

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

علم العالی والبحث العلی

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



**Faculté: Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre**

**Département: Sciences agronomiques**

**Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de Master**

**Spécialité: Gestion qualitative des productions agricoles**

**Thème**

**Effet d'un fertilisant biologique sur la qualité et le rendement  
d'une variété de piment cultivée sous serre**

Soutenu au mois du : juillet 2017

Présenté par :

Melle. DJEBBOUR Rahma

Melle. KEBALA Somia

**Devant le jury composé de :**

**Président : Mr. KARAHACANE T**

**Promoteur: Mme. ABIDI L**

**Examineurs : Mr. BOUZAR**

**Examinatrice : Mlle. Ayouni**

**Etablissement : Dr UDBKM**

**Etablissement : MAA UDBKM**

**Etablissement : MAA UDBKM**

**Etablissement : MAA UDBKM**

**Année universitaire : 2016/2017**

## Remerciements

Au terme de ce travail, nous tenons tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce travail.

Nous exprimons notre profonde gratitude à notre promotrice Mme Abidi .L pour son suivi et pour son énorme soutien, qui n'a pas cessé de nous prodiguer tout au long de la période du projet.

On tient à remercier le président de jury Mr. karahacane T ainsi que les autres membres Mr . Bouzar et Mlle ayouni infiniment.

On tient à remercier également Mr. Benaissa et Mr. Amine pour le temps qu'ils ont consacré et pour les précieuses informations qu'ils nous ont prodiguées avec intérêt et compréhension.

On adresse aussi nos vifs remerciements aux membres du jury pour avoir accepté de présider, examiner et juger notre travail.

Nos remerciements s'adressent également à Mme Tirchi N. qui nous a apporté son aide si précieuse.

Nos remerciements vont à tout le personnel qu'on a contacté durant notre projet au sein de l'université « Djilali Bounaama », auprès du quel on a trouvé l'accueil chaleureux, l'aide et l'assistance dont on avait besoin.

On ne laisserait pas cette occasion passer, sans remercier aussi tous les professeurs et le personnel du département des Sciences de la Nature et de la Vie et particulièrement ceux de la section Gestion Qualitative des Productions Agricoles pour leur aide et leurs précieux conseils et pour l'intérêt qu'ils portent à notre formation.

Enfin, nos remerciements à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin au bon déroulement de ce projet.

**Rahma et somia**

## Dédicaces

*Toutes les lettres ne sauraient jamais trouver les mots qu'il faut...  
Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude, l'amour, le respect, la  
reconnaissance... aussi, c'est tout simplement que*

*Je dédie ce projet :*

*À ma mère,*

*« Tu m'as donné la vie, la tendresse et le courage pour réussir. Tout ce  
que je peux t'offrir ne pourra exprimer l'amour et la reconnaissance que  
je porte pour toi en témoignage, je t'offre ce modeste travail pour te  
remercier pour tes sacrifices et pour l'affection avec laquelle tu m'as  
toujours entourée. »*

*À mon père,*

*« L'épaulé solide, l'œil attentif compréhensif et la personne la plus  
digne de mon estime et de mon respect.*

*Aucune dédicace ne pourra exprimer mes sentiments, Que Dieu te  
préserve et te procure une bonne santé et une longue vie. »*

*À mes sœurs : Fatima, Karima, Houda.*

*À mes frères : Hamza, Abderahman, Ahmed, Abdellah*

*À ma chère nièce Ichrak et mon cher neveu Abdelghafour*

*À toute la famille Kebala et Ouadha.*

*À tous mes amis en particulier : Djamila, Djamila, Hanane,*

*Khalida, Sihem, Houda, Nesrin, Amina*

*À mon binôme Rahma pour les moments agréables qu'on a passé  
ensemble surtout dans la serre durant la réalisation de ce travail, ainsi  
qu'à sa famille.*

*À tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce  
travail.*

*Somia*

## *Dédicaces*

*Toutes les lettres ne sauraient jamais trouver les mots qu'il faut... Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude, l'amour, le respect, la reconnaissance... aussi, c'est tous simplement que*

*Je dédie ce projet :*

*À ma mère,*

*« Tu m'as donné la vie, la tendresse et le courage pour réussir. Tout ce que je peux t'offrir ne pourra exprimer l'amour et la reconnaissance que je porte pour toi. En témoignage, je t'offre ce modeste travail pour te remercier pour tes sacrifices et pour l'affection avec laquelle tu m'as toujours entourée. »*

