

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE DE BLIDA- 1

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

DEPARTEMENT DES BIOTECHNOLOGIES



Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme en master académique
Spécialité : Biotechnologie végétale

**Effet d'un biofertilisant sur la croissance et le développement
de *Capsicum annum*L (poivron et piment) cultivé sous serre.**

Réalisé par : EL HOCINE FADHILA

Devant le jury composé de :

M ^{me} CHAUCHE F.Z.	M.C.A	USDB1 Présidente
M ^{me} BRADEA M.S.	M.C.A	USDB 1 promotrice
M ^r BOUTAHRAOUI A.	M.M.A	USDB 1 Examineur
M ^{elle} ABIDI L.	Maître assistant B	USDB 1 Examinatrice

ANNEE UNIVERSITAIRE : 2013 - 2014

Remerciements

Je port toute ma gratitude à Mme BRADEA M. S. pour avoir accepté de diriger ce travail avec gentillesse et disponibilité.

Je remercie vivement Mme CHAUCHE qui m a fait l'honneur de présider le jury.

Mes remerciements vont également à Melle ABIDI. M et Mr BOUTAHRAOUI. S comme membres de jury, qui ont accepté d'examiner mon travail.

Je tiens à remercier également Mr MUSTAPHA pour son précieux aide tout au long de mon expérimentation.

Je remercie vivement ceux qui ont contribué de prêt ou loin à réalisation de mon mémoire.

-

Dédicace

Je dédie ce mémoire à :

**A ma chère mère, qui c'est toujours sacrifiée pour ma réussite et qui ma énormément
en courage.**

**Mon cher père, son très précieux soutien moral et mon source de tendresse et de
courage.**

A ma chère sœur Anfale, qui était pour une partie l'origine de la volonté et du courage.

A mes frères : Ahmede, karime, Mohamede, Djilali, Samir.

A toute la famille El Hocine et SAIDI.

A tous mes amis, en particulier Halima, khouloude, Ikrame, Rima, Hadjer.

A toutes les personnes qui m'ont aidé pour réalisation de ce travail.

Résumé

Le but principal de cette expérimentation est l'étude de l'effet d'un biofertilisant sur le développement et la qualité du poivron et du piment, ceci en utilisant un biofertilisant biologique en comparaison avec l'engrais minéral NPK (15, 15,15).

L'étude des paramètres de croissance ont montré que l'application de l'engrais biologique sous forme racinaire en dose de 30g/l a donné des résultats satisfaisants pour la hauteur finale avec une moyenne de 40,68cm pour le poivron et 39,45cm pour le piment.

Pour les paramètres de production le rendement à savoir le meilleur résultat chez le traitement T1 avec une valeur 3,31kg pour poivron et 3,61kg pour le piment.

Les résultats obtenus pour les paramètres de qualité des fruits le dosage de vitamine C et qualité de sucre ont montré une différence significative entre les traitements étudiés. L'application racinaire du biofertilisant SUPERBIO avec une dose de 30g/l a enregistré les meilleurs résultats au niveau de tous les paramètres étudiés.

Mot clés : bio fertilisant, poivron, piment, engrais minéral.

Abstract

The main butts of this experiment is study of the effect of organic fertilizer on the development and quality of pepper and chili, this by using abiofertilizer compared to mineral fertilizer NPK (15, 15, 15).

The growth paramet ers tu dies have shown that the application of organic fertilizer in the root shaped dose of 30 g /l gives satis factory results for the final heigh twith an average of 40,68cm 39, 45 cm pepper and for chili pepper. For production performance parameters iethe best result in treatment T1 with a value 3, 31 kg to 3, 61kg pepper and chilli.

The results for fruit quality paramet ers the dosage of vitamin C and sugar quality showed a significant difference bet ween the treatments studied. The root application of biofertilizers SUPERBIO with a dose of 30 g /registered the best result in all parameters studied.

Key words: Organic fertilizer, sweet pepper, hot pepper, mineral fertilizers.

المخلص

الهدف الرئيسي لهذه التجربة هو دراسة تأثير السماد العضوي علي تطوير وجودة كل من الفلفل الحار، وذلك عن طريق استخدام الأسمدة الحيوية مقارنة الأسمدة المعدنية NPK (15،15،15).

وقد أظهرت الدراسات أن تطبيق سماد العضوي على الجذر بجرعة 30 غرام /ل أعطى نتائج مرضية بالنسبة لطول الساق بمتوسط 40,68 سم بالنسبة للفلفل الحلو و 39,45 سم للفلفل الحار.

بالنسبة إلى معايير الإنتاج فقد سجلت أعلى إنتاج مع العلاج 1T بقيمة تقدر ب 3,31 كغ مع الفلفل الحلو و بقيمة 3,61 كغ بالنسبة للفلفل الحار.

أظهرت النتائج بالنسبة لجودة الثمار، الفيتامين C، و نوعية السكر أن هناك فرق ملحوظ بين العلاجات التي تم استخدامها.

التطبيق الجذري للسماد الحيوي بجرعة 30 غ/ل سجل أفضل النتائج على جميع المستويات المدروسة..

الكلمات الرئيسية:

الأسمدة العضوية، الفلفل الحلو، الفلفل الحار، والأسمدة المعدنية

Table des matières :

Résumé

Introduction	1
---------------------------	----------

Partie I : L'étude bibliographique

Chapitre I : La culture du poivron et du piment

1. Historique et origine	2
2. Description botanique et morphologique	2
2.1. Description botanique	2
2.2. Description morphologique	2
4. Production et importance économique	3
4.1. Valeur nutritive	3
4.2. Production mondiale du poivron- piment	4
4.3. Production du poivron- piment en Algérie.....	5
5. Exigences du poivron et piment	5
5.1. Exigences climatiques	5
5. 2. Exigences pédologiques	6
5 .3. Exigences nutritionnelles	7
6. Les techniques culturales.....	8
6. 1 .Préparation du sol	8
6. 2. Production de plants	9
6. 2. La conduite du poivron et piment	9
7. Principales maladies	10

Chapitre II : Fertilisation et La nutrition hydrominérale des plantes

1. Définition	14
2. Rôle de la fertilisation	14
2.1. La fumure de redressement	14
2.2. La fumure d'entretien	14
3. Les principales lois de la fertilisation	14
3.1. Loi de restitution.....	14
3. 2. Loi des avances.....	14

3.3. Loi du minimum dite de « Lièbig ».....	15
3.4. Loi de la dominante (maximum).....	15
3.5. Loi de rendement moins que proportionnel.....	15
4. Condition d'utilisation de la fertilisation.....	15
4. Engrais	15
4.1. Définition	15
4.2. Caractéristiques d'un engrais	15
4.3. Engrais minéraux.....	16
4.4. Engrais organiques	17
5. La nutrition hydrominérale.....	18
5.1. Généralité sur la nutrition hydrominérale	18
5.2. Les besoins alimentaire des plantes	19
5.2.1. La nutrition hydrique	19
5.2.2. La nutrition minérale	19
6. Les constituants minéraux des plantes.....	20
6.1. Les éléments majeurs (macroéléments)	20
Chapitre III : L'agriculture biologique	
1. Définition	22
2. Les principes de l agriculture biologique	22
3. Situation de l'agriculture biologique	22
3.1. Dans le monde	22
3.2. En Algérie	23
4. Objectifs de l'agriculture biologique.....	23
5. Techniques de production dans l agriculture biologique	23
5.1. Rotation et association de culture	23
5.2. Travail du sol	23
5.3. Gestion de fertilité et fertilisation.....	24
5. 4. Gestion des adventices	24
5.5 Protection phytosanitaire	25

Partie II : Expérimentation et résultats

Chapitre IV : Matériel et méthodes

1. Objectif du travail	28
2. Matériel végétal testé	29
3. Produit utilisé	30
4. Conditions expérimentales	30
5. Le dispositif expérimental	30
6. Conduite de la culture.....	31
6.1. Semis en pépinière	31
6.2. Préparation des substrats de culture	32
6.3. Repiquage sous serre	32
6.4. Les travaux d'entretien	32
7. Les paramètres étudiés.....	33
7.1. Paramètre de croissance	33
7. 1. 1. La vitesse de croissance.....	33
7.1. 2. Hauteur finale des plantes.....	33
7.1. 3. Diamètre final des tiges	34
7.1. 4. Le nombre des feuilles	34
7.2. Paramètre de production.....	34
7. 2. 1. Le nombre des fleurs par plant	34
7.2. 2. Le nombre des fruits par traitement	34
7.2.3. Le rendement total des fruits par traitement	34
7.3. Paramètre de qualité des fruits	34
7. 3. 1. Longueur moyenne des fruits par plant	34
7. 3. 2. Diamètre des fruits	34
7.3. 3. La teneur en vitamine C	35
7.3.4. Dosage des sucres totaux	35
8. Les analyses statistiques	35
Chapitre V : Résultats et discussions.....	36
Conclusion	
Annexe	

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: la description morphologique du poivron – piment	3
Tableau 2: Principaux producteurs a l'échelle mondiale.....	4
Tableau 3 : Récapitulatif des superficies, des productions, des rendements et les taux d'accroissements entre 2009 et 2010.....	5
Tableau 4: chaleur et humidité de l'aire.....	6
Tableau 5: Les besoins en eau.....	7
Tableau 6: Principaux maladies cryptogamiques.....	11
Tableau 7 : caractéristiques de quelques engrais minéraux.....	17
Tableau 8 : composition moyenne de quelques fertilisants organiques.....	18
Tableau 9: représente le traitement phytosanitaire.....	33

LISTE DES FIGURE

Figure 1 : Evolution des surfaces cultivées biologiquement dans le monde	22
Figure 2: Matériel végétale utilisé.....	28
Figure 3 : Le bio fertilisant SUPERBIO.....	29
Figure 4: Schéma du dispositif expérimental.....	30
Figure 5: Serre expérimentale	31
Figure 6: Schéma du dispositif expérimental.....	32
Figure 7 : L'élevage des plants en pépinière.....	33
Figure 8: Aspect général d'un réfractomètre et son écran de lecture.....	35
Figure 9: La vitesse de croissance en (cm /j).....	36
Figure 11: Hauteur finale moyenne des plantes (cm).....	37
Figure 12: Diamètre finale des tiges.....	38
Figure 13: Nombre moyenne des feuilles.....	39
Figure 15: Nombre moyen de fruits par traitements.....	41
Figure 16: Rendement totale des fruits par traitement.....	42
Figure 17: Longueur moyenne des fruits par traitement.....	43
Figure 18: Diamètre des fruits par plant.....	44
Figure 19: Teneur en vitamine C des fruits en mg /100g.....	45
Figure 20: Quantité de sucres dans les fruits.....	46

LISTE DES ABREVIATIONS

- **Coeff** : coefficient
- **CV%** : Coefficient de variation
- **DDL** : Degré de liberté
- **Ed** : Edition
- **ET** : Ecart type
- **FAO** : Organisation fondamentale des la agriculture
- **ITCM** : instituts techniques des cultures maraichères et industrielles
- **Prod**: Production
- **Rdt** : rendement
- **Sup** : superficie.

INTRODUCTION

Depuis quelques années, les régimes nutritifs suscitent un fort engouement. La production en culture maraîchères à travers le monde est liée particulièrement aux zones côtières qui comprennent les meilleures terres maraîchères du monde.

En Algérie, les productions maraîchères constituent une base alimentaire importante pour les populations en contribuant à la satisfaction de leurs besoins de consommation. Plus de 23000 ha sont consacrés annuellement à la culture du poivron dont plus de 2000 ha sous serres (ITCMI, 2010).

Le développement de l'agriculture est accompagné par l'utilisation des produits phytosanitaires ou pesticides partout dans le monde. Cette utilisation de pesticides a montré ses avantages notamment dans l'augmentation des rendements de production par l'élimination ou la réduction des prédateurs des cultures. Mais il se produit également des effets insidieux dont les méfaits sur l'environnement et sur la qualité des produits agricoles.

La question qui se pose par les agriculteurs est : comment satisfaire les besoins des cultures sans avoir recours aux engrais minéraux pour atteindre des rendements élevés.

C'est pour ces raisons que plusieurs producteurs essayent d'appliquer une agriculture qui collabore avec la nature et cherche, au maximum, à épargner ses ressources, c'est l'Agriculture Biologique.

Notre essai a pour but de tester l'effet d'un biofertilisant sur le développement et rendement de *Capsicumannuum L*(poivron et piment) en comparaison avec une fertilisation minéral NPK (15 15).

I. 1. Historique et origine :

Le poivron est l'appellation française du piment doux à gros fruits. 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 due à la présence de la capsaïcine

Le piment appartient à la grande famille d'origine tropicale des Solanacées qui renferme également la tomate, la pomme de terre, le tabac. Il appartient au genre *Capsicum*,

Le piment, *Capsicum annuum L* est l'espèce maraîchère la plus importante sur le plan économique et sa culture s'est développée en premier dans la zone centrale du Continent Sud Américain qui correspond à la Bolivie actuelle,

Le piment fut introduit en Europe à la fin du 15^e siècle et au début du 16^e siècle par les conquistadors, avec l'évolution des grandes voies commerciales entre les divers Continents, *Capsicum annuum* s'est diffusé dans le monde entier, de l'Afrique considérée comme le centre de diffusion à l'Océanie et à l'Asie, (ERARD, 2002).

I.2. Description botanique et morphologique :

I.2.1. Description botanique :

Le poivron – piment (*Capsicum annuum L*) appartient à la famille des Solanacées, sa classification selon CRONQIST, (1981) est la suivante :

- Division : Magnoliophyta.
- Classe : Magnoliopsida.
- Ordre : Solanales.
- Famille : Solanacées.
- Genre : *Capsicum*
- Espèce : *Capsicum annuum L*.

I.2.2. Description morphologique :

La plante de piment doux se cultive sous un climat méditerranéen comme une plante herbacée annuelle bien qu'elle puisse repousser et produire plusieurs années dans les zones tropicales. L'ensemble de la végétation est glabre, avec des tiges droites à croissance déterminée, de hauteur et de forme très variable selon les cultivars et les conditions de culture, (ERARD, 2002).

Chapitre 1 : Généralités sur le poivron

La description morphologique du poivron est présente dans le tableau 1 :

Tableau 1 : la description morphologique du poivron – piment

Organes	Descriptions
Systèmes racinaire	-Pivotant -Profondeur: 30 à 60 cm
Tige	-Ronde à la base, herbacée plus haut -Hauteur 25 à 120 cm -Grande ramification
Les fleurs	-Blanchâtres -Dressées ou pendantes -Situées à l'aisselle des bifurcations -1 à 2 fleurs par nœud -6 pétales, 6 sépales, 5 à 6 étamines, l'ovaire super
Les fruits	-Type: baies -Couleur selon les variétés: verte, verte foncée, verte claire, jaune, blanche à maturité : jaune, orange ou rouge foncé

Source :(KOLEV, 1976)

4. Production et importance économique :

4.1. Valeur nutritive :

Le fruit du poivron se compose de péricarpe (38 %), d'une membrane intérieure (2 %) , des graines (56 %) et d'une tige (4 %).

Les fruits renferment un alcaloïde appelé Capsaïcine qui est une substance cristalline exceptionnellement forte irritante qui n'existe dans aucune autre plante. La capsaïcine est la source de l'irritation et sensation de chaleur produite par sa consommation.

La concentration en Capsaïcine d'un piment moyen est d'environ 0,17 % à 0,58 % dans le péricarpe et de 6,6 % à 7,7 % dans la membrane intérieure. Les graines de piment contiennent 19 % d'huile et 0,024 % de Capsaïcine. Le pourcentage de Capsaïcine de la plante dépend de l'espèce et des conditions climatiques. (ITCMI, 2010)

Chapitre 1 : Généralités sur le poivron

Le poivron renferme 10 à 13 % de matière sèche, 4 à 6 % de sucres 1,5 à 2 % de protéines et de grandes quantités de sel minéraux, particulièrement des sels de potasse, et des vitamines surtout vitamine C. Le poivron est 4 à 5 fois plus riche en vitamine C que le citron. (SKIREDJ, 2003)

I.4.2. Production mondiale du poivron:

La production mondiale de poivrons est estimée à 23,2 millions de tonnes (source FAO, 2010). Le premier producteur mondial est la Chine avec 14 millions de tonnes, soit près de 50 %. Dans le tableau 2 se trouvent les principaux producteurs à l'échelle mondiale.

