière organique (**tableau 09**).

Tableau 09 : caractéristiques physico-chimique du sol

Caractéristiques		Profondeur	
		0-20 cm	20-40 cm
Granulométrie	Sable fin (%)	45.05	37.36
	Sable grossier (%)	47.25	46.30
	Argile et limon (%)	7.70	16.34
pH		7.23	7.12
C.E à 25°C (ds/m)		2.07	2.15
Matière organique (%)		0.83	0.62
Calcaire total (%)		4.16	6.46
Azote assimilable (ppm)		17.5	13.54
Potassium assimilable (ppm)		28.4	17.3

(I.T.D.A.S. Biskra, 2009)

III-6-L'eau d'irrigation :

L'eau d'irrigation provient à partir d'un forage de la nappe albienne qui se trouve à une profondeur de 1300m dont les propriétés chimiques sont consignées dans le **tableau10**.

Tableau10: caractéristiques chimiques de l'eau d'irrigation de la station

Minéralisation (ppm)	1600	
C.E (ds/m)	2.58	
pH	7.10	
Eléments en (ppm)	Ca⁺⁺	96
	Mg⁺⁺	116
	Na⁺	230
	K⁺	27
	Cl⁻	288
	SO₄⁻	719
	HCO⁻ 3	183
	CO⁻ 3	00
NO⁻ 3	2.0	
SAR (méq/l)	26.77	

(A.N.R.H, 2008)

La classification du laboratoire fédéral de Riverside sert à évaluer la qualité de l'eau d'irrigation, les résultats d'analyse obtenus montrent que l'eau d'irrigation appartient à la classe **C3S4** ; celle-ci est très délicate d'utilisation : il faut un sol très perméable et bien drainé, ce qui est le cas pour le moment de la région de Hassi Ben Abdallah.

III -7- Matériel végétal :

Le matériel végétal utilisé comprend deux (2) variétés du poivron. Il s'agit de la variété Italico et la variété Lipari, qui sont des hybrides F1.

Variété Italico :

Type : long.

Croissance vigoureuse.

Longueur du fruit : 15-20 cm.

Calibre du fruit : 4.5-5.5 cm.

Poids moyen du fruit : 104 g.

Variété Lipari :

C'est la référence du Corne doux en Algérie, décrite parfois comme une véritable usine à poivrons. Variété très plastique, adapté aux cultures de contre saison sous abri, de saison précoce sous abri et de plein champ. Elle a une bonne tolérance à la pourriture apicale et une résistance au virus de mosaïque TMV.

Type : corne, long et pointu.

Croissance très vigoureuse.

Longueur du fruit : 20-24 cm.

Calibre du fruit : 4-6 cm.

Poids moyen du fruit : 130 g.

Couleur : vert moyen brillant avant maturité, puis rouge intense.

Variété résistante au T.M.V.

Le matériel utilisé pour les différentes investigations se compose d'un thermo-hygrographe pour les relevés de température et d'humidité hebdomadaires (faute de moyen, on n'a placé qu'un seul thermo-hygrographe dans la serre chauffée), d'un thermomètre mini-maxi dans la serre non chauffée, d'une balance électronique pour les mesures des poids, d'un pied à coulisse pour la mesure de calibre des fruits et d'un thermomètre sol posé à 30cm de profondeur.

Chapitre III : Résultats agronomiques

La production d'une plante est influencée par un certain nombre de facteurs et conditions liés au milieu et à la plante elle-même que l'agriculteur peut améliorer. Les facteurs de rendement représentent tous les éléments qui entrent dans la constitution de la plante : eau, carbone, éléments minéraux et énergie ; plus leur quantité est élevée et plus le rendement augmente (si l'équilibre entre les facteurs est maintenu) (PREVOST, 1999).

III-1- La précocité:

La précocité de récolte est un indice assez recherché par l'agriculteur puisqu'il lui permet des gains financiers substantiels, les résultats attestent de l'intérêt du chauffage. Se référant à la première récolte, l'écart entre la serre chauffée et la serre témoin est significative, le gain de précocité de 13 jours l'atteste (**tableau 17**).

Tableau (17) : effet du chauffage sur la date de la première récolte

Conduite des abris	Date de plantation	Date de la première récolte
Serre chauffée	02- 11- 2010	02- 02- 2011 Après 92 jours
Serre non chauffée	02- 11- 2010	15-02- 2011 Après 105 jours
		Ecart de 13 jours.

Pour plus de confirmation, on a calculé l'indice de précocité (I.P) qui représente le rapport de production de 1^{er} mois à la production totale (**tableau 18**). Dans ce cas, les deux variétés dans la serre chauffée donne des indices de précocité supérieurs à ceux de la serre non chauffée ; en d'autres termes, les variétés sous serre chauffée sont plus précoces que sous serre témoin. La précocité diffère également entre les variétés dans la même serre.

Tableau (18) : l'indice de précocité

I.P	ITALICO	LIPARI
I.P serre chauffée	0,21	0.26
I.P serre témoin	0.086	0.10

III-2- Le rendement:

A partir des résultats obtenus (**tableau 19, figure 9**), nous remarquons une différence assez significative pour les deux variétés entre la serre chauffée et la serre témoin. Les rendements devenaient plus importants d'une récolte à une autre et ce jusqu'à la septième ; à partir de la 8^{ème} récolte, il y a eu une chute très importante suite aux attaques des serres par la mineuse surtout dans la serre chauffée. Cet état sanitaire a provoqué des pertes considérables de production mettant fin précocement à la période de récolte. Toujours utile et en matière de rendement cumulé, le rendement enregistré dans la serre chauffée est beaucoup plus important que dans la serre non chauffée.

Tableau (19) : rendements des deux variétés (qx /ha)

Rendement	ITALICO	LIPARI
Serre chauffée	954.6	1135,63
Serre non chauffée	587,65	681,35

L'analyse de la variance révèle une différence hautement significative pour le facteur chauffage de serre et une différence significative pour le facteur variété (**tableau 20, annexe**).

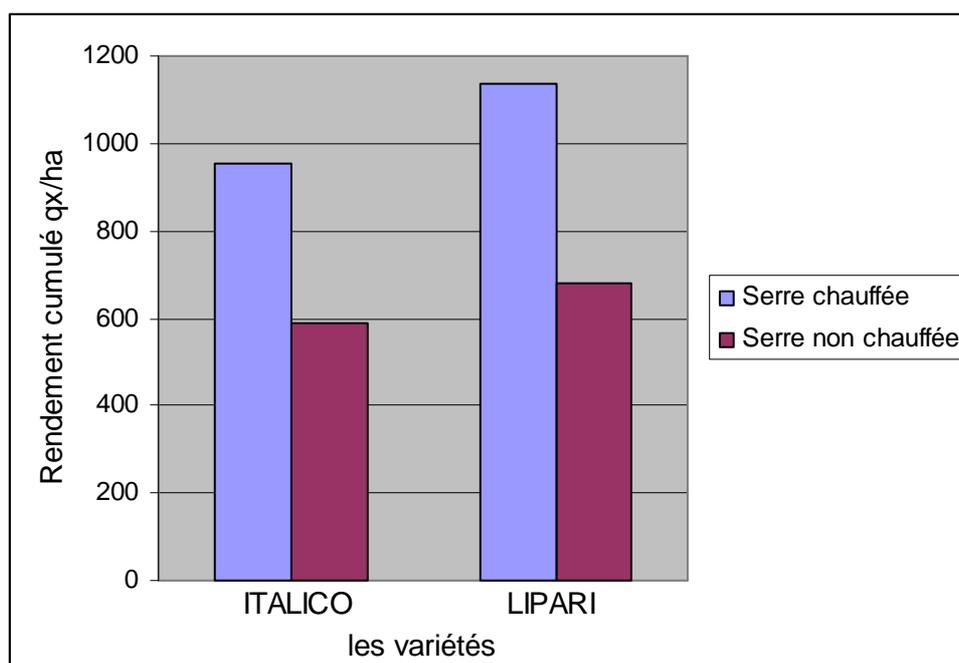


Fig.09: Influence de chauffage sur le rendement cumulé du poivron à l'hectare.

Tableau (20) : effet de chauffage sur le rendement (Q x/ha)

Serre x variété	ITALICO	LIPARI	Moyenne	Signification
Serre chauffée	190,92	227,12	209,02 A	Effet serre : HS
Serre non chauffée	117,53	136,27	126,88 B	Effet variété : S
Moyenne	154,21 b	181,70 a	167,95	Effet SXV : NS

Le rendement varie de façon hautement significative avec le chauffage, il passe de 126.88 qx/ha de la serre non chauffée à la serre chauffée avec 209.02 qx/ha.

L'analyse de variance fait sortir deux groupes homogènes, le groupe (**A**) représenté par la serre chauffée et le groupe (**B**) représenté par la serre non chauffée. Le coefficient de variation est de 5.2%.

Pour les variétés, l'effet est significatif sur le rendement, cette signification est nettement claire pour la variété LIPARI avec un rendement plus grand que la variété ITALICO. Le coefficient de variation est 5,6%.

La différence entre les deux variétés donne deux (02) groupes homogènes soit le groupe (a) variété LIPARI et le groupe (b) variété ITALICO .

Ceci montre que l'apport de chauffage a eu un effet bénéfique sur le rendement final. Cela est le fait d'une bonne croissance des plantes qui a favorisé l'apparition d'un grand nombre de fleurs femelles et par conséquent un nombre important de fruits.

Les analyses statistiques montrent qu'il n'y a pas d'interaction.

III-3- Le poids moyen des fruits :

Un élément important de mesure de la qualité de fruits de tomate est son poids qui traduit à la composition nutritive et calorique des fruits. Les résultats de poids moyen des fruits sont présentés dans le **tableau 21** et illustrés dans la **figure 10**.

Tableau (21) : effet de chauffage sur le poids moyen des fruits (g).

Serre x variété	ITALICO	LIPARI	Moyenne	Signification
Serre chauffée	79,4	89,13	84,26 A	Effet serre : HS
Serre non chauffée	53,66	58,93	56,30 B	Effet variété : NS
Moyenne	66,53	74,03	70,28.	Effet SXV : NS

D'après le tableau ci-dessus, on remarque que le poids moyen des fruits de la serre chauffée est nettement supérieur par rapport à la serre non chauffée. Le poids moyen diffère d'une variété à une autre; cet aspect est à l'avantage de la variété LIPARI que se soit en serre chauffée ou non chauffée.

L'analyse de variance montre une différence hautement significative du facteur chauffage mettant en évidence son effet positif sur le poids moyen des fruits, le coefficient de variation est de 4,2%.

Cette analyse statistique (**annexe**) montre qu'il y a des différences hautement significative, et il se dégage deux groupes homogènes de l'effet de chauffage de serre soit le groupe (**A**) représenté par la serre chauffée avec 84,26g en moyenne et le groupe (**B**) représenté par la serre non chauffée avec 56,30 g.

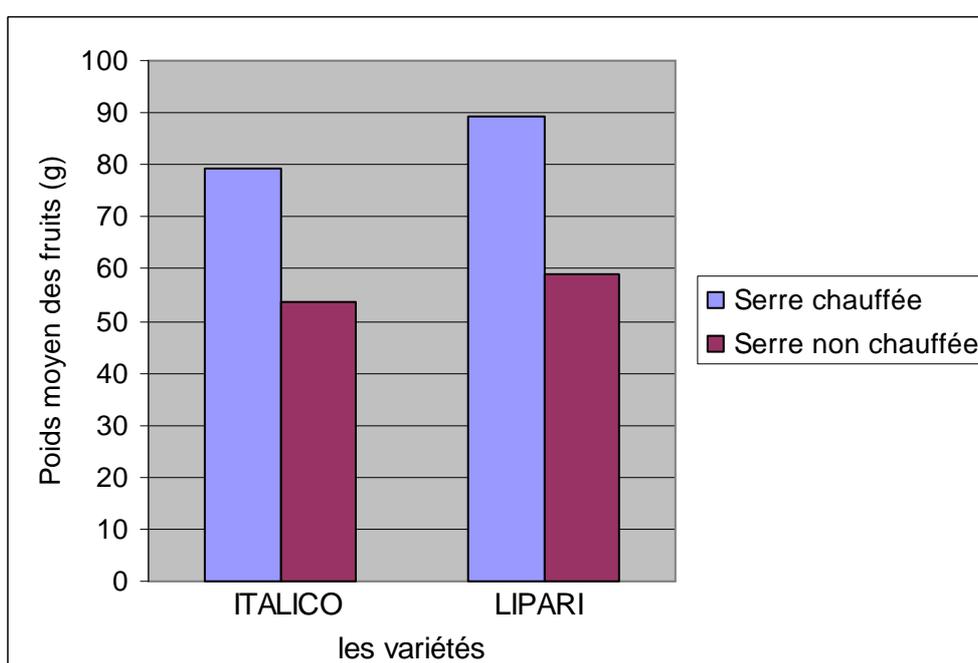


Fig.10: Influence de chauffage sur le poids moyen des fruits (g)

III-4- La longueur (calibre) moyenne des fruits :

Afin de déterminer la serre et la variété qui donne la meilleure production du point de vue qualité, on a réalisé des mesures de calibre en fonction de la longueur des fruits. Les résultats sont présentés dans le **tableau (22)** et illustrés dans la **figure(11)**.

On a classé les fruits en quatre catégories après chaque récolte.

- Catégorie 01 : longueur du fruit inférieur à 18 cm (le minimum 15cm).
- Catégorie 02 : longueur du fruit entre 18 et 20cm
- Catégorie 03 : longueur du fruit supérieur à 20 cm (le maximum 22 cm).

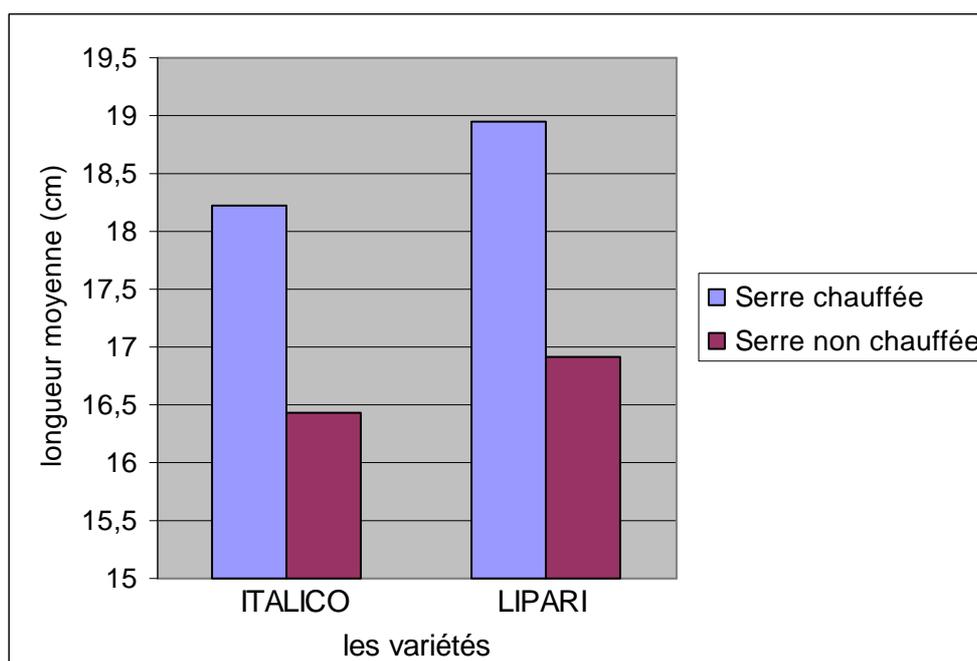


Fig.11 : Effet de chauffage sur la longueur (calibre) moyenne des fruits (cm)

Tableau (22) : effet de chauffage sur la longueur moyenne(calibre) des fruits (cm)

Serre x variété	ITALICO	LIPARI	Moyenne	Signification
Serre chauffée	18,22	18,95	18,58 A	Effet serre : S
Serre non chauffée	16,43	16,92	16,68 B	Effet variété : NS
Moyenne	17,32	17,93	17,63	Effet SXV : NS

A partir de ces résultats, nous remarquons que la longueur des fruits est différente d'une serre à une autre, la longueur moyenne passe ainsi de 16.68 cm obtenu sous serre non chauffée à 18.58 cm obtenu dans la serre chauffée, Le coefficient de variation est de 2.7%

L'analyse de variance révèle deux groupes homogènes soit le groupe (**A**) qui représente la serre chauffée et le groupe (**B**) qui représente la serre non chauffée.

L'effet variétal est non significatif nous ne remarquons pas une grande différence entre les deux variétés avec des longueurs de 17,93 cm pour la variété LIPARI et 17,32 cm pour la variété ITALICO. Le coefficient de variation est de 2,8%.