Tableau 2 : Principaux producteurs a l'échelle mondiale.

Pays	Surface cultivée (Mha)	Rendement (q/ha)	Production (Mt)
Chine	0,603	191,3	14,033
Mexique	0,141	131,79	1,690
Indonésie	0,155	35,5	1,100
Espagne	0,022	451,9	1,065
États-Unis	0,032	265,1	0,855
Nigeria	0,091	79,11	0,723
Égypte	0,026	148,8	0,475
Corée du Sud	0,077	49,7	0,345
Italie	0,014	251,2	0,252
Monde	1,654	140,5	26,056

SOURCE (FAO, 2010)

La France en produit 27 000 t, mais en importe 115 000 t, principalement d'Italie et d'Espagne.

I. 4.3. Production du poivron- piment en Algérie :

Le tableau 3 montre les superficies, la production et le rendement du poivron en Algérie leurs taux d'accroissement entre 2009 et 2010.

Chapitre 1 : Généralités sur le poivron

Tableau 3 : Récapitulatif des superficies, des productions, des rendements et les taux d'accroissements entre 2009 et 2010.

2009			2010			Taux d'accroissements % 2009/2010		
Sup	Prod	Rdt	Sup	Prod	Rdt	Différence		
Ha	Qx	Qx /Ha	Ha	Qx	Qx /Ha	Sup	Prod	Rdt
12083	1919468	158, 1	11808	2142448	181, 4	-2	+12	+15

(ANONYME, 2010).

La culture du poivron occupe une place prépondérante dans l'économie agricole Algérienne. Prés de 12 000 ha sont consacrés annuellement à la culture de poivron, donnant une production moyenne de 2 million de quintaux et des rendements moyens d'environ 170 Qx /Ha. Ces derniers demeurent faibles et assez éloignés de ceux enregistrés dans d'autres pays du bassin méditerranéen (Tunisie, Maroc, Espagne, France, Italie), ou les productions varient entre 2 millions de tonnes à 10 millions de tonnes (Anonyme, 2010).

Les données du tableau 3 montrent une diminution sensible de la superficie et une augmentation de la production et du rendement. Cette augmentation de la production et du rendement est liée aux techniques utilisées (la plasticulture, la fertilisation.....) dans le calendrier cultural et l'entretien de la culture, qui se sont améliorées progressivement.

La demande élevée des consommateurs en matière du poivron grâce à sa valeur nutritionnelle et diététique, laisse la production nationale loin d'être suffisante, ce qui encourage les agricultures à relever le défi non seulement en amélioration des techniques culturales, mais aussi à investir plus de superficies pour la filière du piment doux (ANONYME, 2010).

I. 5. Exigences du poivron et du piment :

I.5.1. Exigences climatiques :

a) Température :

Les exigences du poivron en chaleur sont plus grandes que celles de la tomate. Son optimum de croissance est de 24⁰C. Le zéro végétatif se situe à 8⁰ C, mais la croissance de la plante ralenti à des températures inférieures à 13⁰ C. Le poivron est très

Chapitre 1 : Généralités sur le poivron

sensible aux températures basses. Les températures supérieures à 35⁰ C réduisent la fructification et la photosynthèse. (SKIREDJ, 2003)

Le tableau 4 montre les besoins en températures pour chaque stade végétatif.

Tableau 4: chaleur et humidité de l'aire pour une culture du poivron.

Stade de croissance	Température au sol	Température de l'air	Humidité de sol
Germination (avant levée)	30 à 20 ⁰ C décroissante	20 ⁰ C constante	50 à 60%
Elevage de plants en pépinière	20 à 25 ⁰ C	26 ⁰ C le jour 20 ⁰ C la nuit	50 à 60%
Plants en culture. Développement végétatif floraison	18 à 20 ⁰ C	25 à 30 ⁰ C le jour 20 à 25 ⁰ C la nuit	50 à 60%
Fructification . Pollinisation .Fécondation .Nouaison	20 à 22 ⁰ C	25 à 30 ⁰ C le jour 20 à 25 ⁰ C la nuit	50 à 60%
Développement des fruits	20 à 22 ⁰ C	25 à 30 ⁰ C le jour 20 à 25 ⁰ C la nuit	50 à 60%

(ITCM, 2001)

a) La luminosité :

Le piment est très exigeant en lumière, celle-ci à une influence sur les divers stades végétatif. Pour la culture du piment sous serre Popescu et Mc Greig (1986) ont démontré que les plantes poussant au cours des mois où la luminosité est faible, avaient une croissance plus faible et une floraison plus tardive que les plantes cultivées durant le mois où l'éclairage naturel est élevé. (ITCMI, 2001)

Le poivron requiert une bonne luminosité, dans le cas contraire le cycle végétatif du poivron se raccourcit. Les *Capsicum* sont des plantes de jours courts facultatifs, cela veut dire que la floraison est mieux et plus abondante en jours courts pourvu que la température et les facteurs climatiques soient adéquats. Les exigences photopériodiques varient de 12 à 15 heures (VALDEZ, 1994)

I. 5. 2. Exigences pédologiques :

Le piment est plus exigeant en sol que la tomate. Les meilleurs résultats sont obtenus en terres profondes, légères bien drainées et riches en matière organique. Les sols lourds, froids, asphyxiants sont à éviter. Le piment préfère des PH de 6,5 à 7 (ITCMI, 2001)

Chapitre 1 : Généralités sur le poivron

Selon SKIREDJ (2003), Le poivron redoute plus l'acidité de sol que son alcalinité. Le poivron est fort exigeant en humidité de sol. Celui-ci doit avoir 80 à 85% d'humidités afin obtenir d'un bon rendement. Le poivron fatigue rapidement le sol, il est très exigeant en rotation des cultures. Les meilleurs rendements sont obtenus dans des terrains vierges ou nouvellement acquis. Le poivron est un bon précédent cultural pour les légumes racines.

I.5 .3. Exigences nutritionnelles :

a) L eau :

Les besoins en eau dépendent des variétés, Les piment fort sont moins exigeants (2000 m³/ ha), Les poivrons nécessitent entre 5000 et 6000m³/ha. (CEDRAT, 1977)

Selon ITCMI (2001) : le cycle végétatif du piment est marqué par trois phases physiologiques distinctes correspondant à des besoins en eau différents :

- De la plantation à floraison de la première fourchette : phase de croissance lente, les besoins en eau sont peu élevés.
- De la floraison à la maturation : phase de croissance rapide, les besoins en eau sont élevés.
- En fin de récolte : phase de vieillissement, les besoins en eau sont réduits.

Les besoins en eau de chaque stade végétatif sont présentés dans le tableau n^o5

Tableau 5: Les besoins en eau

Stade végétatif	Fréquence des irrigations		Observation
De la plantation à floraison de 1ère fourchette	Sol léger	Sol lourd	Cette phase de développement correspond à une faible consommation d'eau
	5 à 6 jours	7 à 8 jours	
Floraison au grossissement des fruits	3 à 4 jours	3 à 4 jours	Irrigation régulière et abondante consommation d'eau maximum.
Maturation	3 à 4 jours	3 à 4 jours	Irrigation régulière

(ITCMI, 2001)

b) Fertilisation :

On admet que la production de 50 à 70 tonnes de piment requiert environ 200 unités d azote, 300 unités de phosphore, 75 unités de magnésium. (ITCMI, 2001)

Selon SKIREDJ (2003): la fumure de fond recommandée dans la plupart des sols à richesse moyenne est la suivante : fumier décomposé : 40 à 50 T/ha, N : 100kg sous forme de sulfate d'ammoniaque ou d'urées, P : 150 Kg/ha sous forme de super triple 45 %, K : 120 à 150 Kg /ha sous forme de sulfate de potasse ou de KCl sauf en cas de forte salinité de sol. Le poivron exige une grande quantité de fumure minérale et organique. Il ne supporte pas le fumier récent. Il donne plutôt de bons résultats lorsque le fumier est bien décomposé.

Les besoins de poivron dépendent de son stade végétatif. On distingue trois stades différents : le premier stade environ 10 semaines après la date de la plantation. Il est caractérisé par une croissance assez lente et des besoins faibles en élément minéraux. Le deuxième stade dure également 10 semaines et il est caractérisé par une croissance rapide et un début de production. Au cours de cette période Les besoins en éléments minéraux sont importants. Le troisième stade, d'une durée de 10 à 15 semaines, présente une intense activité de croissance et de production (70 % de la récolte totale), durant cette période, la consommation en élément minéraux est la plus forte. En général, la culture est ferti irriguée. (SKIREDJ 2003).

I.6. Les techniques culturales :

I.6.1 .Préparation du sol :

Selon l'ITCMI (2010), la préparation du sol se fait comme suit :

- Epancher la fumure organique 40 à 60 tonne par hectare de fumier de bovin ou ovin ou 20 à 25 tonne de fientes de volailles ayant séjourné 6 mois en plein air ainsi que 80 unités de NPK correspondant à 12qx de 15. 15. 15.
- Effectuer un labour de 25 à 30 cm de profondeur au cours duquel sera enfouie la fumure organique et minérale du fond.
- Reprendre le sol à l'aide de façons superficielles (cover crop ou scarificateur pour bien émietter le sol).

Chapitre 1 : Généralités sur le poivron

- Nivelé le sol en surface. Le Désinfecter en cas de besoin en utilisant soit le pal injecteur manuel ou mécanique pour les produits liquides (telone II, DD fumigant).
- La désinfection du sol peut se faire également par solarisation, méthode qui consiste à couvrir le sol à l'aide d'un film plastique de couverture de serre usagé après avoir exécuté tous les travaux de préparation du sol. Cette technique est recommandée durant la période estivale (juillet à septembre).
- Juste avant la plantation, confectionner les billons de préférence dans le sens de la longueur de la serre pour faciliter le passage des travailleurs et favoriser le brassage de l'air dans la serre.
- Confectionner les trous de plantation .

I.6. 2. Production de plants :

La multiplication du *Capsicum annum L* se fait exclusivement par plant, même en culture de pleins champs (saison ou primeur). Les plants doivent être produits en pépinière afin de réussir la culture. Un hectare demande près de 250 /300 grammes de semences .Il y a 150/200 graines /gramme de semences. Le pouvoir germinatif des graines se conserve 4 à 5 ans. Il est recommandé de semer suffisamment de plants afin de pouvoir remplacer les manquants à la même date de plantation. Le semis a lieu dans des plateaux alvéolés, à raison d'une seule graine par alvéole. Ces alvéoles sont remplis par la tourbe noire. (ELATTIR, 2003)

I.6. 2. La conduite du poivron et piment :

A) Tuteurage :

Dans la pratique algérienne est recommandée de mettre des tuteurs espacés de 2 mètre sur lignes devant servir de support aux traverses en roseau, ensuite placer la première traverse à une hauteur de 40 cm et ainsi de suite, au fur et à mesure que le plant se développe. (HUAT, 2008).

B) Ebourgeonnage :

Supprimer tous les bourgeons axillaires jusqu'à la première ramification afin de favoriser la vigueur du plant et augmenter la précocité. (SKIREDJ ,2006).

C) Aération :

Une aération matinale est toujours nécessaire pour renouveler l'air ambiant de la serre.

Chapitre 1 : Généralités sur le poivron

L'aération de la serre est indispensable à chaque fois que la température est avoisine des 25°C. Ceci permettra d'éliminer les excès d'humidité et de chaleur, qui favorisent le développement des maladies cryptogamiques (CEDRAT, 1977).

D) Entretien de la culture :

Consiste en binage avec un buttage léger des pieds suivi d'un arrosage régulier au moins une fois par semaine selon les besoins. (PERON, 2004).

E) Lutte contre les mauvaises herbes :

Le contrôle des mauvaises herbes dont la croissance rapide affecte l'ensoleillement, est l'une des plus importantes opérations dans la réussite d'une culture de poivron et piment à cause de la compétition pour les nutriments et l'humidité du sol. La lutte peut se faire soit manuellement soit mécaniquement. Mais l'utilisation d'herbicides devient de plus en plus fréquente (DE WITT ET BOSLAND, 1993).

Aux stades jeunes plants, un binage peut s'avérer utile pour minimiser les mauvaises herbes, ameublir le sol et améliorer l'aération. Plusieurs désherbages seront nécessaires tout au long de la culture. (DE WITT ET BOSLAND, 1993).

F) Récolte :

Les fruits sont fermement attachés à la plante, Il est recommandé d'utiliser un sécateur ou un couteau pour effectuer la récolte. Celle-ci a lieu au stade fruits vert avant maturité pour les variétés en frais et en pleine maturité pour les variétés industrielles. La récolte doit être effectuée régulièrement afin de favoriser la fructification sur les ramifications.

La récolte se fait lorsque le fruit a atteint sa taille définitive, tout en restants toujours fermes. Pour le poivron vert, les rendements varient de 35 à 250 T/Ha selon la technologie de production (GRUBEN ET AL. 2004).

Le nombre de récolte peut atteindre 15 à 20. En ce qui concerne la récolte des fruits rouges le nombre de récoltes est très réduite, 2 à 3 (ITCMI, 2010).

1.7. Principales maladies :

Le piment est sujet à l'attaque de plusieurs maladies causées sont par champignons, bactéries et virus.

Chapitre 1 : Généralités sur le poivron

A) Les maladies cryptogamiques :

Les principales maladies cryptogamiques rencontrées chez le poivron sont regroupées dans le tableau 6 :

Tableau 6: Principaux maladies cryptogamiques

MALADIES	SYMPTOMES	TRAITEMENTS
Fonte de semis	-Manque à la levée et pourriture du collet	-Utiliser une semence traitée -Eviter les excès d'eau en pépinière -Utiliser un substrat sain
Mildiou	-Maladies se manifestant de grandes taches brunes sur feuilles et tige	-Pulvériser un fongicide de contact avant l'apparition des premiers symptômes -Alterner les produits à utiliser
Alternariose	-Manque à la levée et pourriture du collet	-Eviter la condensation de l'eau sous abris -Traiter avec un fongicide
Oidium	-Feutrage blanc sur feuille	-Utiliser des variétés résistantes Pulvériser un fongicide de contact en préventif avant l'apparition des premiers symptômes -Alterner les produits -Respecter les doses prescrites
Fusariose	-Flétrissement des feuilles peut être lent ou brusque -Brunissement des vaisseaux Pourriture des racines	-Utiliser des variétés résistantes -Alterner les cultures -Utiliser une semence saine
Renflement chancreux	-Nécroses brunes bien délimitées au collet entraînant -Un fléchissement brutal des plantes	-Eviter les sols lourds et semelles de labour -Eviter des irrigations excessives -Traiter le pied des plants avec un fongicide systémique

(ITCMI, 2001)

B) Maladies bactériennes:

Parmi les maladies bactériennes on peut citer le flétrissement bactérien. Cette maladie affecte des plantes isolées ou en groupe dans certaines parties du champ.

Chapitre 1 : Généralités sur le poivron

Le symptôme initial sur la plante âgée est un flétrissement des feuilles basales, mais dans le cas des jeunes plants les feuilles apicales flétrissent en premier. Après quelques jours, le flétrissement de la plante est irréversible. Les tissus vasculaires de la base de tige et des racines sont décolorés (BLACK et al, 1993).