En ce qui concerne l'interaction, les analyses statistiques montrent qu'il n'y a pas d'interaction.

III-5- Synthèse des résultats :

La culture envisagée (poivron) pratiquée sous chauffage par tuyaux de polypropylène posés au sol a donné des résultats très encourageants. En matière de rendement, de précocité, de poids et de longueur (calibre) moyenne des fruits.

Cet essai a par ailleurs montré des adaptations différentes des variétés introduites dans nos conditions agro-écologiques sahariennes ; le surplus de dépenses pour l'équipement en système de chauffage montre à priori des niveaux d'amortissements différents (le gain étant différent d'une variété à une autre)

III- 6-Synthèse de comportement variétal :

III-6-1-Variété LIPARI : cette variété est anciennement introduite dans la station de Hassi Ben Abdallah. Elle se caractérise par une très bonne productivité confirmant ainsi les résultats des essais précédents ; le poids moyen des fruits et la longueur sont très satisfaisants, le chauffage a permis une nette amélioration du rendement.

III-6-2-Variété ITALICO : aussi c'est une variété anciennement introduite dans la station expérimentale ITDAS de Hassi Ben Abdallah. Elle s'est comportée bien dans la serre chauffée et a donné de bons résultats de point de vue qualitatif et quantitatif.

III -7- Comparaison entre les deux variétés :

Soit dans la serre chauffée ou la non chauffée la variété LIPARI s'est nettement distinguée par rapport à ITALICO par une meilleure productivité. Concernant le gain en précocité il n'y a pas une grande différence.

En toute logique et à priori, nos résultats attestent d'un bon comportement des deux variétés testées, le chauffage des serres par les eaux géothermales a permis une nette amélioration des rendements mais aussi une meilleure qualité du fruit.

Chapitre IV : Méthodes d'étude

IV-1-Dispositif expérimental:

Le dispositif expérimental adopté est celui de Split-plot comportant 2 facteurs à savoir le chauffage (chauffage de serre par la mise en place de tuyaux annelés disposés au sol) et les variétés; et chaque facteur est composé de 2 traitements. Trois répétitions (blocs). L'essai au total présente 12 parcelles élémentaires et chacune de ces dernières contient 10 plants.

IV -2- Mise en place et conduite de l'essai :

IV -2-1-Mise en place de la culture :

La connaissance des caractères biologiques et les exigences spécifiques est très importante vu la grande diversité variétale.

L'agriculteur doit connaître tous les paramètres déterminants du rendement afin de définir la conduite à suivre tout au long du cycle de la culture (**PREVOST, 1999**).

- **Le précédent cultural** : dans les deux serres utilisées, le précédent cultural était une solanacée soit la tomate.
- **Le travail du sol** : il a consisté en un labour avec une charrue à socs à 25 cm de profondeur, un enfouissement de la fumure de fond organique (30 tonnes fumier ovin/ha) et minérale (10qx/ha) d'un engrais composé 11-15-15 et enfin un nivellement du sol par le passage d'un rotovator.
- **Production des plants** : le semis en pépinière a été effectué le 06-09-2010
- **Plantation** : la plantation en serre a été réalisée le 02-11-2010 avec une densité de plantation d'environ 27 800 plants /ha soit un écartement de 90 cm entre rangs et 40 cm entre les plants.

S/BLOCS DE LA SERRE NON CHAUFFEE

S/BLOCS DE LA SERRE CHAUFFEE

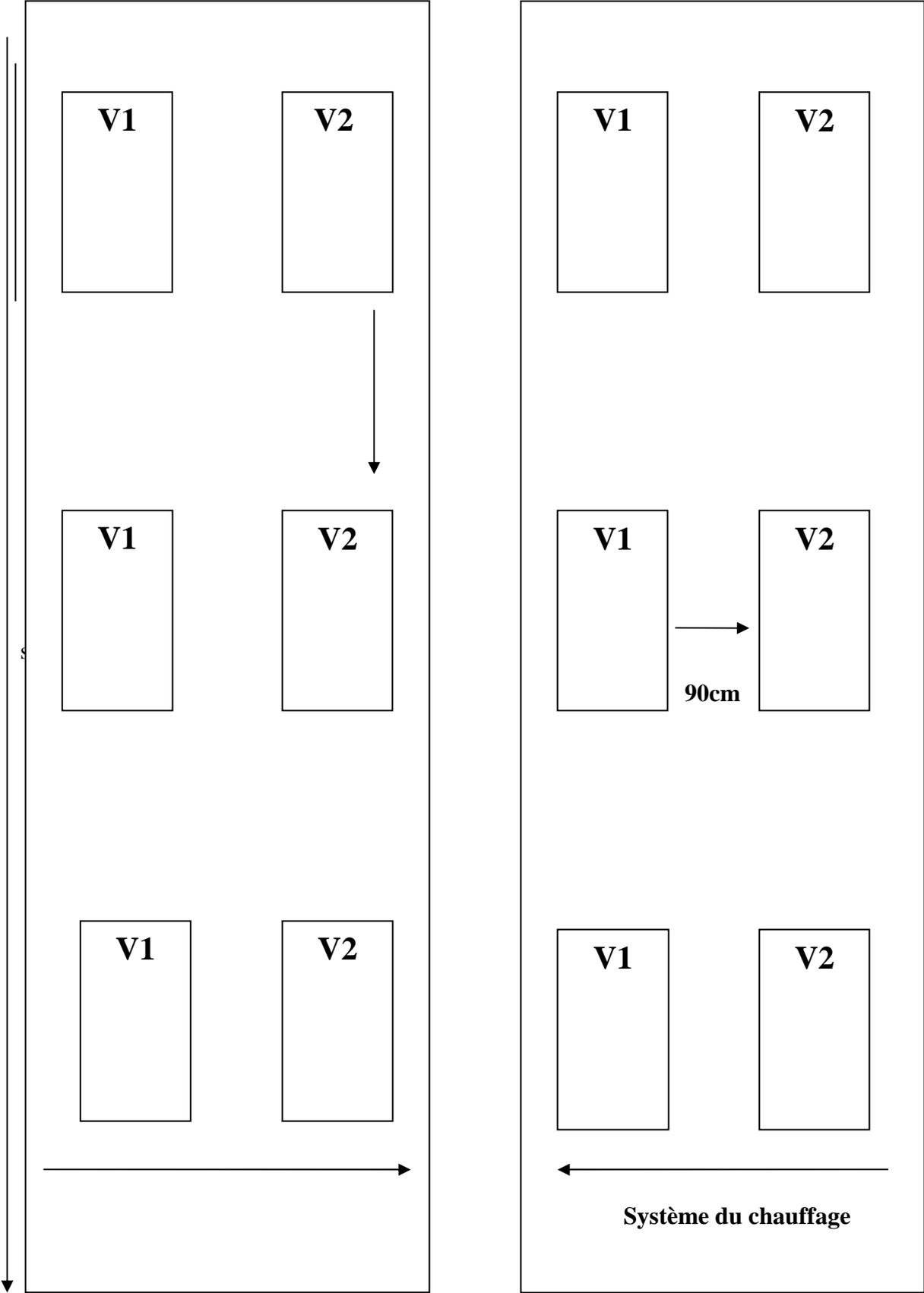


Fig 05 : Dispositif expérimental.

IV-2-2-Conduite de la culture :

- **L'irrigation** : afin de subvenir aux besoins de la culture en eau, nous avons appliqué un système d'irrigation goutte à goutte, les goutteurs ont un débit de 2 litres/heure.
- **La fertilisation** : la fertilisation consiste à apporter des éléments minéraux, afin de satisfaire les besoins de la culture et qui doit être raisonnée (**PREVOST, 1999**). Au cours de notre essai nous avons entretenu notre culture par des apports complémentaires à base d'engrais azotée (urée) et potassique (**Tableau 11**).

Tableau (11) : Planning de la fertilisation minérale par serre

Apport	Date d'apport	Quantité et qualité
1 ^{er} apport	22/11/2010	4 kg d'urée et 4 kg solupotasse
2 ^{ème} apport	07/12/2010	4 kg d'urée et 4 kg solupotasse
3 ^{ème} apport	22/12/2010	4 kg d'urée et 4 kg solupotasse
4 ^{ème} apport	06/01/2011	4 kg d'urée et 4 kg solupotasse
5 ^{ème} apport	21/01/2011	4 kg d'urée et 4kg solupotasse

* Cette même quantité d'apport est utilisée à intervalle de 15 jours jusqu'à la récolte.