C) Maladies physiologiques :

Parmi les maladies physiologiques on peut citer :

-Pourriture apicale :

La pourriture apicale est due à une déficience en calcium lors du développement du fruit. Elle apparaît dans des champs dont les sols ont une teneur en calcium moyenne ou faible. Des fluctuations de la teneur en eau du sol dues à une sur irrigation ou à une sécheresse, une fertilisation azotée forte, et une dégradation des racines par des pratiques culturales sont des facteurs de développement de la maladie.

La maladie se manifeste par l'apparition d'une zone humide développée sur la paroi du fruit qui continue avec la partie basale, mais rarement avec le point pistillaire. Les tissus affectés se dessèchent rapidement et prennent une apparence de couleur brune (Black et al, 1993).

-Coup de soleil :

C'est une maladie physiologique qui apparaît après de forts vents, les feuilles sont froissées et une partie du fruit se trouve exposée au soleil, ensuite apparaît des tâches blanchâtres.

Les taches solaires provoquent souvent sur les fruits des maladies pathogènes secondaires, qui peuvent conduire à des pourritures du fruit. Une lésion décolorée se développe en creux sur la face exposée du fruit. Les tissus affectés se dessèchent et prennent un aspect de papier. Les fruits verts de la maturité semblent être les plus sensibles (Black et al, 1993).

D) Maladies virales :

Les dégâts sur piment- poivron en plein champ sont rares, ils sont plus fréquents sous serre, Les variétés les plus sensibles réagissent soit par une mosaïque, soit par nécrose de la tige ou d'une branche. Certaines souches sont transmissibles par les semences. La transmission des maladies virales se font plante à plante mais surtout mécanique. (ITCMI, 2001).

II.1. Définition :

La fertilisation est l'ensemble des techniques agronomiques permettant d'amener un sol à son niveau de production optimal et de l'y maintenir.

Ces techniques de fertilisation concernent l'amélioration ou le maintien des caractéristiques physiques, chimiques et microbiologiques du sol en se basant sur le travail du sol, l'amendement, la fumure et l'irrigation (ZUANG, 1982).

II.2. Rôle de la fertilisation :

Le but de la fumure est double :

- D'une part, fournir à la plante les éléments dont elle a besoin, donc elle consiste à créer pour le végétal un milieu nutritif ou il doit trouver dans la solution du sol un ensemble des éléments nécessaires, en quantités suffisantes durant tout le cycle de son développement.
- D'autre part, restituer au sol les quantités exportées par les plantes de façon à le maintenir en bon état de fertilité (LEFEVRE, 1938). On distingue deux types de fumures :

II.2.1. La fumure de redressement :

Elle est destinée à relever à un niveau maximum la teneur du sol en élément fertilisant. Donc elle a pour but d'améliorer le niveau de fertilité chimique du sol, et ceci par des apports d'engrais.

II.2.2. La fumure d'entretien :

Cette fumure doit compenser tous les types de pertes des éléments assimilables. Donc il s'agit de maintenir la teneur du sol en ces éléments au niveau d'entretien.

II.3. Les principales lois de la fertilisation :

Les principes de la fertilisation minérale reposent en partie sur trois lois fondamentales qui décrivent notamment les effets de l'apport d'éléments fertilisants aux cultures.

D'après Lamier et Lachaise, (1973), la fumure pour qu'elle soit bien appliquée, doit obéir à des lois fondamentales, à savoir :

II.3.1. Loi de restitution

Il faut d'abord rendre au sol par le fumier et les engrais chimiques les éléments (azote, phosphore, potasse) qui sont exportés chaque année par les récoltes.

II.3.2. Loi des avances

Il faut constituer ensuite, dans le sol une réserve en éléments fertilisant suffisante, pour que la plante trouve toujours à sa disposition ce dont elle a besoin au cours de son développement.

II.3.3. Loi du minimum dite de « Lièbig »

Les récoltes se forment toujours en proportion de la qualité de l'élément fertilisant assimilable qui se trouve en moindre quantité dans le sol par rapporte aux besoins des plantes. Autrement dit il faut tenir compte de l'élément présent en petite quantité dans le sol.

II.3.4. Loi de la dominante (maximum)

Chaque végétal a un aliment préféré (élément dominant). Les fumures de ces plantes doivent être renforcées en cet élément, exemple : on a une dominance en K_2O pour la betterave, pour la pomme de terre et la tomate, pour le trèfle ces exigences les plus demandées sont les P_2O_5 et CaO pour les céréales (blé, orge) leurs exigences en N sont plus élevées.

II.3.5. Loi de rendement moins que proportionnel

A forte dose la production n'est pas proportionnelle à la dose d'engrais appliqués. Cette loi montre qu'il y a pour chaque engrais et chaque culture (bien entendu dans des conditions données), une dose optimale au point de vue technique c'est celle qui détermine le rendement maximum, mais que cette dose dépasse souvent la dose limite au point de vue économique, dose pour laquelle le prix du supplément de récolte obtenu compense exactement le prix de l'engrais. Au-delà de cette dose un supplément d'engrais n'est plus payé par le supplément de récolte qu'il entraîne.

II.4. Condition d'utilisation de la fertilisation :

Selon PREVOST(1999), l'alimentation de la plante est soumise à 3 conditions:

- a) **Elle doit être complète** : la plante ne doit manquer d'aucun des trois éléments N P K.
- b) **Elle doit être suffisante** : Les éléments doivent être apportés en quantité suffisante pour assurer un bon développement du végétal.
- c) **Elle doit être équilibrée** : La fumure minérale doit corriger le défaut du sol afin que les trois éléments (N.P.K) puissent être absorbés par la plante sous un rapport déterminé et variable selon les espèces.

II.4. Engrais :

II.4.1. Définition :

Un engrais est une substance contenant une certaine proportion d'éléments fertilisants qui, apportée au sol, est destinée à nourrir la plante cultivée. (PREVOST, 1999)

II.4.2. Caractéristiques d'un engrais :

Selon PREVOST (1999), la valeur fertilisante d'un engrais se caractérise par :

Chapitre 2 : Fertilisation et nutrition hydrominérale

- Le nombre d'éléments fertilisants : on distingue les engrais simples contenant un seul élément (engrais azoté, engrais potassique, engrais phosphaté) et les engrais composés : (binaires, ex : phospho - potassique, ternaires : engrais NPK).
- Le dosage en éléments fertilisants : un engrais possède une certaine teneur en éléments fertilisants, on définit :
 - La concentration de l'engrais qui représente le pourcentage (en masse) éléments fertilisants de l'engrais (pour un engrais composé, elle correspond à la somme des teneurs de chacun des éléments).
 - L'équilibre des différents éléments dans un engrais composé, déterminé en générale à partir de l'azote.
- La forme chimique des éléments : la forme de l'élément fertilisant dans l'engrais influe sur sa dynamique dans le sol et par conséquent, sur son utilisation par la plante :
 - L'azote peut être sous forme organique, nitrique, ammoniacale ou ammoniaco_ nitrique. La forme nitrique doit être utilisée immédiatement par la plante pour éviter son lessivage, les formes ammoniacale et organique seront transformées plus ou moins rapidement par l'activité biologique du sol.
 - Le phosphore peut être sous forme plus ou moins soluble selon les réactions qu'il a subies lors de la fabrication de l'engrais.
 - Le potassium est toujours sous forme de sel associé au chlore (KCl) ou au soufre (K_2SO_4).
- La présence d'éléments secondaires ou d'oligoéléments: un certain nombre d'engrais en contiennent soit naturellement, soit parce qu'ils ont été ajoutées.

II.4.3. Engrais minéraux :

Les engrais minéraux sont répartis en deux parties :

- Les engrais minéraux simples
- Les engrais minéraux composés (binaires et ternaires).

Le tableau 7 montre les caractéristiques (dosage, présentation et forme) de quelques engrais minéraux.

Chapitre 2 : Fertilisation et nutrition hydrominérale

Tableau 7 : caractéristiques de quelques engrais minéraux.

Engrais	Dosage	Présentation	Forme des éléments
Engrais simple			
Azote			
Urée	46%N	Perles	Ammoniacale
Ammonitrate	33% N	Granulé	½ nitrique
Ammoniac anhydre	80%N	Gaz	Ammoniacale
Nitrate de chaux	15%N, 25%CaO	Sel	Nitrique
Phosphore			
Phosphate naturel	25 à 35%P ₂ O ₅	Poudre	Insoluble
Phosphal	34% P ₂ O ₅	Poudre	Hyposoluble
Les superphosphates	16 à 48%	Granulé	Soluble dans l'eau
Potassium			
Chlorure de potassium	60% K ₂ O	Sel	KCl
Sulfate de potassium	50% K ₂ O	Sel	K ₂ SO ₄
Engrais composés			
Phosphate d'ammoniaque	18%N- 46% P ₂ O ₅	Sel	N ammoniacal
Nitrate de potasse	13% N- 44% K ₂ O	Sel	KNO ₃
Ternaire Ex : 15.15. 15	Variable	Granulé, Poudre, Liquide	Variable

Source : Prévost, 1999

II.4.4. Engrais organiques :

➤ Définition

Les engrais organiques sont des sous-produits animaux ou végétaux ou un mélange des deux. Les déjections animales en constituent l'essentiel (Richards et al, 1990).

➤ Le fumier

Le fumier est constitué par les déjections solides et liquides des animaux, mélangées aux litières, l'ensemble ayant subi des fermentations plus ou moins avancées. La meilleure litière est la paille de céréales (Gauthier, 1991).

➤ Engrais vert

La matière végétale directement incorporée au sol, sans phase de décomposition ou d'ingestion préalable par les animaux, forme ce que l'on appelle l'engrais vert. Son utilisation limite les risques d'érosion et permet la fixation des éléments nutritifs. Cependant, cette technique ne permet pas d'élever le stock global d'éléments nutritifs du sol, sauf dans le cas des légumineuses, lorsqu'elles sont utilisées comme source d'azote (Richards et al, 1990).

Chapitre 2 : Fertilisation et nutrition hydrominérale

➤ Le compostage

Selon CLEMONT(1989).le compostage peut se définir comme un procédé de décomposition et de transformation des matières organiques fraîches (fumiers, débris végétaux, etc.)Sous l'action de populations microbiennes en présence d'air afin d'obtenir un produit stabilisé, riche en composés humiques, hygiénique bien décomposé servant à :

- L'inactivation des germes des pathogènes et des adventices.
- L'amélioration de la structure des sols.

➤ Déchets industriels

De nombreux sous - produits industriels provenant de produits agricoles peuvent être employés soit directement, soit après transformation, comme source de matière organique. Leur valeur humus est très variable. Les plus importants sont les mares et les tourteaux (DIEHL, 1975).

Dans le tableau 8 sont présentés quelques engrais organiques et leurs compositions en azote, phosphore et potassium, ainsi que leur rapport C/N.

Tableau 8 : composition moyenne de quelques fertilisants organiques

Composition Engrais	C/N	N*kg /T	P2O5*kg/T	K2O*kg/T
Fumier vache	14 à 18	6	3	6
Fumier mouton	20	6,7	4	11
Lisier vache	8	4	2	5
Fientes	8 à 10	15	12	9
Purin vache	0,8 à 3	2,5	0,2	5,5
Foin légumineuse	14 à 20	25	6,9	23
Compost végétal	15 à 20	5	3	7

Source : Petit et al, 2005

II. 5. La nutrition hydrominérale

II.5.1.Généralités sur la nutrition hydrominérale :

En générale, les plantes supérieures sont des êtres autotrophes, car elles sont capables de synthétiser elles - mêmes leurs substances organiques à partir de substances aussi simples comme le gaz carbonique(CO₂), L'eau (H₂O) et un certain nombre d'éléments minéraux en présence de la lumière (LABERCHE, 1999).

Le système racinaire doit pouvoir assurer la fonction d'alimentation hydrominérale de la plante dans les meilleures conditions, la solution nutritive doit couvrir la totalité de ses besoins,

Elle doit apporter : l'eau et les éléments minéraux ainsi que l'oxygène nécessaire pour le fonctionnement du système racinaire (MORARD, 1995).

La nutrition a permis de classer généralement les éléments minéraux dont la plante a besoin en deux groupes :

Chapitre 2 : Fertilisation et nutrition hydrominérale

- Eléments majeurs (macroéléments).
- Eléments mineurs (micro éléments).

Cette distribution se réfère aux quantités d'éléments dont la plante a besoin pour croître et subsister et non à l'importance de leur rôle car tous ces éléments sont aussi indispensables les uns que les autres. (COIC et LESAIN, 1983).

II.5.1. Les besoins alimentaire des plantes :

Les besoins de la plante sont liés au climat, au stade des plantes et à leur état végétatif (LETARD, 1995).

II.5.1.1. La nutrition hydrique :

L'eau est un constituant fondamental des végétaux, elle se trouve à l'état liquide dans les membranes, le cytoplasme et le suc cellulaire, aussi à l'état gazeux dans les espaces intercellulaire (méats et chambres sous stomatique) (LABERCHE, 1999).

La teneur en eau des tissus ayant une vie très active des plantes en pleine végétation varie entre 70 et 90 %, elle n'est que de 5 et 10% dans les tissus de réserves et de soutien. La teneur en eau des tissus diminue en fonction du vieillissement des plantes (SMIRNOV et al, 1997).

L'eau joue un rôle très important dans la régulation thermique, car elle stabilise la température de la plante, du fait qu'elle possède une valeur calorifique très élevées et grâce à son rejet dans l'atmosphère sous forme de vapeur (évapotranspiration potentielle), ainsi protégeant la plante contre le surchauffement et a supporter le rayonnement solaire et les variations thermiques (SMIRNOV et al, 1997. LABERCHE, 1999).

II.5.2.2. La nutrition minérale :

La végétale a besoin d'éléments minéraux qui participent à ses structures et contribuent à ses activités (BRUN et SETTEMBRINO, 1994).

L'alimentation minérale est l'un des facteurs limitant du fonctionnement de la plante, elle a une action sur la vigueur, la floraison, la coloration et le calibre (YAN et al, 1999).

La plante parvient à satisfaire ses besoins minéraux essentiellement par absorption racinaire. Une absorption foliaire est possible mais elle est exceptionnelle et toujours limitée, elle ne convient que pour les oligo-éléments. La même source affirme que l'absorption minérale est sous l'influence de plusieurs facteurs, dont on peut citer :

- Le stade de développement du végétale.
- La nature de la plante.
- Les facteurs externes, d'ordre climatique ou édaphique

II.6. Les constituants minéraux des plantes :

II.6.1. Les éléments majeurs (macroéléments) :

L'azote :

L'azote est le constituant principale des protéines, il est absorbé par la plante sous forme nitrique ou ammoniacal. (SOLTNER, 2000).

L'azote est un facteur de rendement et de la qualité, il agit en augmentant le volume des organes végétatifs. (DIEHL, 1975).

L'azote en excès implique des conséquences, telles que : une grande sensibilité des tissus vis-à-vis des maladies cryptogamiques, les parasites et aussi une sensibilité plus grande aux accidents climatiques tels que le gel et la verse (SOLTNER, 1988).

Une carence en azote, provoque un retard de croissance des organes végétatifs des plantes qui se traduit par une végétation chétive, associée à une chlorose due à la mauvaise synthèse de la chlorophylle (SMIRNOV, 1977).

Le phosphore :

Le phosphore joue un rôle fondamental dans le métabolisme de toutes les catégories de substances biochimiques en tant qu'élément essentiel dans le transport d'énergie (COIC et LESAIN, 1983).

Selon ERARD, (2002) le phosphore favorise le développement racinaire et le démarrage de la végétation, en particulier s'il est associé à un niveau équilibré en azote. D'autre part, il contribue à une bonne formation des tissus de soutien.

Un excès de phosphore peut provoquer un déséquilibre N/P₂O₅, une insolubilisation du fer dans le sol en cas d'apport excessif de phosphore soluble, se traduisant par un jaunissement suivi d'un brunissement des feuilles qui se nécrosent et chutent par la suite. Une carence en phosphore se traduit aussi par une défoliation précoce commençant par la base de la plante (DIEHL, 1975).

Aussi en cas de carences de phosphore, la croissance ralentit et peut entraîner un retard dans la maturation avec un feuillage généralement foncé, prenant des teintes pourpres sur les bords (SMIRNO et al, 1977).

Le potassium :

Contrairement à l'azote et au phosphore, le potassium n'est pas un élément plastique mais il intervient dans les principaux processus physiologiques. Il serait un facteur d'amélioration de la qualité des fruits (ERARD, 2002).

L'excès du potassium provoque des troubles de l'assimilation des nitrates (HELLER, 1969).

Chapitre 2 : Fertilisation et nutrition hydrominérale

Les travaux de SMIRNOV et al (1977), montrent qu'une carence en potassium se traduit par :

- Un brunissement marginal des feuilles avec un aspect de brûlure sur la pointe et les bords des feuilles.
- Apparition de petites tâches de rouille sur les limbes.
- Un enrôlement des feuilles.

Le calcium :

Une sous-alimentation en calcium se traduit par des plantes rabougries. La carence en calcium est généralement induite par les conditions climatiques, voire des déséquilibres nutritionnels (azote, potassium) et/ou une mauvaise alimentation en eau (ERARD, 2002).

Le magnésium :

Un excès en magnésium provoque une surcroissance des tiges et des racines avec une diminution de la floraison et la fructification, et un enroulement des jeunes feuilles (CHOUARD, 1952).

La carence en cet élément se traduit par une couleur vert pâle des feuilles suivie par un jaunissement interne, une chute des feuilles et des fruits de faible calibre (ERARD, 2002).

Le soufre :

Un excès de soufre se traduit par une coloration vert bleuâtre de la plante associée à un durcissement des tiges et un brunissement des extrémités des feuilles suivi par leur enroulement (CHOUARD, 1952).

Une carence en soufre influe sur le métabolisme général de la plante avec l'apparition de chlorose semblable à celle rencontrée dans le cas de carence en azote, elle provoque aussi un allongement des tiges qui prennent une coloration pâle et des feuilles petites (HELLER, 1977).

1.1. Les éléments mineurs :

Les oligo-éléments essentiels aux plantes supérieures d'après COIC et LESANT (1983), sont le fer, le manganèse, le zinc, le cuivre, le bore, le molybdène et le chlore.

SOLTNER (1988), ajoute que les oligo-éléments sont des constituants essentiels de nombreuses enzymes et catalyseurs de toutes les réactions biochimiques de la plante.

III.1. Définition :

L'agriculture biologique représente un système de production qui évite, ou exclut totalement l'utilisation d'engrais de synthèse, de pesticides, d'organismes génétiquement modifiés, de régulateur de croissance et d'aditifs aux aliments du bétail. Cette agriculture utilise, dans la mesure du possible, la rotation, les résidus de récoltes, le fumier, les déchets biologiques et les engrais verts pour entretenir la fertilité du sol. Elle recommande également une approche biologique de la lutte contre les insectes nuisibles et autres déprédateurs ainsi que du désherbage (ANONYME, 2009).

III.2. Les principes de l'agriculture biologique :

D'après AMAND et LANGLIOS (2004), les principes qui définissent l'agriculture biologique sont les suivants :

- Ne pas utiliser de produits de synthèse.
- Préserver l'environnement naturel.
- Favoriser la prévention et l'observation.
- Maintenir la fertilité des sols à long terme.
- Assurer le lien au sol et l'autonomie alimentaire.
- Fournir une alimentation naturelle.
- Respecter l'animal.
- Maintenir la biodiversité.

III. 3.Situation de l'agriculture biologique :

III. 3.1. Dans le monde :

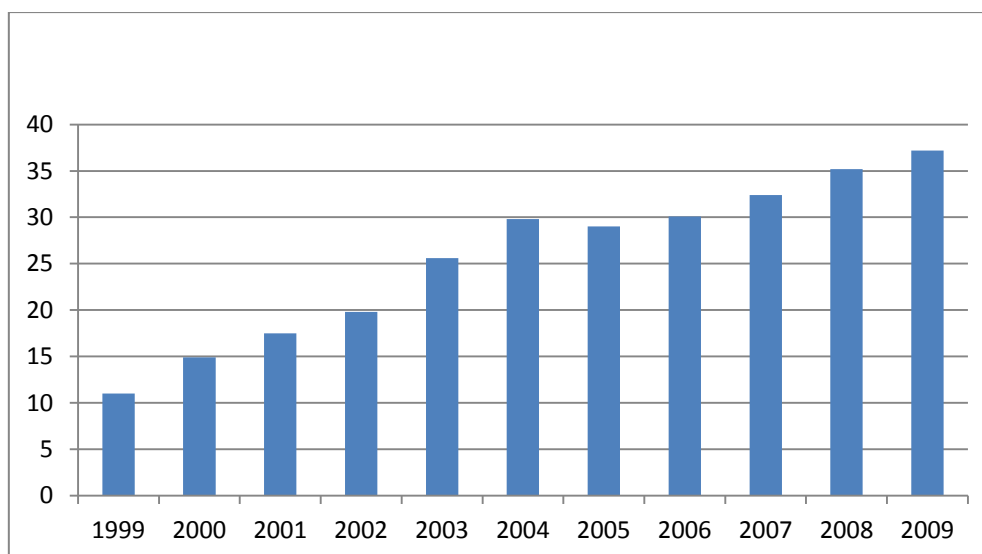


Figure 1 : Evolution des surfaces cultivées biologiquement dans le monde (WILLER, H. 2011).

Le marché de l'agriculture biologique a représenté environ 30 millions de dollars en 2005. Ce marché est caractérisé par une répartition inégale dans le monde. En première position se trouve l'Europe qui occupe 49% du marché mondiale (13,7 millions de dollars), suivie de l'Amérique du Nord avec 47% puis en dernier l'Asie et l'Océanie avec pas plus de 3,7% (SAHOTA, A. 2006).

III.3.2. En Algérie :

Selon ABDELLAOUI(2006). L'Algérie dispose de tous les atouts naturels pour développer ce type d'agriculture, en plus nos fruits et légumes sont souvent cultivés de façon naturelle sans utilisation de produits chimiques de synthèse. Parmi les régions nationales réputées en culture bio, nous citons la wilaya de Biskra qui produit des dattes biologiques connus sous le nom de « Deglet noir » et certaines cultures légumières telles que l'artichaut. Il y'en même quelques entreprises qui exportent des dattes bio et des huiles bio.

III. 3.Objectifs de l'agriculture biologique :

Selon SILGUY(1994), les objectifs principaux d'une agriculture biologique sont :

- Produire des denrées agricoles de haute qualité nutritive.
- Travailler en accord avec les écosystèmes naturels.
- Mettre en place des systèmes agricoles aussi autosuffisants que possible en ce qui concerne la matière organique et les éléments nutritifs.
- Maintenir la diversité génétique.

III.4. Techniques de production dans l agriculture biologique :

Selon CLECH et HACHLER (2003), l'agriculture biologique repose sur un ensemble de techniques :

III.4.1. Rotation et association de culture :

Selon CLECH et HACHLER (2003), la rotation des cultures est une nécessité en agriculture biologique.

Les assolements sont construits sur la base de la rotation choisie, cependant ils peuvent être modifiés en fonction de l'évolution du contexte phytosanitaire et socio-économique de l'exploitation (VILAIN, 1997).

III. 4.2. Travail du sol :

Les techniques utilisées en agriculture biologique sont globalement les même que celles utilisées en agriculture conventionnelle, seulement il existe une opération qui est spécifique à l'agriculture biologique c'est le faux semis, cette technique est appliquée avant le semis et a pour objectifs de réduire les adventices et de diminuer le stock de graines de mauvaises herbes en surface (VILAIN, 1997).

D'après RICHARD(1995), soixante pour cent de la matière organique incorporée dans le sol disparaît en deux ans, sous l'action des micro-organismes.

Les quarante pour cent restants sont en état stable et libèrent des éléments minéraux tel que le gaz carbonique, ammoniac, ions sulfate à phosphate à raison de 1 à 2 pour cent par an.

III. 4.3. Gestion de fertilité et fertilisation :

La culture biologique repose principalement sur l'emploi de fertilisants organiques, mais prône également l'utilisation des minéraux à l'état brut, il existe une règle imprescriptible qui veut que les produits, qu'ils soient organiques ou inorganiques, ne doivent pas avoir subi de transformation chimique, ni avoir reçu d'additifs de synthèse (FAZIO, 2002).

III. 4. 4. Gestion des adventices :

Selon FAZIO (2002), la culture biologique considère que la lutte contre les mauvaises herbes va en effet à l'encontre de l'équilibre biologique assuré par une vie animale et végétale très variée.

On peut utiliser des bio herbicides qui sont des phytopathogènes spécifiques pour les mauvaises herbes tel que : champignons, virus, insectes, nématode, qui puissent être utilisés pour lutte contre les adventices (LE VINCENT et CODERRE, 1992).

III. 4.5 Protection phytosanitaire :

Selon LE CLECH et HACHLER (2003), l'agriculture biologique proscrit l'utilisation des produits phytosanitaires de synthèse. Pour limiter la pression des maladies et des ravageurs, il existe des méthodes de lutte directe et indirecte :

❖ Méthode de lutte directe :

a- Les protections physiques

Selon LE CLECH et HACHLER (2003), des protections physiques permettent de faire obstacle aux ravageurs avant toute invasion. Les films plastiques et filés agro textiles limitent l'attaque des ravageurs aériens et des virus qu'ils transmettent.

b- La lutte biologique

Consiste à éliminer un parasite ou un insecte nuisible pour une culture par l'intermédiaire d'un de ses ennemis naturels (SIGUY, 1998).

Chapitre III : L'agriculture biologique

Les ennemies naturelles des ravageurs tels que les auxiliaires et les prédateurs de ravageurs peuvent être lâchés sur les cultures infectées (exemple : les trichogrammes).

L'inoculation de bactéries, telle que *Bacillus thuringiensis*, virus et champignons peut être nocives aux ravageurs (LE CLECH et HACHELR, 2003).

c- La lutte génétique

Des mâles stériles peuvent être utilisés dans la lutte contre certains ravageurs, comme la moche de l'oignon par exemple. (LE CLECH et HACHLER, 2003).

d- La lutte chimique

Selon LE CLECH et HACHLER(2003), certains produits simples qui ont un effet fongique sont autorisés en agriculture biologique tel que :

-Le soufre : c'est un produit de contact contre l'oïdium mais aussi contre les rouilles et les tavelures.

-Le cuivre : sous forme de sulfate de cuivre et de bouillies bordelaise, il est efficace contre le mildiou en préventif et d'autres maladies fongiques des céréales.

❖ Méthodes de lutte indirectes

Le travail du sol doit être réalisé de manière réfléchie afin d'aboutir à une bonne structuration et à une bonne aération, (CLECH et HACHLER, 2003).

Selon FAZIO(1996), l'emploi d'un compost immature est déconseillé, car ce type de matériaux apporte des moisissures, des champignons et des bactéries, Il faut utiliser des variétés de plantes rustiques qui ont la capacité de résistance à des maladies spécifiques.

Selon LE CLECH (1998), les dates de plantation et de récolte doivent être calculées afin qu'il se produise une désynchronisation du cycle de la plante et des ravageurs.

Matériels et Méthodes :

1. Objectif du travail

Le but de notre expérimentation est l'étude de l'effet d'un biofertilisant (SUPERBIO) sur le développement, le rendement et la qualité de *Capsicum annum L* (poivron et piment) avec deux doses (100% et 50%) et deux application (racinaire et foliaire) en comparaison avec une fertilisation minéral NPK (15. 15 .15).

2. Matériel végétal testé :

Le matériel végétal utilisé pour l'expérimentation est *Capsicum annum L*(poivron de variété Cristal et piment de variété Guindilla long jaune) qui présentent les caractéristiques suivantes :

❖ Poivron :

Cristal : variété à cycle précoce. La plante à une hauteur moyenne et elle est très productive. Les fruits ont une forme allongée, de 6-8 x 15 cm, de forme triangulaire, 3-4 casques, à surface lisse et brillante, de couleur rouge à leur maturité. La chair est fine et très douce (Fig2).

❖ Piment :

Guindilla long jaune : variété piquante, à cycle précoce. Le fruit est petit, de forme allongée étroit (6 -7 x 1,5cm), de couleur vert jaunâtre et rouge foncé à la maturité (Fig 2).



a) Poivron doux (variété Cristal) b) Piment piquant (variété Guindilla)

Figure 2: Matériel végétal utilisé.

3. Produit utilisé :

SUPERBIO : fertilisant organique liquide d'origine végétal composé de micro-organismes efficace, riche en élément minéraux et organiques essentiellement.



Figure 3: Le bio fertilisant SUPERBIO.

❖ Caractéristique :

D'origine végétale utilisable en foliaire et en fertirrigation, améliore la structure du sol et le complexe argilo-humique, renforce la résistance des plantes contre les maladies et augmente la capacité d'échange cationique(C.E.C).Sa composition est la suivante :

- Acides aminés libre 10 %.
- Matière végétal totale 10%.
- Azote total 11.5%.
- Azote ammoniacale 0.01 %.
- Azote nitrique 0.06 %.
- Azote urique 7.13 %.
- Azote protéique 1.5 %.
- Azote organique 1.5 %.
- Azote humique 1.3 %.

❖ Préparation des doses utilisées :

- **Le témoin T0** : on a utilisé l'engrais chimique solide NPK (15. 15. 15) à raison de 30 g par plante, applique deux fois : la première après le repiquage et la seconde après la floraison.
- **La dose racinaire T1**: représente 30 g/l de superbio administré à raison de 50 ml par plante deux fois par semaine.

Chapitre IV: Matériels et méthodes

- **La demi-dose racinaire T2** : représente 15g/l de superbio administré à raison 50ml par plante deux fois par semaine.
- **La dose foliaire T3** : nous avons pris 10g/l de superbio sous forme de pulvérisateur deux fois par semaine.
- **La demi-dose foliaire (T4)** : représente 5g/l de superbio sous forme de pulvérisateurs deux fois par semaine.

4. Conditions expérimentales :

❖ Lieu d'expérimentation :

L'expérimentation a été réalisée à la station Expérimentale de l'Université BLIDA 1, se situant au bas du pied mont de l'Atlas Blidéen. Elle est limitée à l'est par la commune de Soumâa, à l'ouest par la commune d'OuledYaiche, au nord par la commune de Guerouaou et Beni-Mered et au sud par le mont de Chréa.

❖ Lieu de semis :

Le semis a eu lieu le 27-01-2014 à l'intérieur d'une serre en polycarbonates, dans des plateaux alvéoles, à raison de deux graines par alvéole.