- **L'aération** : elle s'effectue tous les matins pour renouveler l'air ambiant de la serre et réduire l'humidité. En cas où la température est très élevée, on aère latéralement.
- **La taille** : on a enlevé tous les bourgeons qui se trouvaient en dessous de la fourchette ce qui permet d'augmenter la vigueur des plants, une meilleure aération et d'éviter aux bourgeons d'être en contact avec le sol et de cette manière éviter la propagation de maladies cryptogamiques.
- **Le désherbage-binage** : c'est une opération effectuée manuellement dès qu'il y a eu apparition des mauvaises herbes ; elle est faite en même temps que le binage; qui vaut deux irrigations (**POIREE et OLLIER, 1983**); afin d'éviter un éventuel

développement de maladies et la concurrence en matière de nutrition minérale et hydrique; cette opération est hebdomadaire.

CHAPITRE IV

Méthodes d'étude

- **Les traitements phytosanitaires :** afin d'éviter des attaques parasites et le développement de maladies, on a réalisé des traitements phytosanitaires à titre préventif et curatif. Les produits phytosanitaires utilisés sont mentionnés dans le tableau ci-dessous :

Tableau (12) : traitements phytosanitaires utilisés

La date	La dose	Le nom du produit et sa nature
17-11-2010		Agrinate
25-12-2010	0,4 L/ha	Confidor (insecticide) contre les pucerons et la noctuelle
12-01-2011	75 ml/ha	Zorro:contre l'oïdium
26-01-2011	10kg/ha	Dursban5%Dust contre les pucerons et la noctuelle

- **La récolte :** les récoltes ont commencés le 02/02/2011 jusqu'au 05/04/2011 raison d'une récolte par semaine. Le nombre total de récolte pour notre culture a été de 10.

IV-2-3 Le système de chauffage :

L'eau arrive au niveau de la serre à 58°C et ressort à 33°C après avoir traversé des tubes annelés en polypropylène de 25mm de diamètre avec un débit de 0.33 l/s à raison d'une boucle par rangée de plants. Le fonctionnement du système est manuel.

Après avoir servie au chauffage, l'eau est récupérée à la sortie de la serre et utilisée pour l'irrigation ; l'utilisation des tubes en polypropylène de 25 mm de diamètre présentent les avantages techniques et économiques suivants :

- Augmentation considérable de la surface d'échange : épaisseur réduite favorisant les échanges entre l'eau et le milieu ambiant, provoquent une turbulence à l'intérieur du tube en augmentant ainsi le brassage de l'eau et la dispersion des calories,

diminution de la formation des bulles d'air dans le circuit de chauffage et bonne répartition des débits dans les tubes de chauffage

CHAPITRE IV

Méthodes d'étude

- La disposition des tuyaux de chauffage dans la serre assure la répartition de l'énergie en tenant compte des ouvertures et des portes d'aération.
- La disposition qui se trouve actuellement dans la serre étudiée est en boucle simple (aller/retour) ; cette façon est très économique mais présente une distribution non homogène de la chaleur et la température de l'eau chaude diminue avec la distance parcourue.

Il nous faut signaler que le système de chauffage a présenté des insuffisances au cours du cycle végétatif de part son ancienneté ce qui a certainement influencé le niveau de production.

Conclusion générale

L'Algérie se trouve dans l'impossibilité d'accroître sa production alimentaire au même rythme que celui de l'accroissement de la population. Face à ces circonstances, l'Algérie a intérêt à augmenter sa production agricole afin de limiter au maximum les importations des produits agricoles qui coûtent au trésor public une enveloppe assez conséquente en devises fortes. Cette augmentation ne peut se faire que par l'intégration de nouvelles techniques de production, mettant ainsi à la disposition de l'agriculteur les moyens nécessaires à cette innovation en lui faisant connaître les techniques nouvelles.

L'amélioration des productions agricoles si elle se conjugue avec la mobilisation des facteurs de productions (semences sélectionnées, amendements minéraux et organiques, traitements phytosanitaires...), elle l'est aussi vis-à-vis des facteurs climatiques pénalisants en régions semi-arides et arides.

La température étant un des facteurs discriminant de la croissance et développement des cultures, sa domestication peut contribuer à l'optimisation des potentialités productives des espèces cultivées mais aussi assurer des productions en contre saison.

Dans notre pays, le potentiel énergétique des nappes géothermiques étant considérable, il représente de ce fait une source très importante et une possibilité prometteuse pour le chauffage des serres agricoles.

Le présent travail de recherche qui s'est inscrit dans le cadre des objectifs de l'institut de développement de l'agriculture saharienne de Hassi Ben Abdallah à savoir l'étude du comportement de deux variétés du poivron dans les abris serres mais aussi de mesurer le gain de précocité engendré pour chaque variété par la serre chauffée à travers la mobilisation de la géothermie devant une serre témoin.

A la lumière de cette étude, nous pouvons confirmer l'action très bénéfique des eaux géothermales dans la modification de l'environnement de la culture car :

- Le chauffage des serres par énergie géothermale a permis une amélioration significative des températures nocturnes de l'air et du sol, un gain de température de l'air dans la serre chauffée de 4 à 9°C par rapport à la serre non

chauffée et de 2 à 7°C pour les 30 premiers centimètres du sol. Il nous faut reconnaître que l'optimum de température nocturne et pendant la période la plus froide, n'a pas été atteint ; ceci suggère un redimensionnement du système pour créer l'ambiance la plus propice pour une meilleure expression des potentialités productives du poivron essentiellement. Au niveau de la serre chauffée, l'excès d'humidité proche de la saturation, a constitué un environnement propice au développement des maladies cryptogamiques.

- Le chauffage a permis un meilleur développement et croissance des plantes à un point d'assoir une biomasse végétale assez importante au détriment de la production (variété LIPARI) ; les différences de hauteur moyenne de tiges varient de 12 à 52 cm selon les variétés. Le couple floraison-nouaison est nettement meilleur dans la serre chauffée par rapport au témoin.
- Pour la précocité, nous avons enregistré un gain moyen de 13 jours par rapport à la serre non chauffée.
- La serre chauffée a donné une meilleure longueur des fruits (calibre) et par conséquent une augmentation de poids moyen des fruits.

A ce niveau d'analyse, il nous faut admettre tout l'intérêt du chauffage des serres mêmes dans les conditions sahariennes ; les rendements sont largement améliorés et la précocité liée aux aspects qualitatifs du produit a matérialisé des prix de vente au marché très encourageants (le prix d'un kilogramme du poivron pendant cette période a atteint 100 DA).

Le développement de la géo-serriculture en Algérie peut avoir des répercussions intéressantes sur le plan social essentiellement par la création d'un grand nombre d'emplois à plusieurs niveaux et des retombées économiques appréciables tant pour le pays que pour les promoteurs.

En fonction de :

- L'impact très positif dans l'augmentation de la production
- L'impact sur la précocité et la qualité des produits agricoles
- Du potentiel en énergie géothermique existant dans le sud du pays.

Conclusion générale

- De la simplicité de la mise en œuvre de cette technique ainsi que son coût réduit en investissements
- Du caractère non polluant de l'énergie utilisée

Nous recommandons une vulgarisation assez large de l'utilisation de la géothermie dans le chauffage des serres agricoles pour espérer une augmentation significative de la production agricole en général et celle des cultures maraîchères en particulier.

Les références bibliographiques

1- AKERMA A, 2009:le jardin potager,produire ses légumes en toutes saisons.32p. .

ANONYME, amélioration de l'efficience des techniques de chauffage INRA.158p

2- .

3- ANONYME, 1979 : revue horticole N°194.95p.

4- ANONYME, 1979 : revue horticole N°199.119p.

5- ANONYME, 1979 : revue horticole N°201.85p.

6- ANONYME, 1983 : première séminaire international de la plasticulture en Algérie
(5-6-7Dec1983) au club des pins Alger, pp (322-335).

7- ANONYME, 2002 : la rousse agricole, Ed 2002.767p.

8- ANONYME, 2008 : dictionnaire Hachette Ed 2008.

9- A.N.R.H, 2009 : agence national des ressources hydriques. Rapport d'analyse d'eau
d'irrigation.1p.

10- BENHARZALLAH MED TAHAR, 1989 : essai de différentes doses d'engrais azotés
(fumure de couverture) sur poivron:Capsicum annum.L sous serre dans la région de Ouargla.

11- BELHIA B., 1992 : essai d'utilisation d'un vibreur électrique dans l'amélioration de la
nouaison de

La tomate. Mémoire d'ingéniorats. ITAS. Ouargla.38p.

12- BELLACHE O., HELLEL M., CHENAK., 1997 : analyse thermique de chauffage
localise

À basse température dans les serres agricoles. Acte des journées
Nationales sur les applications et la valorisation des énergies
solaires.

Univ Batna 10-11mai1997.305p.

13- BOUCHEKIMA B., BABI Y., 2001 : Utilisation de l'Energie Géothermique pour le
Chauffage des Serres Agricoles au Sud Algérien env. Energie.
Ren.

Journées de Thermique.42p.

14- BLANCARD D., 1988 : maladies de la tomate. INRA. Y Ed espagnole mundi-
prensalibros,

S-A.1988. 212p.

- 15- **DAIF A., 1990** : effet chauffage sous serre sur une culture de tomate
« lycopersicon esculentum Mill ».mémoire d'ingéniorats. ITAS.
Ouargla.50p.
- 16- **DEBAENE J., 1990** : encyclopédie (génie électrique, génie -chaudières, chaufferies)
Ed ISTR A1990. 1340p.
- 17- **DUBOST D., 1980** : contribution à l'amélioration de l'utilisation agricole des eaux
chaudes
Du CI (albien) dans la cuvette basse Sahara algérienne INRAA.39p.
- 18- **DURAND B., 2007** : énergie et environnement ; les risques et les enjeux d'une crise
annoncée,
Ed BARNEOUD avril 2007.
- 19- **Direction de la planification et de l'aménagement de territoire, 2008** : annuaire
statistique.
Ouargla.197 p.
- 20- **EL KHALDI R., 2003** : effet d'irrigation avec l'eau géothermale salée dans le périmètre
De Hamma 1bis Tozeur.INA Tunisie. 10p.
- 21- **ENCARTA, 2009** : CD, donnée sur la géothermie.4p.
- 22- **ENCYCLOPODIE Wikipédia, 2008** : article sur la tomate.6p.
- 23- **FEKRAOUI A, 2003** : la géothermie une énergie d'avenir..
- 24- **GOUSMI D., 1998** : chauffage des serres agricoles par les eaux géothermales.9p
- 25- **GUY D., 1967** : classification Ed d'enseignement supérieur Sorbonne paris.431p.
- 26- **HADDAD M., 2005** : effet des apports azotés et potassiques sur le comportement d'une
Culture de tomate produite en hors sol sous abris serre chauffe.
Institut des régions arides.8p.
- 27- **HOUHOU C., 1994** : influence de la durée d'arrosage en irrigation goutte à goutte sur
La culture de tomate. Mémoire d'ingéniorats. 49p.
- 28- **INRA, 2009** : guide pratique de la production de semences de base et certifiée du piment-
poivron.
- 29- **Institut technique de développement de l'agriculture saharienne, 2009** : données
climatiques de
H.B.A. station d'Ouargla.2p.
- 30- **JOUBERT G., COMPAGNON P., JAY M., 1981** : expérimentations variétales sur
tomate en serre,

- CTIFL ; printemps 1981 revue №520/B.5 centre de Balandran.19p.
- 31- **JOUBERT G., TROTTIN H., 1982** : expérimentations variétales sur tomate en serre, CTIFL ;
Printemps 1982. Revue №812 centre de Balandran.21p.
- 32- **KHADRAOUI A., 2004** : eaux et sol en Algérie « gestion et impact sur l'environnement »
Ouargla.392p.
- 33- **LAUMONNIER R., 1979** : culture légumières et maraîchères. Tome III. Imprimerie nouvelle.
Ed. JB BAILLIERE. Paris.217p.
- 34- **NEGRHI C., 1990** : influence de chauffage à air pulse sur la culture du concombre sous Abris plastique .thèse d'ingéniorats. INA El-Harrach.86p.
- 35- **OUAMER M., 2005** : chauffage des serres par géothermie ; journées d'études sur L'agriculture saharienne du : 17-18mai2005. Institut de Formation professionnelle. Ouargla.67p.
- 36- **O.N.M, 2011** : office national de la météorologie. Rapport sur les données climatique de la région
D'Ouargla.3p.
- 37- **OUALI A, KHELLAF ET BADDARI K, 2006** : étude géothermique du Sud de l'Algérie.
ELLECEUR B., 2007 : énergies renouvelables et agriculture « perspectives et solutions pratiques »
Ed France Agricole.196p.
- 38- **PREVOST PH., 1999** : les bases de l'agriculture. Ed II. paris-France.254p.
- 39- **RAHMANI M., 1980** : utilisation des eaux chaudes pour le chauffage des serres.
Mémoire d'ingéniorats. ITA Mostaganem. 56p.
- 40- **ROUVILOIS – BRIGOL M., 1975** : le pays d'Ouargla, Sahara algérien. Ed. Département de
Géographie de l'université de paris-Sorbonne.389p.
- 41- **SOLTNER D., 1988** : les bases de la production végétales. Ed. Collections Sciences techniques agricoles.16^{ème} édition. Paris.464p.
- 42- **TOUTAIN G., 1979** : Elément d'agronomie saharienne de la recherche au développement,
Imprimerie Jouve, Paris. I.N.R.A.277p.

43- **VILLAIN M., 1997** : la production végétale, les composantes de la production.
416p.vegetable seeds

Références bibliographiques

- 1- **Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie et BRGM, 2004** : principes de fonctionnement et usages de la géothermie.
- 2- **AKERMA A, 2009** : le jardin potager, produire ses légumes en toutes saisons.32p.
- 3- **ANONYME, 1983** : première séminaire international de la plasticulture en Algérie (5-6-7Dec1983) au club des pins Alger, pp (322-335).
- 4- **ANONYME, 2002** : la rousse agricole, Ed 2002.767p.
- 5- **Agence national des ressources hydriques, 2009** : Rapport d'analyse d'eau d'irrigation.1p.
- 6- **BENHARZALLAH M T, 1989** : essai de différentes doses d'engrais azotés (fumure de couverture) sur poivron: Capsicum annuum.L sous serre dans la région de Ouargla. Mémoire d'ingéniorats. ITAS. Ouargla.
- 7- **BEN SAYAH F, 2009** : utilisation de la géothermie dans l'amélioration des productions maraichères, cas de tomate : Lycopersicum esculentum Mill à H.B.A. Mémoire d'ingéniorats. ITAS. Ouargla.
- 8- **BOUCHEKIMA et BABI, 2001** : Utilisation de l'Energie Géothermique pour le Chauffage des serres agricoles au Sud Algérien
- 9- **Direction de la planification et de l'aménagement de territoire, 2008** : annuaire statistique. Ouargla.197 p
- 10- **GOUSMI D, 1998** : chauffage des serres agricoles par les eaux géothermales.9p
- 11- **Institut National des Recherches Agronomiques, 2009** : guide pratique de la production de semences de base et certifiée du piment-poivron.
- 12- **Institut technique de développement de l'agriculture saharienne, 2009** : données climatiques de H.B.A. station d'Ouargla.2p
- 13- **International Polar Foundation, 2011** : la géothermie : la chaleur.
- 14- **OUAMER, 2005** : chauffage des serres par géothermie ; journées d'études sur l'agriculture saharienne du : 17-18mai2005. Institut de Formation professionnelle. Ouargla.67p.
- 15- **Office National de Métiorologie, 2011** : office national de la météorologie. Rapport sur les données climatique de la région de Ouargla.3p.
- 16- **OUALI, KHELLAF ET BADDARI, 2006** : étude géothermique du Sud de l'Algérie.
- 17- **POCHARD ,1987** : histoire du piment, poivron et recherche PHM.INRA n°29 6p.

18-**ROUVILOIS – BRIGOL M., 1975** : le pays d'Ouargla, Sahara algérien. Ed. Département de Géographie de l'université de paris-Sorbonne.389p.

19-**TOUTAIN G., 1979** : Elément d'agronomie saharienne de la recherche au développement, Imprimerie Jouve, Paris. I.N.R.A.277p .

20-**VILLAIN M., 1997** : la production végétale, les composantes de la production. 416p.