❖ Lieu de repiquage :

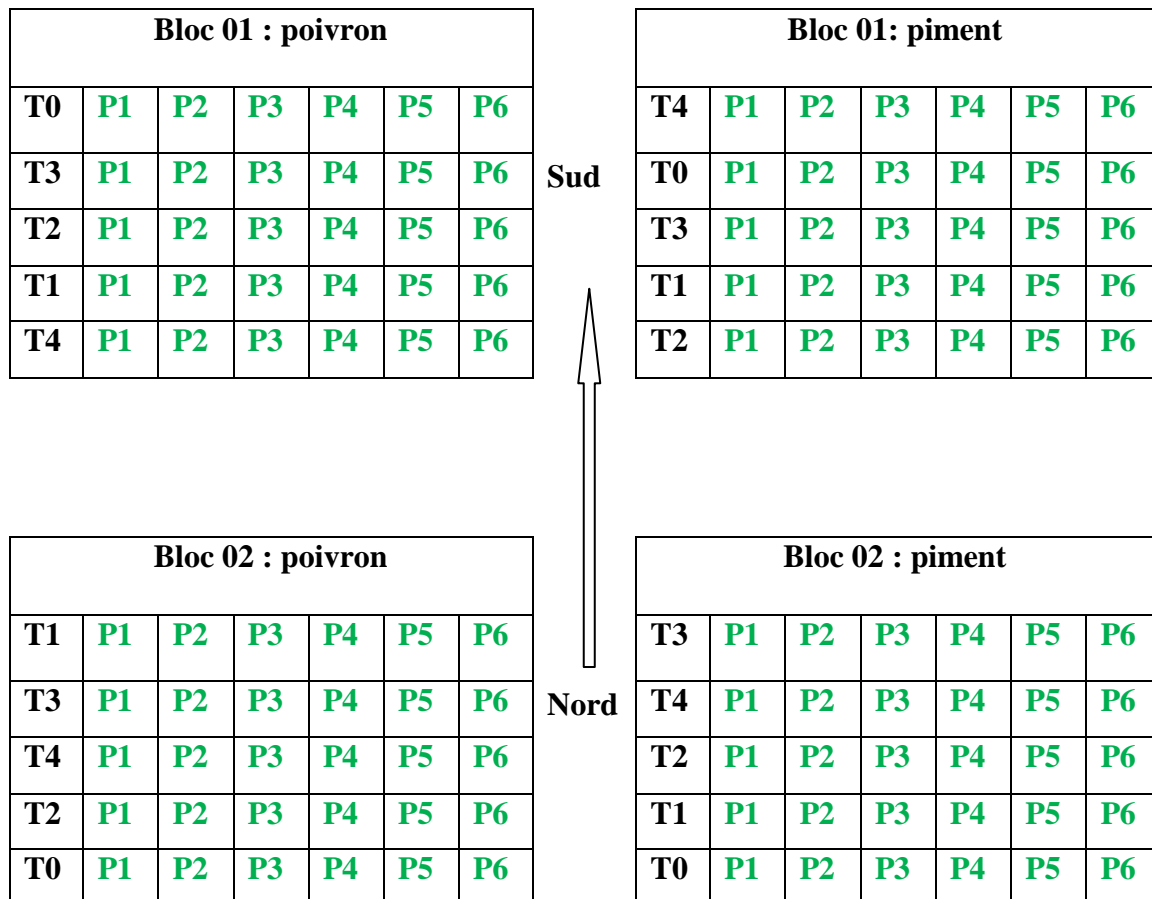
Le repiquage a été effectué dans une serre couverte en plastique avec une orientation Nord-Sud, la superficie de cette serre est de 400 m².



Figure 4: Serre expérimentale

5. Le dispositif expérimental :

Le dispositif expérimental comprend quatre blocs aléatoires complets divisés en deux blocs pour poivron et deux blocs pour piment, on a cinq traitements : T0, T1, T2, T3 et T5. Chaque traitement est répété 6 fois ce qui nous donne 6.5= 30 unité expérimentale dans chaque blocs.



P : plants (observation)

Figure 5: Schéma du dispositif expérimental.

6. Conduite de la culture:

6.1. Semis en pépinière :

C'est la première opération effectuée qui a été réalisée le 27-01-2014 dans des alvéoles contenant de la tourbe noire.

Les graines sont déposées à 0,5 cm de profondeur puis recouvertes par une autre couche de tourbe et arrosées abondant jusqu'à infiltration de l'eau par les trous de drainage. Des arrosages ont été effectués à une fréquence de 2 à 4 jours selon la température.



Figure 6 :L'élevage des plants en pépinière

6.2. Préparation des substrats de culture :

Nous avons préparé un substrat à partir d'un mélange homogène de 1 /3 de fumier de bovin et 2/3 de sol, après nous avons rempli les sacs plastiques noir de grande taille (8Kg de capacité), chaque sac été doté de trous de drainage.

6.3. Repiquage sous serre :

Le repiquage a été effectué le 08- 04- 2014, Nous avons posé la motte de la plantule du poivron-piment dans le sac, bien recouvert et tassé la surface, puis nous avons irrigué pour une bonne cohésion entre racine et sol.

6.4. Les travaux d'entretien :

- **Irrigation :** Après le repiquage, nous avons irrigué pour permettre une reprise de la plante. La fréquence des irrigations est en fonction de la température et le stade de développement de la plante.
- **Désherbage :** Afin de réduire les risques d'attaques de nos plantes par des parasites, des insectes, le désherbage manuel était réalisé régulièrement.
- **Aération de la serre :** L'aération de la serre se fait quotidiennement par l'ouverture des portes et l'écartement du film plastique, pour éliminer les excès d'humidité et chaleur qui favorisent le développement des maladies cryptogamiques.

Chapitre IV: Matériels et méthodes

- **Binage** :Le binage est une opération qui s'effectue le premier mois après la reprise des plantes, pour assurer l'aération et réduire le tassement du sol.
- **Tuteurage** :La technique du tuteurage a été réalisé uniquement sur les variétés non palissées afin d'éviter l'éclatement de leurs branche.
- **Les traitements phytosanitaires** :

Au cours de notre expérimentation, nous avons appliqué des traitements chimiques préventifs pour éliminer toutes les risques d'attaques soit cryptogamiques ou d'insectes nuisible, ces traitements sont représentés dans le tableau 10

Tableau 10: représente le traitement phytosanitaire

Dates	Produits	Matière active	Désignation	Dose
15-05-2014	Medomyl	Mancozeb 64% Metaloxyl 8%	Fongicide	3g/l



Floraison

Maturation des fruits

Figure 7: Floraison et maturation des fruits.

-Récolte : Les fruits sont récoltés au stade vert, la première récolte a été effectuée le 5 -7-2014. Durant notre assai, on a récolté deux fois à raison d'une récolte tous les 15 jours.

7. Les paramètres étudiés :

Nous distinguons 3 types de paramètres étudiés pendant l'expérimentation, paramètre de croissance, paramètre de production et paramètre de qualité des fruits.

7.1. Paramètre de croissance :

7. 1. 1. La vitesse de croissance :

Les hauteurs des plantes sont mesurées chaque dix jours dès le début des traitements à l'aide d'un mètre ruban, du collet jusqu'à l'apex. Ce paramètre est exprimé en cm /jour.

7.1. 2. Hauteur finale des plantes :

Elle a été mesurée en cm à l'aide d'un mètre ruban, du collet jusqu'à l'apex. Ce paramètre a été mesuré au moment de la coupe finale.

7.1. 3. Diamètre final des tiges :

La mesure de diamètre finale des tiges de chaque plant a été effectuée à l'aide d'un pied à coulisse au moment de la coupe finale.

7.1. 4. Le nombre de feuilles :

Le principe consiste à faire un comptage des feuilles pour chaque plante au moment de la coupe finale.

7.2. Paramètre de production:

7. 2. 1. Le nombre de fleurs par plant :

Ce comptage est effectué au moment de la floraison, et répétée tout le dix jours

7.2. 2. Le nombre de fruits par traitement :

C'est la moyenne de tous les fruits produits par plant pour toute la récolte.

3.2.3. Le rendement total des fruits par traitement :

La production est évaluée par détermination du rendement total des fruits dans chaque traitement en Kg.

7.3. Paramètre de qualité des fruits:

7. 3. 1. Longueur moyenne des fruits par plant :

C'est la moyenne de la longueur des fruits pris comme échantillons au niveau de chaque traitement, cette mesure se fait à l'aide d'un mètre ruban.

7. 3. 2. Diamètre des fruits :

IL est mesuré un échantillon des fruits pour chaque traitement avec un pied à coulisse.

7.3. 3. La teneur en vitamine C :

Vitamine C est un bon indicateur sur la valeur nutritive du poivron et piment. Pour analyser au laboratoire il faut mélange 10g de poivron ou piment (bien réduit en pâte) avec 50ml d'acide chlorhydrique (HCl 2%) , laisser au repose pendant 10 minutes puis le filtrer dans un bicher de

Chapitre IV: Matériels et méthodes

100 ml. On prélève 10ml de cette extrait filtre a qui on ajoute 30 ml d'eau distillée, on additionne 1ml d iodure de potassium (KI à 1%) et 2ml de solution d amidon (5%).

Cette solution préparée est titrée a l iodate de potassium (KIO3 à N/1000) jusqu' à virage a la couleur bleu. De même manière on réalise un témoin ou les 10ml d extrait du fruit sont remplacés par une quantité égale d'acide chlorhydrique à 2%.

La formule appliquée est :

$$X = \frac{N \cdot V1 - 0.88 \times 100}{G \cdot V2}$$

X : mg d'acide ascorbique/g de produit à l'analyse

N: volume d'iodate de potassium résultant de la différence entre le 1^{er} titrage et le titrage témoin.

V1 : volume total d'extrait obtenu pour l'analyse.

V 2: volume initial d'extrait soumis à l'analyse.

G : quantité de produit analysé.

7.3.4. Dosage des sucres totaux :

Le taux du sucre est déterminé par réfractomètre dont le principe consiste à déposer une goutte de jus du broyat du poivron dans l'appareil puis faire une lecture directe par transparence à la lumière du jour.

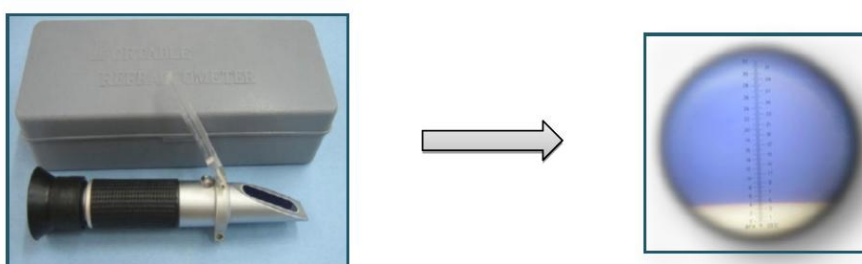


Figure 8 : Aspect général d'un réfractomètre et son écran de lecture

8. Les analyses statistiques :

Les résultats obtenus pour chaque paramètre étudié ont été soumis à une analyse statistique grâce au logiciel STATGRAPHYCS qui effectue l'analyse de variance (ANOVA) en utilisant le test de Fisher associé au test d'analyse comparative des moyennes selon le test de Student-Newman Keuls.

1. Les paramètres de croissances :

1.1. La vitesse de croissance :

Nous avons suivi l'évolution de la croissance des plantes du poivron et du piment, prise tous les dix jours. Les figures ci-dessous montrent l'évolution de la croissance des plantes lors de l'expérimentation (fig 9) et (fig10),

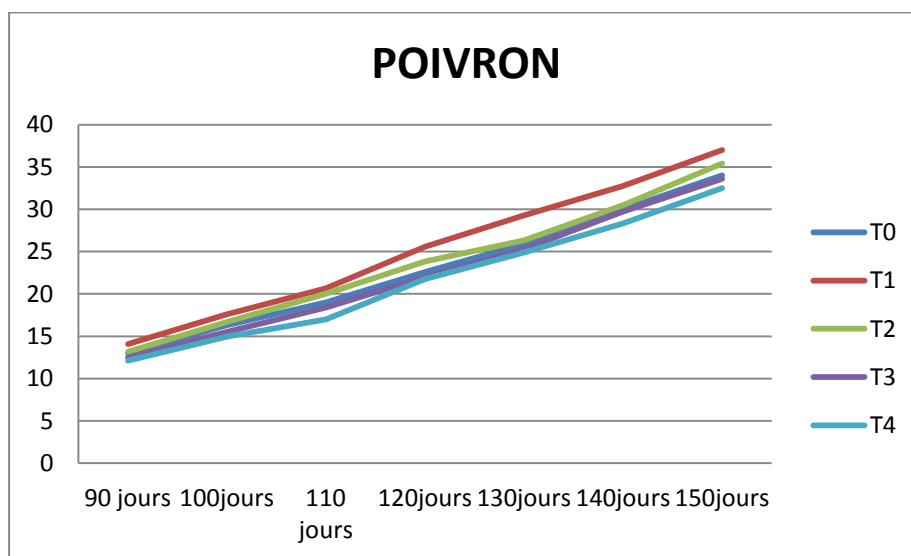


Figure 9: La vitesse de croissance des plantes du poivron en (cm /j)

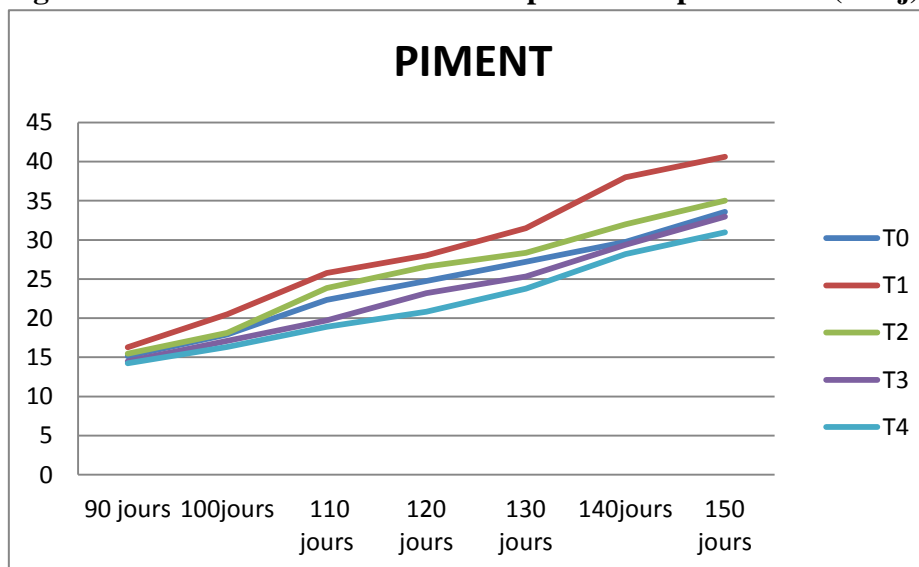


Figure 10: La vitesse de croissance des plantes du Piment en (cm /j)

On constate que l'évolution de croissance des plants (fig 9 et fig 10) au niveau de tous les traitements passe par deux phases stationnaires : l'une débutant du jour de transplantation, qui peut être expliquée par la période d'adaptation des plants au changement du milieu de culture et l'autre phase qui commence après l'application

Chapitre V : Résultats et discussions

des traitements. Dans cette phase on remarque que la vitesse de croissance augmente progressivement pour l'ensemble des traitements, Le traitement T1 représenté par la dose de 30g/l en application racinaire enregistre une vitesse de croissance plus important, suivi respectivement par le traitement T2 qui correspond a la dose de 15 g /l suive par T0, T3 et T4. Cette augmentation est supposée être une adaptation des plantules du poivron et piment aux différents traitements.

Mais les plantes traitées par le traitement T1 (racinaire) présentent une meilleure vitesse de croissance.

1.2. Hauteur finale des plantes :

Pour la hauteur finale des plants les résultats obtenus sont représentés par la figure 10 et en annexe 1 :

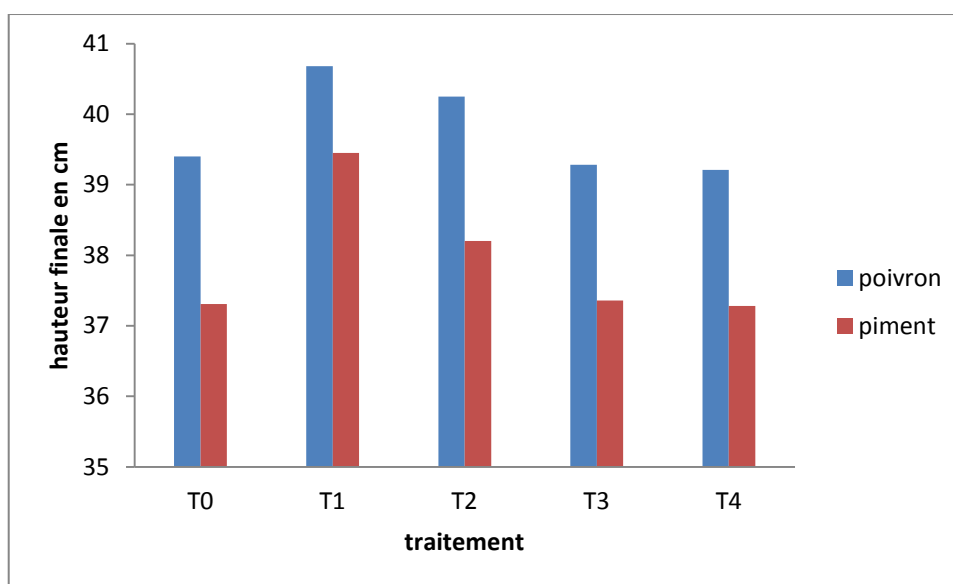


Figure 11:Hauteur finale moyenne des plantes (cm).