Tableau (01) : Evolution de la hauteur des plantes en (cm)

Date	Serre non chauffée		Serre chauffée	
	ITALICO	LIPARI	ITALICO	LIPARI
17-11-2010	7,09	6,72	10,09	8,53
24-11-2010	9,60	8,10	13,08	11,09
01-12-2010	11,68	9,63	15,98	13,41
08-12-2010	14,00	11,33	19,00	17,98
15-12-2010	17,68	13,66	22,01	20,00
22-12-2010	19,01	16,33	26,40	23,68
29-12-2010	21,33	18,45	28,90	26,66
05-01-2011	24,11	20,00	33,10	29,10
12-01-2011	28,00	23,44	37,63	33,44
19-01-2011	31,53	26,19	42,65	37,63
26-01-2011	34,98	29,63	46,80	41,03
02-02-2011	38,70	32,50	50,40	46,00
09-02-2011	42,66	36,70	53,63	52,55
16-02-2011	46,40	40,33	56,00	55,00
24-02-2011	50,33	43,88	62,50	61,00
06-03-2011	54,00	47,00	67,80	67,00
13-03-2011	58,00	52,00	74,00	73,40

Tableau (02) : Evolution de la hauteur des plantes par blocs en (cm)

Date de contrôle	Serre non chauffée						Serre chauffée					
	ITALICO			LIPARI			ITALICO			LIPARI		
	B1	B2	B3	B1	B2	B3	B1	B2	B3	B1	B2	B3
17-11-2010	6,91	6,46	7,90	7,90	7,00	5,28	10,62	10,29	9,38	8,10	8,00	9,50
24-11-2010	8,15	8,77	11,9	9,20	8,10	7,00	13,75	13,49	12,00	8,92	11,48	12,87
01-12-2010	9,30	11,15	14,16	10,00	10,80	8,10	16,35	16,20	15,4	11,50	13,05	15,70
08-12-2010	11,40	13,61	16,98	11,15	11,40	11,44	19	19	19	16,20	17,86	19,88
15-12-2010	16,00	17,80	19,24	13,01	13,56	14,41	21,20	22,21	22,62	19	20	21
22-12-2010	18,02	19,22	19,79	15,30	16,50	17,19	25,33	26,85	27,02	22,66	23,00	25,38
29-12-2010	20,88	21,50	21,61	17,95	18,33	19,07	27,66	28,40	30,64	25,68	26,53	27,77
05-01-2011	23,95	24,00	24,38	19,66	20,12	20,22	31,01	32,66	35,63	27,98	29,95	29,37

12-01-2011	26,95	28,5 0	28,5 5	21,90	23,5 0	24,92	34,99	37,88	40,02	31,75	34,05	34,5 2
19-01-2011	29,66	32,0 0	32,9 3	25,00	26,0 1	27,56	39,33	42,03	46,59	35,99	38,30	38,6 0
26-01-2011	32,97	35,3 0	36,6 7	27,56	30,3 0	31,03	43,33	46,40	50,67	39,13	42,06	41,9 0
02-02-2011	36,00	38,8 6	41,2 1	29,90	33,0 3	34,57	46,00	51,00	54,20	44,00	47,33	46,6 7
09-02-2011	40,00	42,9 5	45,0 3	32,91	37,2 0	39,99	49,00	54,33	57,56	48,40	54,00	55,2 5
16-02-2011	43,3	46,9 0	49,0 0	36,33	40,6 6	44,00	51,50	56,50	60,00	50,75	56,50	57,7 0
24-02-2011	46,69	51,3 0	53,0 0	39,20	43,5 5	48,89	56,17	64,33	67,00	56,65	62,33	64,0 2
06-03-2011	49,94	55,4 0	56,6 6	42,17	47,3 3	51,50	60,40	70,00	73,00	61,27	68,40	71,3 3
13-03-2011	53,66	59,6 4	60,7 0	46,67	53,0 0	56,33	65,60	76,80	79,60	66,70	75,00	78,5 0

Tableau (03) : Dates de floraison de 1^{er} 2^{eme} et 3^{eme} étage :

Variétés	floraison	1 ^{er} Etage		
		SC	SNC	écart

ITALICO	Début	15/12/2010	29/12/2010	14j
	Fin	22/12/2010	12/01/2011	21j
LIPARI	Début	15/12/2010	29/12/2010	14j
	Fin	22/12/2010	12/01/2011	21j

Variétés	floraison	2 ^{eme} Etage		
		SC	SNC	écart
ITALICO	Début	22/12/2010	12/01/2011	21j
	Fin	29/12/2010	19/01/2011	21j
LIPARI	Début	22/12/2010	12/01/2011	21j
	Fin	29/12/2010	19/01/2011	21j

Variétés	floraison	3 ^{eme} Etage		
		SC	SNC	écart
ITALICO	Début	29/12/2010	19/01/2011	21j
	Fin	05/01/2011	26/01/2011	21j
LIPARI	Début	29/12/2010	19/01/2011	21j
	Fin	12/01/2011	26/01/2011	14j

Tableau (04) : Taux de floraison de 1^{er}, 2^{ème} et 3^{ème} étage :

date	variété	1 ^{er} étage		2 ^{ème} étage		3 ^{ème} étage	
		SC	SNC	SC	SNC	SC	SNC
08-12-2010	ITALICO	13,33					
	LIPARI	6,66					
15-12-2010	ITALICO	40		3,33			
	LIPARI	36,66					
22-12-2010	ITALICO	93,33	3,33	26,66		3,33	
	LIPARI	86,66		20			
29-12-2010	ITALICO	100	30	86,66		46,66	
	LIPARI	100	26,66	86,66		23,33	
05-01-2011	ITALICO	100	66,66	100	6,66	93,33	
	LIPARI	100	60	100	3,33	66,66	
12-01-2011	ITALICO	100	90	100	30	100	6,66
	LIPARI	100	86,66	100	26,66	100	3,33
19-01-2011	ITALICO	100	100	100	80	100	26,66
	LIPARI	100	100	100	76,66	100	20
26-01-2011	ITALICO	100	100	100	100	100	76,66
	LIPARI	100	100	100	100	100	86,66
02-02-2011	ITALICO	100	100	100	100	100	100
	LIPARI	100	100	100	100	100	100

Tableau (05) : Taux de floraison de 1^{er}, 2^{ème} et 3^{ème} étage par bloc de la serre non chauffée

Date de contrôle	V	1 ^{er} étage			2 ^{ème} étage			3 ^{ème} étage		
		B1	B2	B3	B1	B2	B3	B1	B2	B3
22-12-2010	I		10							
	L									
29-12-2010	I	20	40	30						
	L	20	30	30						
05-01-2011	I	50	80	70		10	10			
	L	40	80	60		10				
12-01-2011	I	80	100	90	20	40	30		20	
	L	70	100	90	20	30	30		10	
19-01-2011	I	100	100	100	60	90	90	20	30	30

	L	100	100	100	60	80	90	20	20	20
26-01-2011	I	100	100	100	100	100	100	70	80	80
	L	100	100	100	100	100	100	80	90	90
02-02-2011	I	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	L	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Tableau (06) : Taux de floraison de 1^{er} 2^{eme} et 3^{eme} étage par bloc de la serre chauffée

Date de contrôle	V	1 ^{er} étage			2 ^{eme} étage			3 ^{eme} étage		
		B1	B2	B3	B1	B2	B3	B1	B2	B3
08-12-2010	I		20	20						
	L		10	10						
15-12-2010	I	30	40	50		10				
	L	30	40	40						
22-12-2010	I	80	100	100	20	30	30		10	
	L	80	90	90	20	20	20			
29-12-2010	I	100	100	100	80	90	90	40	50	50
	L	100	100	100	80	90	90	10	30	30
05-01-2011	I	100	100	100	100	100	100	90	100	90
	L	100	100	100	100	100	100	40	80	80
12-01-2011	I	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	L	100	100	100	100	100	100	100	100	100

I : ITALICO

L : LIPARI

Tableau (07) : Taux (%) de floraison pour les 2 variétés du poivron dans les 2 cas

La date	ITALICO		LIPARI	
	SC (%)	SNC (%)	SC (%)	SNC (%)
08-12-2010	13,33		6,66	
15-12-2010	21,66		36,66	
22-12-2010	41,10	3,33	53,33	
29-12-2010	77,77	30	69,99	26,66
05-01-2011	97,77	36,66	88,88	31,66
12-01-2011	100	42,22	100	38,88
19-01-2011	100	68,88	100	65,55
26-01-2011	100	92,22	100	95,55
02-02-2011	100	100	100	100

Tableau (08) : les dates de début et fin nouaison

Variétés	Nouaison	1 ^{er} Etage		
		SC	SNC	écart
ITALICO	Début	29/12/2010	19/01/2011	21j
	Fin	05/01/2011	26/01/2011	21j
LIPARI	Début	29/12/2010	19/01/2011	21j
	Fin	05/01/2011	26/01/2011	21j