D'après les résultats de l'analyse de la variance (annexe1), nous remarquons l'existence d'une différence hautement significative ($P < 0,000$) entre les traitements testés.

Le test de Newman-keuls ($\alpha=5\%$) classe les traitements testés en quatre groupes pour poivron (a, b, c, d), et pour le piment en trois groupes (a, b, c).

Durant la coupe finale, les résultats obtenus indiquent que la hauteur la plus élevée a été enregistrée au niveau du traitement T1 la dose de 30g/l en application racinaire avec une valeur 40,68cm (poivron) et de 39,45cm (Piment), et la plus faible chez leT4

Chapitre V : Résultats et discussions

la dose 5g/l en application foliaire avec une valeur de 39,21cm (poivron) et de 37,28cm (piment).

Dans le cas d'une application foliaire (T0 et T4) les valeurs obtenus sont proches pour les deux doses ceci peut être due soit à l'application d'une faible dose soit a une mâle métrise du l'application par pulvérisation.

Les valeurs obtenus montrent l'impact positif de l'interaction dose –application du bio fertilisant sur la croissance des plantes.

Ces résultat sont en accord avec de CROUCH et VAN STADEN (1993) qui démontré que l'application racinaire du bio fertilisant est plus efficace en comparaison avec l'application foliaire.

1 .3. Diamètre final des tiges :

Les résultats obtenus pour le diamètre final des tiges des plants sont représentés par la figure 12 et tableau 12 (annexe 2).

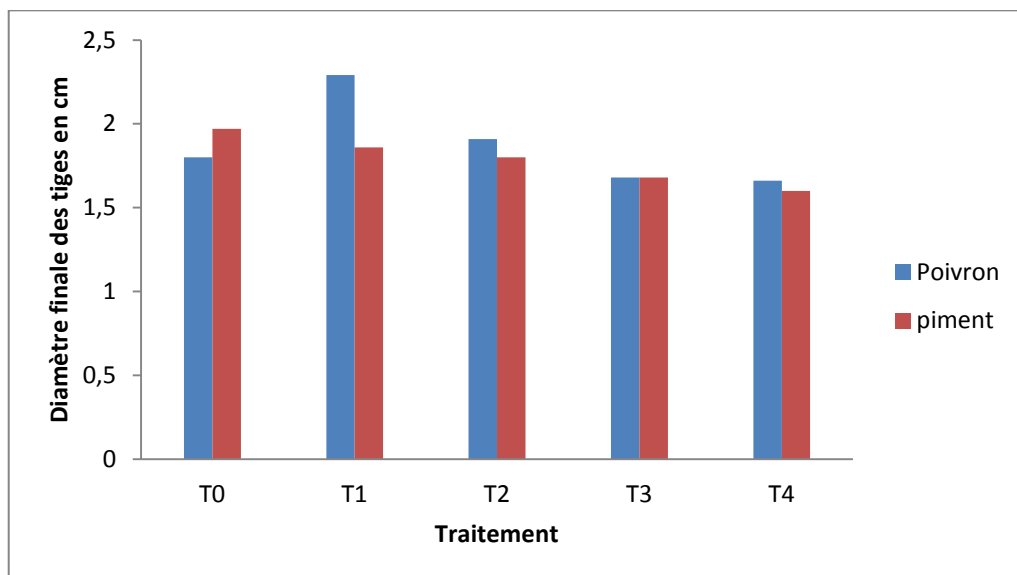


Figure 12:Diamètre final des tiges.

Pour le diamètre finale des tiges les valeurs enregistrées chez le témoin T0 (NPK) sont supérieurs aux résultats obtenus chez les plants traitées avec le bio fertilisant par application foliaire (T3 et T4) ceci peut être due par la faible dose utilisée ou a une mâle application par pulvérisation.

Chapitre V : Résultats et discussions

L'analyse statistique de la variance des diamètres moyens, indique qu'il existe une différence significative entre les traitements pour les deux variétés cultivés.

Le test de Newman-keuls ($\alpha=5\%$) classe les traitements testés en trois groupes homogènes (voir annexe).

Les tiges les plus vigoureuses sont observées au niveau du traitement T1 avec une valeur 1,8cm (poivron) et 2,07cm (piment). Le diamètre le plus faible est enregistré chez le traitement T4 (1,6 cm).

1.3. Le nombre de feuilles :

La figure 13 et tableau 13 (annexe 3). Représente le nombre de feuille calculé au moment de la coupe finale.

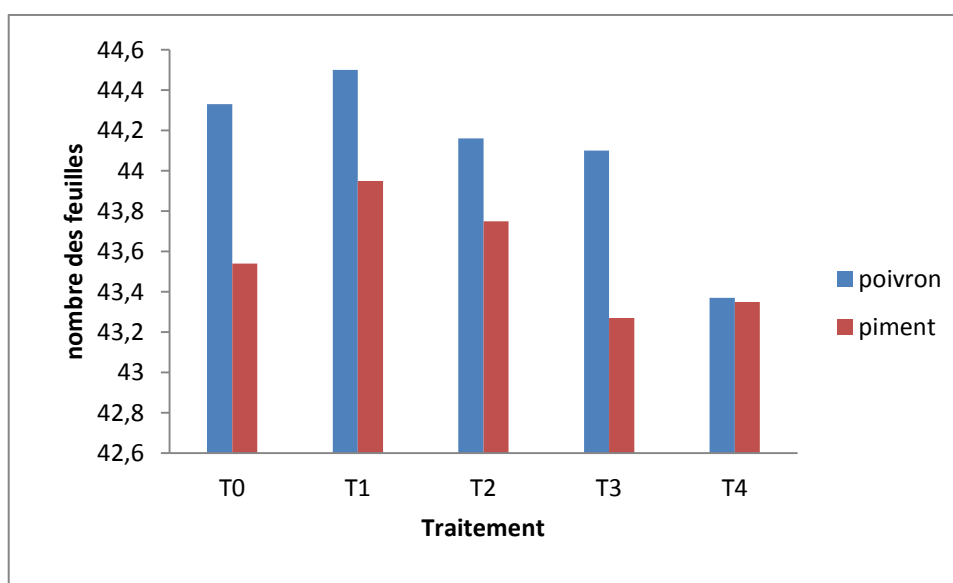


Figure 13: Nombre moyen de feuilles.

L'analyse de la variance (annexe 3) montre une différence significative entre les nombres moyenne des feuilles récolte par variété et par traitement différentes.

Le teste de Newman-keuls au seuil $\alpha=5\%$ fait ressortir trois groupes homogènes pour les deux variétés.

D'après les résultats obtenus, nous constatons que les meilleures performances sont toujours enregistrées par le traitement T1 on a appliqué la plus grande dose d'engrais biologique.

2. Les paramètres de production :

2.1. Le nombre de fleurs par plants

Les résultats relatifs au nombre de fleurs par plant sont exprimés dans la figure 14 et tableau 14 (annexe 4).

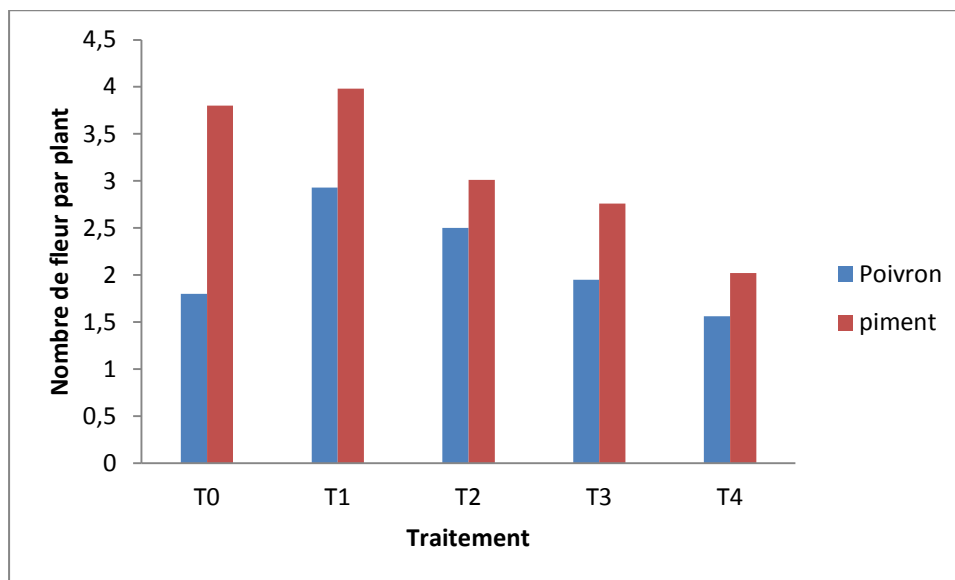


Figure 14: Nombre de fleurs par plants

Le nombre des fleurs par plante est fortement influence par traitement, chez les plantes traitées avec le bio fertilisant racinaire en dose 30g/l (T1) on constant le plus grande nombre des fleurs 3,89 en moyenne chez le piment et de 2,93 chez le poivron (fig14),

L'analyse de la variance de l'interaction dose-mode d'application du bio fertilisant (annexe 4) fait apparaître une différence très hautement significative pour le nombre de fleurs par plant pour le poivron et piment. Ceci traduit l'action positive du traitement donné à ces deux cultures.

Le test de Newman et Keuls, indique l'existence de plusieurs groupes homogènes pour les deux variétés.

2.2. Nombre de fruits par traitement

Le nombre des fruits est obtenue au moment de la récoltes, et ce pour chaque plant. Les résultats obtenus sont illustré dans la figure 15 et tableau 15 (annexe 5).

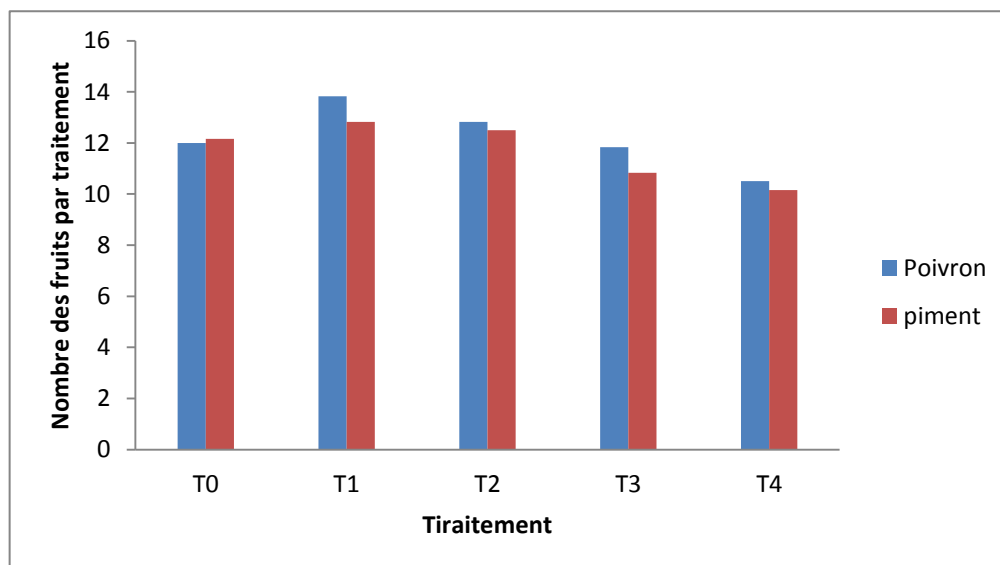


Figure 15: Nombre moyen de fruits par traitement

L'analyse statistique dévoile une différence hautement significative entre les valeurs moyennes du paramètre mesuré au niveau des récoltes pour les deux variétés.

Le test de Newman et Keuls, indique l'existence de deux groupes homogènes pour le piment et trois groupes pour le poivron déterminent les meilleures moyennes. Il en découle que le nombre de fruit par plant de piment est compris entre 12,83 et 10,33. Pour le poivron les résultats sont compris entre 13,5 et 10. Ces valeurs étant proches on peut affirmer que les deux variétés on donné un bon rendement finale par traitement racinaire.

2.3. Rendement total des fruits par traitement

L'estimation de la production par plant pour chaque traitement est représentée dans la figure 16 et tableau 16 (annexe 6).

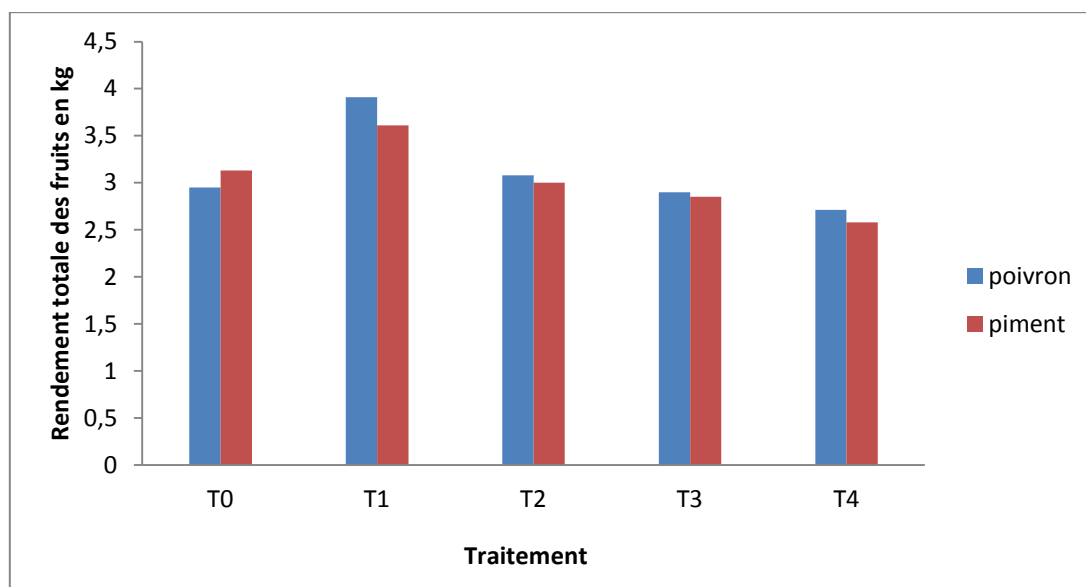


Figure 16: Rendement totale des fruits par traitement

D'après d'analyse de la variance (annexe 6) on constate une différence significative entre les moyennes estimées pour ce paramètre.

Le teste de Newman et Keuls au seuil $\alpha=5\%$ indique la présence trois groupes homogènes. Nous pouvons constater que la meilleure production a été enregistrée au niveau du traitement T1 avec une valeur de 3,91Kg pour le poivron et de 3,61Kg pour le piment et ceci pour une application racinaire avec une dose de 30g/l.

3. Paramètre de qualité des fruits

3.1. Longueur moyenne des fruits par plant

Les longueurs moyennes des fruits de chaque traitement sont représentées dans la figure 17 et tableau 17(annexe 7).