Variétés	Nouaison	2 ^{eme} Etage		
		SC	SNC	écart
ITALICO	Début	05/01/2011	26/01/2011	21j
	Fin	12/01/2011	02/02/2011	21j
LIPARI	Début	05/01/2011	26/01/2011	21j
	Fin	12/01/2011	02/02/2011	21j

Variétés	Nouaison	3 ^{eme} Etage		
		SC	SNC	écart
ITALICO	Début	12/01/2011	02/02/2011	21j
	Fin	19/01/2011	09/02/2011	21j
LIPARI	Début	12/01/2011	02/02/2011	21j
	Fin	19/01/2011	09/02/2011	21j

Tableau (09) : Taux de nouaison de 1^{er} 2^{eme} et 3^{eme} étage

Date	Variété	1 ^{er} étage		2 ^{eme} étage		3 ^{eme} étage	
		SC	SNC	SC	SNC	SC	SNC
22-12-2010	ITALICO	6,66					
	LIPARI						
29-12-2010	ITALICO	40		3,33			
	LIPARI	33,33		3,33			
05-01-2011	ITALICO	96,66		46,66		6,66	
	LIPARI	96,66		40		3,33	
12-01-2011	ITALICO	100	6,66	100		46,66	
	LIPARI	100	3,33	100		43,33	
19-01-2011	ITALICO	100	33,33	100	6,66	100	
	LIPARI	100	30	100		100	
26-01-2011	ITALICO	100	96,66	100	36,66	100	3,33
	LIPARI	100	93,33	100	23,33	100	3,33
02-02-2011	ITALICO	100	100	100	76,66	100	36,66
	LIPARI	100	100	100	76,66	100	26,66
09-02-2011	ITALICO	100	100	100	100	100	86,66
	LIPARI	100	100	100	100	100	80
16-02-2011	ITALICO	100	100	100	100	100	100
	LIPARI	100	100	100	100	100	100

Tableau (10) : Taux de nouaison de 1^{er} 2^{eme} et 3^{eme} étage par bloc de serre non chauffée

Date de contrôle	V	1 ^{er} étage			2 ^{eme} étage			3 ^{eme} étage		
		B1	B2	B3	B1	B2	B3	B1	B2	B3
12-01-2011	I		10	10						
	L		10							
19-01-2011	I	30	40	30		10	10			
	L	20	40	30						
26-01-2011	I	90	100	100	30	40	40		10	
	L	80	100	100	20	30	20		10	
02-02-2011	I	100	100	100	70	80	80	30	40	40
	L	100	100	100	70	80	80	20	30	30
09-02-	I	100	100	100	10	10	10	80	90	90

2011		0			0	0	0			
	L	10 0	100	100	10 0	10 0	10 0	80	80	80
16-02-2011	I	10 0	100	100	10 0	10 0	10 0	10 0	10 0	10 0
	L	10 0	100	100	10 0	10 0	10 0	10 0	10 0	10 0

Tableau (11) : Taux de nouaison de 1^{er} 2^{eme} et 3^{eme} étage par bloc de serre chauffée

Date de contrôle	V	1 ^{er} étage			2 ^{eme} étage			3 ^{eme} étage		
		B1	B2	B3	B1	B2	B3	B1	B2	B3
22-12-2010	I		20							
	L									
29/12/2010	I	30	50	40		10				
	L	30	30	40		10				
05-01-2011	I	90	100	100	40	50	50		10	10
	L	90	100	100	30	50	40		10	
12-01-2011	I	10 0	100	100	10 0	10 0	10 0	40	50	50
	L	10 0	100	100	10 0	10 0	10 0	30	50	50
19-01-2011	I	10 0	100	100	10 0	10 0	10 0	10 0	10 0	10 0
	L	10 0	100	100	10 0	10 0	10 0	10 0	10 0	10 0

Tableau (12) : Taux (%) de nouaison pour les 2 variétés du poivron dans les 2 cas

La date	ITALICO		LIPARI	
	SC (%)	SNC (%)	SC (%)	SNC (%)
22-12-2010	6,66			
29-12-2010	21,66		18,33	
05-01-2011	49,99		46,66	
12-01-2011	82,22	6,66	81,11	3,33
19-01-2011	100	19,99	100	30
26-01-2011	100	45,55	100	39,99
02-02-2011	100	71,10	100	67,77
09-02-2011	100	95,55	100	93,33
16-02-2011	100	100	100	100

Tableau (13) : La longueur moyenne des fruits/récolte (cm)

La récolte		ITALICO	LIPARI
1 ^{ère} R	SC	17,40	17,92
	SNC	15	15,30
2 ^{ème} R	SC	17	18
	SNC	15	16
3 ^{ème} R	SC	19	20
	SNC	17,30	18
4 ^{ème} R	SC	18,20	18,85
	SNC	17,25	17,30
5 ^{ème} R	SC	19,5	20
	SNC	17,60	18

Tableau (14) : Catégories de longueur des fruits

Cat.01.....15-18cm

Cat.02..... 18-20cm

Cat.03..... > 20cm (le maximum 22cm)

Serre chauffée : (%)

	ITALICO				LIPARI		
	1	2	3		1	2	3
1 ^{ère} R	20	60	20		20	50	30
2 ^{ème} R	20	60	20		20	50	30
3 ^{ème} R	50	40	10		30	50	20
4 ^{ème} R	40	50	10		20	70	10
5 ^{ème} R	10	80	10		10	70	20

Serre non chauffée : (%)

	ITALICO			LIPARI		
	1	2	3	1	2	3
1 ^{ère} R	50	40	10	50	40	10
2 ^{ème} R	60	40	00	80	20	00
3 ^{ème} R	40	50	10	60	20	20
4 ^{ème} R	60	30	10	60	40	00
5 ^{ème} R	50	50	00	60	30	10

Tableau (15) : Poids moyen d'un plant

1-Serre chauffée :(kg)

La récolte	date	ITALICO	LIPARI
1 ^{ère} R	02/02/2011	0,820	1,020
2 ^{ème} R	08/02/2011	0,950	1,100
3 ^{ème} R	22/02/2011	0,450	0,645
4 ^{ème} R	08/03/2011	0,654	0,720
5 ^{ème} R	22/03/2011	0,560	0,600

2 -Serre non chauffée :(kg)

La récolte	date	ITALICO	LIPARI
1 ^{ère} R	15/02/2011	0,300	0,360
2 ^{ème} R	01/03/2011	0,620	0,745
3 ^{ème} R	15/03/2011	0,403	0,465
4 ^{ème} R	29/03/2011	0,460	0,480
5 ^{ème} R	05/04/2011	0,330	0,401

Tableau (16) : Poids moyen des fruits (g) des plants /récolte

La récolte		ITALICO	LIPARI
1 ^{ère} R	SC	80	91
	SNC	/	/
2 ^{ème} R	SC	62	65
	SNC	/	/
3 ^{ème} R	SC	/	/
	SNC	55	60
4 ^{ème} R	SC	101	120
	SNC	/	/
5 ^{ème} R	SC	/	/
	SNC	60	62
6 ^{ème} R	SC	77	90,66
	SNC	/	/

7^{ème} R	SC	/	/
	SNC	43	53
8^{ème} R	SC	77	79
	SNC	/	/
9^{ème} R	SC	/	/
	SNC	60,30	65,65
10^{ème} R	SC	/	/
	SNC	50	54

Tableau (17) : Rendement (qx/ha)

La récolte		ITALICO	LIPARI
1^{ère} R	SC	227,96	283,56
	SNC	/	/
2^{ème} R	SC	264,1	305,8
	SNC	/	/
3^{ème} R	SC	/	/
	SNC	83,4	100,08
4^{ème} R	SC	125,1	179,31
	SNC	/	/
5^{ème} R	SC	/	/
	SNC	172,63	207,11
6^{ème} R	SC	181,8	200,16
	SNC	/	/
7^{ème} R	SC	/	/
	SNC	112,034	129,27
8^{ème} R	SC	155,68	166,8
	SNC	/	/
9^{ème} R	SC	/	/
	SNC	127,88	133,44
10^{ème} R	SC	/	/
	SNC	91,74	111,47

*** ANALYSE DE VARIANCE *****

=====

ANALYSE DE LA 1^{ere} VARIABLE : hauteur (HAU)