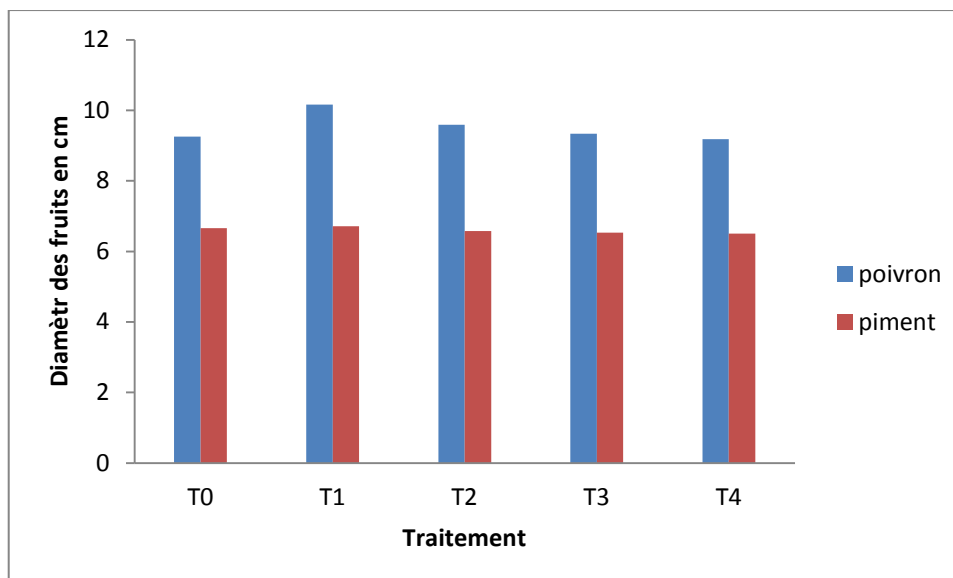


Figure 17: Longueur moyenne des fruits par traitement

Une valeur supérieure a été enregistrée par le traitement T1 la dose 30g/l application racinaire avec 10,16cm (poivron) et de 6,71cm (Piment). Et la plus faible longueur a été remarquée chez le traitement T4 pour la dose 10g/l a l' application foliaire avec une valeur de 9,18cm (poivron) et de 6,50cm (piment)

L'analyse de la variance (annexe 7), a révélé une différence significative entre les traitements étudiés.

Le test de Newman et Keuls, classe les traitements en deux groupes homogènes pour piment (a, b) et trois groupes homogènes pour poivron (a, c, d).

3.2. Diamètre des fruits

Les résultats obtenus pour le diamètre moyen des fruits par plant sont présentées dans la figure 18 et tableau 18(annexe 8).

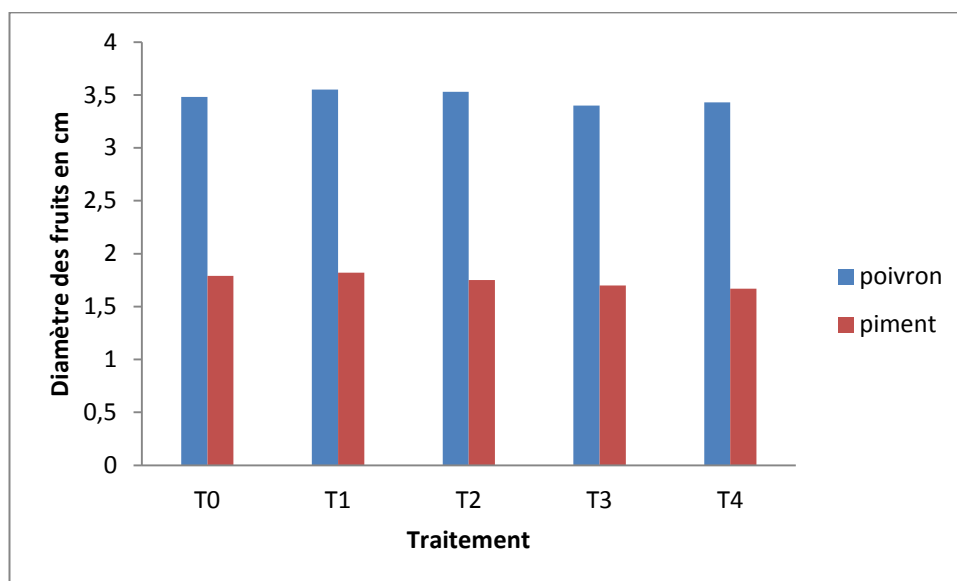


Figure 18: Diamètre des fruits par plant

Nous pouvons conclure que le diamètre des fruits obtenus pour le traitement T1 est le plus important avec de 3,53cm pour poivron et de 1,82cm pour le piment. Le plus faible diamètre a été enregistré par les fruits des plantes traitées par le traitement T3 et T4 application foliaire (fig 18).

L'analyse de la variance (annexe 8) des diamètres des fruits, indique qu'il existe une différence significative entre les traitements, le teste de Nexman et Keuls indique la présence de trois groupes homogènes pour deux variétés.

3.2. Teneur en vitamine C

Le poivron est 4 à 5 fois plus riche en vitamine C que le citron. De ce fait nous avons préconisé un dosage de la vitamine C dans les fruits récoltés à partir des plants par les cinq traitements. Les résultats sont présentés dans la figure 18 et tableau 19 (annexe9).

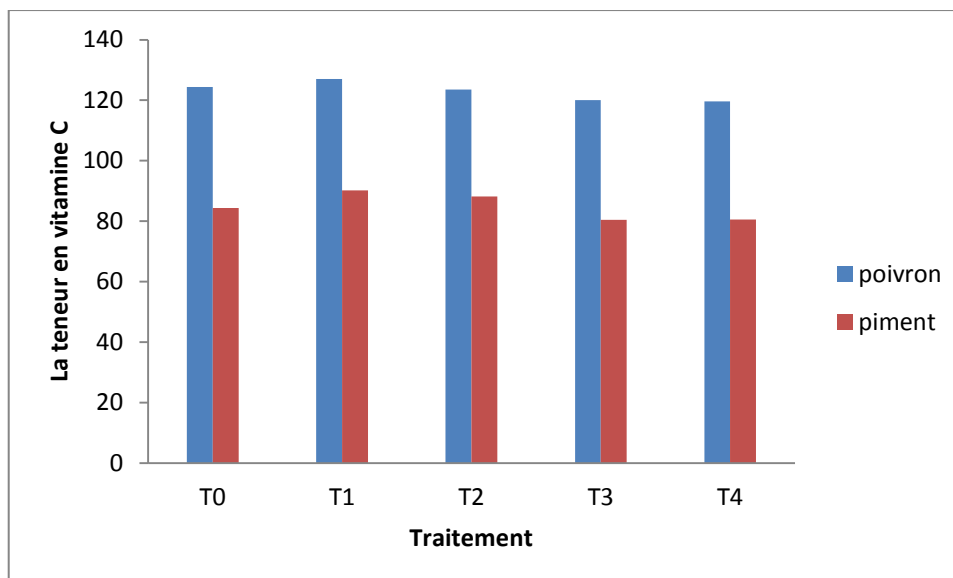


Figure 19: Teneur en vitamine C des fruits en mg /100g

L'analyse de la variance (annexe 9) montre une différence significative entre les traitements pour les deux variétés. Le test Neman et Keuls classe les traitements en cinq groupes homogènes pour le poivron et quatre groupes homogènes pour le piment.

La meilleure teneur en vitamine C est obtenue pour le traitement T1 (30g /l) suivie par le traitement T2 avec une dose de 15g/l du bio fertilisant appliquée sous forme racinaire. Pour l'application foliaire c'est la dose de 10g/l qui a donné une meilleure valeur pour la vitamine C chez le poivron (T3 =120mg /100g du fruit). On peut conclure que l'utilisation du bio fertilisant biologique en dose de 30g/l en application racinaire est mieux utilisée par la plante.

3.3. Dosage des sucres totaux

Les valeurs moyennes de la teneur en sucres totaux sont présentées dans la figure 20 et tableau 20 (annexe 10).

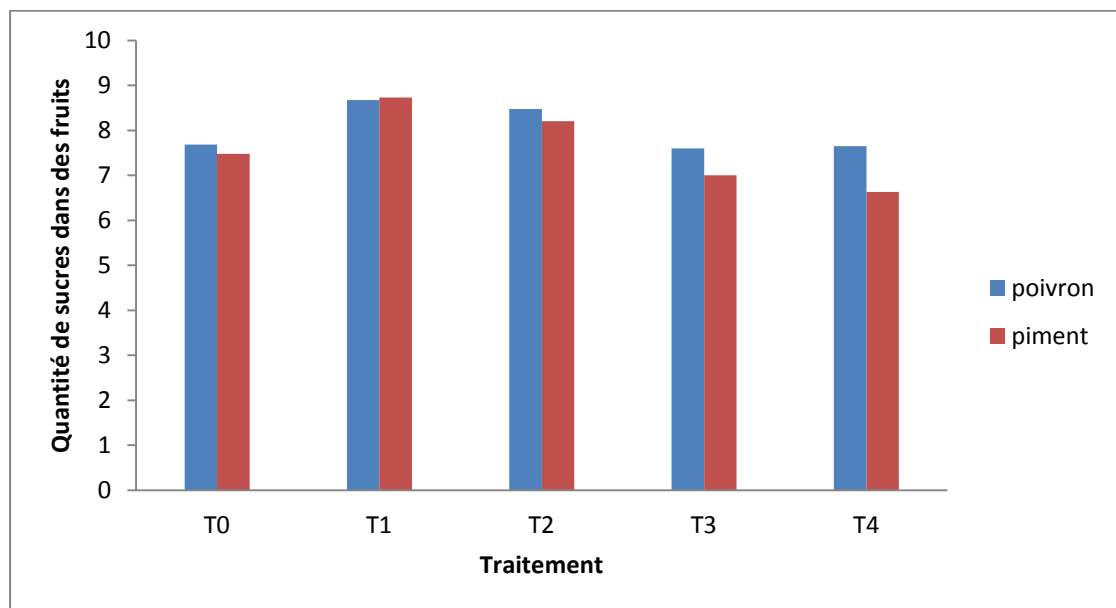


Figure 20: Quantité de sucres dans les fruits

Les résultats de l'analyse de variance (annexe 10) ont mis en évidence une différence significative pour la quantité du sucre dans les fruits.

Le teste de Neman et Keuls au seuil ($\alpha=5\%$) fait ressortir deux groupes homogènes chez le poivron et quatre groupes homogènes chez le piment.

Selon les résultats dans l'annexe 10 on constant que la dose de 30g/l du boifertilisant (T1) utilisé sous forme racinaire a donne le plus élève taux du sucre, a savoir 8,67% chez le poivron et 8,73% chez le piment. Pour l'application foliaire c'est la dose de 10g/l qui donne des valeurs supérieures qui sont respectivement 8,4% pour le piment et de 7,60% pour le poivron.

Dans les deux cas des valeurs enregistrées par le témoin (T0 NPK) restent inférieures au traitement T1. On peut conclure que l'utilisation du biofertilisant biologique en dose 30g/l en application racinaire est mieux utilisé par la plante.

Conclusion

L'objectif principal de ce travail est d'évaluer l'effet d'un bio fertilisant et d'un fertilisant minéral NPK (15, 15,15) sur le développement et la qualité du poivron et piment cultivé sous serre.

Les résultats obtenus au cours de ce travail montrent que les plants de poivron et de piment traités par la dose 10g/l (T 3) et 5g/l (T4) application foliaire donnent les résultats les plus faibles au niveau de tous les paramètres étudiés, mais de façon différente. Ceci peut s'expliquer soit par la faible dose utilisée ; soit par une mauvaise maîtrise de l'application par pulvérisation.

Les meilleurs résultats obtenus dans cette expérimentation sont enregistré au niveau de traitement T1 la dose de 30g/l en application racinaire pour les paramètres étudiés:

- Pour la hauteur finale la plus élevée a été enregistrée au niveau du traitement T1 avec une valeur 40,68cm (poivron) et de 39,45cm (Piment),
- Pour le diamètre finale des plantes : le meilleur résultat a été marqué par le T1 avec une moyenne de 1,8cm pour le poivron et de 2,07 pour le piment
- Pour le rendement total par traitement à savoir le meilleur résultat chez le T1 avec une valeur 3,91 kg pour poivron et 3,61kg pour le piment.
- Pour des paramètres de qualité des fruits : le dosage de la vitamine C et quantité de sucre la meilleure performance a été enregistré au niveau du traitement T1. Ceci peut expliquer par l'utilisation du bio fertilisant biologique en dose de 30g/l en application racinaire est mieux utilisé par la plante.

Perspectives :

- A reprendre l'étude pour établir les meilleures doses en application foliaire.
- Savoir si une dose supérieure à 30g/l en application racinaire peut améliorer le rendement et la qualité des fruits du poivron et piment.

Références bibliographiques :

1. **ABDELAO H., 2006.** « L'agriculture biologique. Revue. Agriculture et développement durable n 45 ». Alger, PP 24-28.
2. **AMAND L., et LANGLIOS N., 2004.** « Agriculture biologique les grandes principes de production et l'environnement professionnel ». Ed, Educagri, P215.
3. **ANONYME, 2004.** « www. ONS dz ».
4. **ANONYME, 2010.** « Le marché mondial du poivron ».Ed, Etablissement Autonome de contrôle et de coordination des Exportation (EACCE), p1.
5. **ANONYME, 2009.** « Microsoft encarta 2009 CD ROM, Microsoft R encarta R 2009. C 1993-2008 Microsoft corporation » .
6. **ANONYME, 2010.** « Production du poivron en Algérie. Ministère de l'agriculture et de développement rural ».
7. **AUERT C., 2005.** « Le jardin potager biologique ». Ed, Laballery, paris, PP32-132.
8. **BINET P., BRUNEL JP., 1976.** « Biologie végétale, Tome1. Physiologie végétale ». Ed, Quae, Paris, P 238.
9. **BLACK LOWELL L., SYLVIA K., GREEN GLEN L., HARTMAN N., AND JEAN M., POULOS., 1993 .** « Maladies du poivron, un guide pratique. Department of plant pathology and crop physiology Louisiana agricultural Experment Station Louisiana State University Agricultural Center Baton Rouge LA 70803USA. Centre Asiatique de recherche et de développement de légumes, centre technique de coopération agricole et rurale ». ACP- CEE. PP14- 30.
10. **BRUN R., SETTEMBRINO A., 1994.** « Le pilotage de la fertilisation des cultures hors sol ». Rev, P. H. M. P15.
11. **CEDRAT Y., 1997.** « Etude des productions maraichères en Algérie». Volume 1, PP6-13.
11. **CHOUARD P., 1952.** « Les cultures sans sol. ». Ed, Maison rustique. Paris, P 200.
12. **COIC Y., LESAIN C., 1983.** « Culture hydroponique ».Ed, Flammarion la maison rustique, Paris, p119.