=====

ANALYSE DE VARIANCE

=====

	DDL	CARRES	MOYENS	TEST F	PROBA	E.T.	CV	F	Théo
VAR.TOT S-BLOC	5	85,19							
VAR.FACTEUR 1	1	119,07		3,31	0,2111				
VAR.BLOCS	2	117,50		3,27	0,2345				
VAR.RESIDUELLE1	2	35,93				5,99	9,5	18,51	98,49
VAR.TOTALE	11	188,13							
VAR.FACTEUR 2	1	1412,67		42,48	0,0040			7,71	21,20
VAR.INTER F1*2	1	97,47		2,92	0,1615			7,71	21,20
VAR.TOT S-BLOC	5	85,19		2,56	0,1917				
VAR.RESIDUELLE2	4	33,33				5,77	9,2		

Test de NEWMAN-KEULS - seuil = 5%

=====

FACTEUR 2 : chauffage

NOMBRE DE MOYENNES 2

VALEURS DES PPAS 9.26

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES	HOMOGENES
1	CHAUFFEE	73.70	A	
2	TEMOIN	55.00	B	

ANALYSE DE LA 2^{eme} VARIABLE : rendement (RDT)

=====

ANALYSE DE VARIANCE

=====

	DDL	CARRES	MOYENS	TEST F	PROBA	E.T.	CV	F	Théo
VAR.TOT S-BLOC	5	619,11							
VAR.FACTEUR 1	1	2266,55		26,07	0,0331				
VAR.BLOCS	2	327,55		3,77	0,2104				
VAR.RESIDUELLE1	2	86,94				9,32	5,6	18,51	98,49
VAR.TOTALE	11	2170,42							
VAR.FACTEUR 2	1	20240,94		260,83	0,0004			7,71	21,20
VAR.INTER F1*2	1	227,76		2,93	0,1609			7,71	21,20
VAR.TOT S-BLOC	5	619,11		7,96	0,0355				
VAR.RESIDUELLE2	4	77,60				8,81	5,2		

Test de NEWMAN-KEULS - seuil = 5%

=====

FACTEUR 2 : chauffage

NOMBRE DE MOYENNES 2
VALEURS DES PPAS 14.12

F1 LIBELLES MOYENNES GROUPES HOMOGENES

1	CHAUFFEE	209.02	A
2	TEMOIN	126.88	B

FACTEUR 1 : variété

NOMBRE DE MOYENNES 2
VALEURS DES PPAS 23.11

F2 LIBELLES MOYENNES GROUPES HOMOGENES

2	Lipari	181.70	A
1	Italico	154.21	B

ANALYSE DE LA 3^{ème} VARIABLE : poids moyen du fruit (PMF)

=====

ANALYSE DE VARIANCE

=====

	DDL	CARRES	MOYENS	TEST F	PROBA	E.T.	CV	F	Théo
VAR.TOT S-BLOC	5	41,64							
VAR.FACTEUR 1	1	168,75		13,49	0,0650				
VAR.BLOCS	2	7,21		0,58	0,6346				
VAR.RESIDUELLE1	2	12,51				3,54	5%	18,51	98,49
VAR.TOTALE	11	236,84							
VAR.FACTEUR 2	1	2346,96		267,26	0,0004			7,71	21,20
VAR.INTER F1*2	1	14,92		1,70	0,2624			7,71	21,20
VAR.TOT S-BLOC	5	41,64		4,47	0,0797				
VAR.RESIDUELLE2	4	08,78				2,96	4,2		

Test de NEWMAN-KEULS - seuil = 5%

=====

FACTEUR 2 : chauffage

NOMBRE DE MOYENNES 2
VALEURS DES PPAS 4.75

F1 LIBELLES MOYENNES GROUPES HOMOGENES

1	CHAUFFEE	84.26	A
2	TEMOIN	56.30	B

ANALYSE DE LA 4^{ème} VARIABLE : calibre moyen du fruit (CMF)

=====

ANALYSE DE VARIANCE

=====

	DDL	CARRES	MOYENS	TEST F	PROBA	E.T.	CV	F	Théo
VAR.TOT S-BLOC	5	00,85							
VAR.FACTEUR 1	1	01,12	4,49	0,1688					
VAR.BLOCS	2	1,32	5,32	0,1591					
VAR.RESIDUELLE1	2	00,25				0,50	2,8%	18,51	98,49
VAR.TOTALE	11	01,47							
VAR.FACTEUR 2	1	10,94	48,09	0,0033		7,71		21,20	
VAR.INTER F1*2	1	0,04	0,19	0,6848		7,71		21,20	
VAR.TOT S-BLOC	5	0,85	3,74	0,1133					
VAR.RESIDUELLE2	4	0,23				0,48	2,7		

Test de NEWMAN-KEULS - seuil = 5%

=====

FACTEUR 2 : chauffage

NOMBRE DE MOYENNES 2
 VALEURS DES PPAS 2.76

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES	HOMOGENES
1	CHAUFFEE	18,58	A	
2	TEMOIN	16,68	B	

Résumé

Ce travail aborde, de manière expérimentale, le comportement morpho-physiologique de deux variétés du poivron (Capsicum annuum L) dans les conditions pédo-climatiques sahariennes de la région de Ouargla (au niveau de la station expérimentale de l'ITDAS de Hassi Ben Abdallah). Il avait pour objet d'affirmer l'intérêt du chauffage des serres par géothermie mais aussi de vulgariser cette technique. L'eau mobilisée pour le chauffage des serres appartient au continental intercalaire et jaillit à 58°C.

Les principaux résultats obtenus indiquent :

- Une nette amélioration de l'environnement de la plante par une élévation assez significative de la température du sol et de l'air ainsi que l'amélioration de la hauteur, de la floraison et de la nouaison des plantes.
- Une augmentation de rendement comparativement à celle de la serre non chauffée.
- Une amélioration de la qualité du produit par un meilleur calibre des fruits et un gain appréciable de précocité qui, tous deux, ont une influence sur le prix de vente.

Enfin, le dimensionnement du système d'apport d'énergie dans les serres doit être revu afin d'optimiser davantage les paramètres climatiques propres à la production du poivron sous serre.

Mots clés : géothermie, chauffage, poivron, variétés, serre, production, Ouargla-Algérie.

ملخص

هذا العمل يحدد بصفة تجريبية التصرف المورفولوجي لصنفين من الفلفل في البيئة الترابية و المناخية الصحراوية لمنطقة ورقلة (أنجزت هذه الدراسة على مستوى المعهد التكنولوجي لتنمية الفلاحة الصحراوية حاسي بن عبد الله). الهدف منها إثبات أهمية تسخين البيوت البلاستيكية باستخدام المياه الالبية 58 درجة مئوية و السعي إلى تعميم هذه التقنية.

وتشير النتائج الرئيسية إلى :

- حسن واضح للبيئة النبات زيادة كبيرة نسبيا في درجة حرارة التربة والهواء، فضلا عن تحسين الارتفاع ، والفاكهة المزهرة مجموعة من النباتات.
 - زيادة في الأداء مقارنة إلى أن من غير مدفاة المسببة للاحتباس الحراري.
 - تحسين نوعية المنتج من خلال حجم الفاكهة وأفضل مكسب ملموس في وقت مبكر ، اللتين لديهما تأثير على سعر البيع.
- أخيرا، يجب أن يعاد النظر في نظام التحجيم من مدخلات الطاقة في البيوت البلاستيكية لتحسين مزيد من المعلمات المناخية المحددة لإنتاج الفلفل في البيوت المحمية.

الكلمات الرئيسية : الحرارية، التدفئة، الفلفل، أصناف، إنتاج ، ورقلة، الجزائر.

Summary

This work approach, of experimental manner, the behavior and the morphological characterization of two varieties of pepper (Capsicum annuum L) in the saharan pedologic and climatic conditions of the region of Ouargla (to the level of the station of the ITDAS Hassi Ben Abdallah). It was intended to assert the interests of heating greenhouses by geothermal and to vulgarize this technique. The water used up to the interlayer and continental rises to 58°C.

The main results indicate:

- A marked improvement in the environment of the plant by a fairly significant rise in temperature of soil and air and improving the height of the flowering and fruit plants.
- Increased performance up compared to the unheated greenhouse.
- Improved product quality through improved fruit size and an appreciable gain in earliness, which both have an influence on the selling price.

Finally, the sizing system energy input in greenhouses should be reviewed in order to further optimize the climatic parameters for the production of greenhouses pepper.

Key words: geothermal, heating, pepper, varieties, greenhouse, production, Ouargla-Algeria.