13. **CORNILLON P., 1985.** « Effet des bases températures appliquées aux parties aériennes ou racinaires de la tomate sur l'absorption d'éléments minéraux et la fertilité pollinique », Rev. Agronomie, P33.
14. **DE WITT D., BOSLAND P.W., 1993.** « The pepper garden », Ed. Ten Speed Press. Berkeley, California, USA,p240 .
15. **DIEHEL R., 1975.** « Agriculture générale », Ed. J. B Ballière, p140.
16. **FAZIO M., 1996.** « La culture biologique », Ed. vecchi S. A, paris, p361.
17. **FAZIO M., 2000.** « La culture biologique du potager et verger ». Ed, vecchi, Milan, p221.
18. **GRUBEN G. J. H., et EL TAHIR I.M., 2004.** «*Capsicum annum L* IN: GRUBEN G. J. H& DENTON O. A». Ed, Plant Resources Of Tropical Africa 2. Vegetables. PROTA Foundation, Wageningen, Netherlands /Backhuus Publishers, Leiden, Netherlands/ CTA,Wageningen, Netherlands, p154.
19. **HELLER R., 1969.** « Biologie végétale. Tome 2, nutrition métabolisme ».Ed,Masson et Cie, Paris, P578.
20. **HELLER R., 1977.** « Abrégé de biologie végétale. Tome 1, nutrition métabolisme ». Ed,Masson, Paris, P238.
21. **HUAT J., 2008.** « Diagnostic sur la variabilité des modes de conduite d'une culture et de leurs conséquences dans une agriculture forment soumise à l'incertitude : cas de la tomate de plein champ à Mayotte. Thèse de doctorat ». Paris, p 265.
22. **IAN R., 1990.** « Agriculture et fertilisation ». Ed, Norsk Hydro, pp24-140.
23. **ITCMI, 2001.** « Guide pratique de la culture du piment sous serre ». Ed, institut technique des cultures maraichères et industrielle ITCM.
24. et Staouali, Alger. Algérie, Page 6 -21
25. **ITCMI, 2010.** « Guide pratique de la production de semences de base et certifiées du piment / poivron ».Ed, institut technique des cultures maraichères industrielle ITCM. Staouali, Alger. Algérie, pp2-7
26. **GAUTHIER J., 1991.** « Notions d'agriculture ». Ed, J. GAUTHIER, p84.
27. **JACQUES P., PIERRE J., 2005.** « La fertilisation organique des cultures les bases ». Ed, FABQ, p26.
28. **PERON J., 2004.** « Productions légumières », Ed. Lavoisier. pp3- 8.
29. **KOLEV N., 1976.** « Les cultures maraichères en Algérie tome 1 : Légumes fruits ».

30. **LABERCHE J. C., 1999.** « Biologie végétale ». Ed, Dunod, Paris, P240.
31. **COIC Y., LESAIN C., 1983.** « Culture hydroponique ».Ed, Flammarion la maison rustique, Paris, p119.
32. **LAMIER LACHAISE L., 1973.** « Agronomie nouvelle ». Ed, Flammarion, p264.
33. **LE CLECH B., 2001.** « Environnement et agriculture » .Ed, Synthèse agricole, paris, p27.
34. **LE CLECH B., et HACHLER B., 2003.** « Agriculture biologique, éthique, pratique et résultat ». Ed, ENITA, Bordeaux, P 10.
35. **LEFEVRE. A., 1938.** « Les engrais ». Ed, Flammarion-Paris, p20.
36. **LETARD M., ERARD P., 1995.** « Maitrise de l'irrigation fertilisante sous serre et abris en sol et hors sol ». Ed, Paris. P 220.
37. **MARTENES C., 1979.** « Alimentation minérale par les racines dans le sol, station d'agronomie de Toulouse ». Tech. Agri, P121.
38. **MISHRA M., 2001.** « Liquid biofertilizer in Indian agriculture » .Biofertilizer new sletter. PP 17-22.
39. **MORARD P., 1995.** « Les cultures végétales en hors sol ». Ed. Pub, Agri, Paris, p 301.
40. **OZENDA. P., 1982.** « Les végétaux dans la biosphère ». Ed, Doins, Paris, P 431.
41. **PATRICIA E., 2002.** « Le poivron ». Ed, CTIFL, pp 18-149
42. **PHILIPPE P., 1999.** « Les bases de l'agriculture ». Ed, TEC1& DOC, p172.
43. **RICHARD H., 1995.** « Environnement et agriculture ». Ed, Synthèse agricole, paris, p27.
44. **ROGET A.F., 2007.** « Agriculture biologique, un phénomène mondial : L'agriculture provençal ». n^o1209, p10.
45. **SAHOTA A., 2006.** « The global Market for organic food and drink. Presentation at Nuremberg mess ».
46. **SIGUY C., 1998.** « L'agriculture biologique » . Ed, PATNO. P186.
47. **SILGUY C., 1994.** « L'agriculture biologique ».Ed, PATINO, P186.

48. **SKIREDJ A., 2003.** « Tomate .Aubergine, poivron, Gombo», Bulletin mensuel d'informations et de liaison du PNTTA / DERD, MAROC N⁰ 100, pp3 -4
49. **SKIREDJ A., 2006.** « Besoins des plantes en eau et en éléments nutritifs fustigation guide pour améliorer la production des cultures ». Rabat, pp1-9.
50. **SMIRNOV P., MOURAVINE E., STORJENKO V., ET RAKIPOV N., 1977.** « L'agrochimie». Ed, Mir, Moscow, P 280.
51. **SOLTNER D., 1988.** « Les bases de production végétale, tome 1, le sol ».Ed,Coll Sci et Tech, Agri, P 472.
52. **VADEZ V. S., 1994.** « Cultivo de Aji ».Ed, Centro de l'informacion de FDA, p 17.
53. **VALAIN. M., 1997.** « La production végétale » .Ed, J, B. Baillièrè, Vol1, P146.
54. **VILAIN M., 1993** « La production végétale vol 1, les composants de la production ». Ed, J, B. Baillièrè, Paris, P458.
55. **VILAIN M., 1987.** « La production végétale, la maitrise technique de la production ». Ed, TEC et DOC. Paris, p378.
56. **VINCENT C., CODERRE D., 1992.** « La lutte biologique ». Ed, Gaetan morin, paris, p361.
57. **WILLER H., 2011.** « Organic agriculture worl wide key résultats form the globale survey on organic agriculture ». Ed, [www .Siofach .org /fileadmin/documents](http://www.Siofach.org/fileadmin/documents).
58. **YAN X., CHUDA Y., SUZAKI M., 1999.** « Fucoxanthin as the major antioxidant ». In hijikia fusiformis, a commmon edible sea weedsbiotechnol, biochem63, p 7- 605.
59. **ZUANG H., 1982.** « La fertilisation des cultures légumières ». Ed, S. T. I. F. L, p349.

Annexe 1 a:

Tableau 11 : Hauteurs finales moyennes des plants (cm).

	T0	T1	T2	T3	T4
Poivron	39,4 ± 0,15 c	40,68 ± 0,10 a	40,25 ± 0,05 b	39,28 ± 0,11 d	39,21 ± 0,17 d
Piment	37,31 ± 0,19 c	39,45 ± 0,12 a	38,20 ± 0,10 b	37,36 ± 0,13 c	37,28 ± 0,07 c

Annexe 1b : Tableau de l'analyse de variance pour hauteur finale.

	Hauteur	S.C.E	DDL	Carres moyes	Teste F	Proba	E.T	C.V
poivron	Variance totale	10,87	29		159,55	0 ,000	0,05	1,54%
	Variance facteur	10,46	4	2,61				
	Variance résiduelle	0,41	25	0,01				
piment	Variance totale	21,60	29		300 ,29	0,000	0,05	0,61%
	Variance facteur	21,16	4	5,29				
	Variance résiduelle	0,44	25	0,01				

Annexe 2 a:**Tableau 12 :** Diamètre final des plantes.

	T0	T1	T2	T3	T4
Poivron	1,76 ± 0,14 bc	1,8 ± 0,04 a	1,63 ± 0,06 ab	1,65 ± 0,03 c	1,6 ± 0,06 c
Piment	1,8 ± 0,06 a	2,07 ± 0,39 bc	1,91 ± 0,09 a	1,68 ± 0,04 ab	1,66 ± 0,08 C

Annexe 2 b: Tableau de l'analyse de variance pour diamètre des tiges.

	Hauteur	S.C.E	DDL	Carres moyes	Teste F	Proba	E.T	C.V
poivron	Variance totale	1,59	29		4,73	0,005	0,07	12,83%
	Variance facteur	0,68	4	0,17				
	Variance résiduelle	0,90	25	0,03				
piment	Variance totale	0,33	29		6,74	0,000	0,03	3,44%
	Variance facteur	0,17	4	0,04				
	Variance résiduelle	0,16	25	0,006				

Annexe 3 a:

Tableau13 : Nombre moyenne des feuilles.

	T0	T1	T2	T3	T4
Nombre moyen des feuilles(Piment)	44,33 ± 0,51 b	44,5 ± 0,54 a	44,16 ± 0,25 a	44,10 ± 0,34 c	43,37 ± 0,13 c
Nombre moyen des feuilles (Poivron)	43,54 ± 0,25 a	43,95 ± 0,18 a	43,75 ± 0,13 a	43,27 ± 0,11 b	43,35 ± 0,15 x

Annexe 3 b: Tableau de l'analyse de variance pour le nombre des feuilles.

	Hauteur	S.C.E	DDL	Carres moyes	Teste F	Proba	E.T	C.V
poivron	Variance totale	2,66	29		15,50	0,000	0,07	0,67%
	Variance facteur	1,89	4	0,47				
	Variance résiduelle	0,76	25	0,03				
piment	Variance totale	8,32	29		7,23	0,000	0,16	0,67%
	Variance facteur	4,46	4	1,11				
	Variance résiduelle	3,86	29	0,15				

Annexe 4 a :

Tableau 14 : Nombre de fleur par plant.

	T0	T1	T2	T3	T4
Poivron	1,80 ± 1,18 ab	2,93 ± 0,08 a	2,50 ± 0,43 b	1,95 ± 0,09 b	1,56 ± 0,47 ab
Piment	3,80 ± 0,72 a	3,98 ± 0,04 a	3,01 ± 0,44 b	2,76 ± 0,32 b	2,06 ± 0,50 c

Annexe 4 b: Tableau de l'analyse de variance pour le nombre des fleurs.

	Hauteur	S.C.E	DDL	Carres moyes	Teste F	Proba	E.T	C.V
poivron	Variance totale	2,79	24		2,50	0,05	0,13	15,69%
	Variance facteur	0,93	4	0,23				
	Variance résiduelle	1,86	20	0,09				
piment	Variance totale	16,48	24		14,78	0,000	0,20	12,79%
	Variance facteur	12,32	4	3,07				
	Variance résiduelle	4,16	20	0,20				

Annexe 5 a :

Tableau 15 : Nombre de fruit par traitement

	T0	T1	T2	T3	T4
Poivron	12,10 ± 0,75 b	13,5 ± 0,54 a	11,66 ± 0,51 b	11,50 ± 0,81 b	10 ± 0,63 c
Piment	12,16 ± 0,75 a	12,83 ± 0,40 a	12,5 ± 0,54 a	10,83 ± 0,75 b	10,33 ± 0,51 b

Annexe 5 b: Tableau de l'analyse de variance pour nombre des fruits.

	Hauteur	S.C.E	DDL	Carres moyes	Teste F	Proba	E.T	C.V
poivron	Variance totale	48,8	29		21,48	0,000	0,27	10,99%
	Variance facteur	37,8	4	9,45				
	Variance résiduelle	11,0	25	0,44				
piment	Variance totale	37,86	29		19,11	0,000	0,24	4,26%
	Variance facteur	28,53	4	7,13				
	Variance résiduelle	9,33	25	0,37				

Annexe 6 a:

Tableau 16 : Rendement totale des fruits par traitement.

	T0	T1	T2	T3	T4
Rendement totale des fruits (Poivron)	2,95 ± 0,60 b	3,91 ± 0,87 a	3,08 ± 0,80 a	2,90 ± 0,65 c	2,71 ± 0,33 c
Rendement totale des fruits(Piment)	3,13 ± 0,72 b	3,61 ± 0,87 a	3 ± 0,89 b	2,85 ± 0,67 b	2,58 ± 0,49 c

Annexe 6 b : Tableau de l'analyse de variance pour le rendement totale.

	Hauteur	S.C.E	DDL	Carres moyes	Teste F	Proba	E.T	C.V
poivron	Variance totale	3,89	29		58,28	0,000	0,05	11,31%
	Variance facteur	3,52	4	0,88				
	Variance résiduelle	0,37	25	0,01				
piment	Variance totale	17,44	29		1,58	0,020	0,30	19,96%
	Variance facteur	3,52	4	0,88				
	Variance résiduelle	13,92	25	0,55				

Annexe 7 a:

Tableau 17: Longueur moyenne des fruits par traitement.

	T0	T1	T2	T3	T4
Longueur des fruits(Poivron)	9,25 ± 0,03 c	10,16 ± 0,06 a	9,59 ± 0,11 c	9,34 ± 0,09 c	9,18 ± 0,17 d
Longueur des fruits(Piment)	6,66 ± 0,12 b	6,71 ± 0,16 a	6,58 ± 0,09 b	6,53 ± 0,10 b	6,50 ± 0,14 b

Annexe 7 b: Tableau de l'analyse de variance pour longueur moyenne des fruits par plant.

	Hauteur	S.C.E	DDL	Carres moyes	Teste F	Proba	E.T	C.V
poivron	Variance totale	4,12	29		84,03	0,000	0,04	3,96%
	Variance facteur	3,84	4	0,96				
	Variance résiduelle	0,28	25	0,01				
piment	Variance totale	0,62	29		2,72	0,05	0,05	2,23%
	Variance facteur	0,19	4	0,04				
	Variance résiduelle	0,43	25	0,01				

Annexe 8 a :
Tableau 18 : Diamètre des fruits par plant.

	T0	T1	T2	T3	T4
Diamètre des fruits (poivron)	3,48	3,55	3,53	3,4	3,43
	±	±	±	±	±
	0,07	0,09	0,05	0,06	0,8
	ab	a	a	b	b
Diamètre des fruits (Piment)	1,79	1,82	1,75	1,7	1,67
	±	±	±	±	±
	0,09	0,08	0,09	0,17	0,13
	ab	a	ab	ab	b

Annexe 8 b : Tableau de l'analyse de variance pour diamètre des fruits.

	Hauteur	S.C.E	DDL	Carres moyes	Teste F	Proba	E.T	C.V
poivron	Variance totale	0,24	29		4,80	0,005	0,03	2,62%
	Variance facteur	0,10	4	0,02				
	Variance résiduelle	0,13	25	0,005				
piment	Variance totale	0,44	29		1,46	0,002	0,04	7,07%
	Variance facteur	0,08	4	0,02				
	Variance résiduelle	0,36	25	0,01				

Annexe 9 a :

Tableau 19 : Teneur en vitamine C des fruits en mg /100g.

	T0	T1	T2	T3	T4
Teneur en vitamine C (poivron)	124,42 ± 0,14 b	127 ± 0,03 a	123,49 ± 0,06 c	120 ± 0,13 d	119,58 ± 0,10 e
Teneur en vitamine C (Piment)	84,30 ± 0,10 c	90,14 ± 0,05 a	88,17 ± 0,07 b	80,45 ± 0,18 d	80,53 ± 0,15 d

Annexe 9 b : Tableau de l'analyse de variance pour la teneur en vitamine C.

	Hauteur	S.C.E	DDL	Carres moyes	Teste F	Proba	E.T	C.V
poivron	Variance totale	115,40	14		2677,27	0,000	0,05	2,33%
	Variance facteur	115,30	4	28,82				
	Variance résiduelle	0,10	10	0,01				
piment	Variance totale	231,68	14		3929,59	0,000	0,07	
	Variance facteur	0,14	4	57,92				
	Variance résiduelle	231,83	10	0,01				

Annexe 10 a :

Tableau 20 : Quantité de sucres dans les fruits.

	T0	T1	T2	T3	T4
Quantité de sucres (Poivron)	7,68 ± 0,16 b	8,67 ± 0,05 a	8,47 ± 0,85 a	7,60 ± 0,17 b	7,65 ± 0,13 b
Quantité de sucres (Piment)	7,48 ± 0,22 c	8,73 ± 0,05 a	8,02 ± 0,20 b	8,4 ± 0,15 a	6,93 ± 0,14 d

Annexe 10 b: Tableau de l'analyse de variance pour dosage des sucres totaux.

	Hauteur	S.C.E	DDL	Carres moyes	Teste F	Proba	E.T	C.V
poivron	Variance totale	3,13	29		9,32	0,001	0,16	6,64%
	Variance facteur	0,84	4	0,78				
	Variance résiduelle	3,97	25	0,08				
piment	Variance totale	7,12	14		61,54	0,000	0,09	8,98%
	Variance facteur	6,85	4	1,71				
	Variance résiduelle	0,27	10	0,02				