*À mon père,*

*« L'épaulé solide, l'œil attentif compréhensif et la personne la plus digne de mon estime et de mon respect.*

*Aucune dédicace ne pourra exprimer mes sentiments, Que Dieu te préserve et te procure une bonne santé et une longue vie. »*

*À ma chère sœur "ma deuxième mère", qui était pour une grande partie l'origine de la volonté et du courage, et son précieux soutien et l'effort qu'elle a fournis pour me rendre heureuse.*

*À mes autres sœurs : Fatima, Salîha, Djahîda, Fella et leurs maris.*

*À mes frères : Mouloud, Abdelskader, Khaled et Adel.*

*À mes nièces et mes neveux.*

*À toute la famille Djebbour.*

*À tous mes amis en particulier: Khouloud, Samîha, Fatima, Nesrine, Amina, Nesrine, Houda, Adnane*

*À toute la promotion Gestion Qualitative des Productions Agricoles en particulier Sid Ali*

*À mon binôme Somia pour les moments agréables qu'on a passés ensemble surtout dans la serre durant la réalisation de ce travail, ainsi que sa famille.*

*À tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

*Rahma*

## Résumé :

Le but principal de cette expérimentation est l'étude de l'effet d'un bio fertilisant à base de l'extrait d'une algue marine sur le rendement et la qualité d'une variété de piment « Corne de chèvre » cultivée sous serre. A cet effet, les plants de piments ont été traités avec le biofertilisant foliaire en testant quatre doses différentes (25% 50%, 75% et 100%) qui ont été comparés à un témoin.

Les résultats de cet essai ont montré une différence très hautement significative sur la plupart des paramètres de croissance et de production. Les meilleurs traitements ont été obtenus aux doses de 50 % et de 75%.

Mots- clés : Variété de piment, biofertilisant, rendement, qualité.

## ملخص

الهدف الرئيسي من تجربتنا هو دراسة تأثير السماد الطبيعي ذو اصل نباتي بقاعدة الطحالب البحرية على المردودية والنوعية لصنف من الفلفل الحار "قرن الماعز" مزروع داخل بيت زجاجي ولهذا الغرض استخدمنا نوع واحد من السماد العضوي مع أربع جرعات مختلفة ويتم تطبيقها على مستوى الأوراق لتتم مقارنة النتائج ( 25% 50%, 75% و 100%) مع عنصر شاهد.

وأظهرت نتائج هذه التجربة فرقا له مغزى هام للغاية في معظم معالم النمو والإنتاج. وقد تحققت أفضل العلاجات بجرعات من 50% و 75%.

كلمات البحث : صنف من الفلفل الحار-السماد الطبيعي-الجودة-المردودية.

## Summary :

The main purpose of this experiment is to study the effect of an extract seaweed biofertilizer on the yield and quality of a variety of hot peppers « « Corne de chèvre » cultivated under greenhouse. For that, the plants of hot peppers treated with a foliar biofertilizer by testing four different doses (25% 50%, 75% et 100%), who were compared with a control.

The results of this try showed a very highly significant difference on most of parameters of growth and production. The best treatments were obtained in the doses of 50% and 75%.

Keywords: Chilli variety, biofertilizer, yield, quality

## Liste des tableaux

Numéro	Titre	Page
1	Evolution de la production du piment au niveau national 2011-2015.	<b>7</b>
2	Evolution de la production des piments au niveau de la wilaya d'Ain-Defla 2011-2015.	<b>8</b>
3	Principales maladies du piment et méthodes de lutte.	<b>12</b>
4	Principal ravageur du piment et méthodes de lutte.	<b>13</b>
5	Moyennes des températures par décade en (°C) durant le cycle de la culture.	<b>21</b>
6	Résultats des analyses chimiques du sol.	<b>22</b>
7	Résultats des analyses granulométriques du sol.	<b>23</b>

## Liste des figures

Numéro	Titre	Page
1	Matériel végétal utilisé	19
2	La serre expérimentale.	20
3	Thermomètre.	20
4	Préparation du substrat.	22
5	Modèle du pot utilisé.	23
6	Le bio fertilisant Dalgin.	24
7	Schéma du dispositif expérimental	24
8	Dispositif expérimental.	25
9	Traitement au stade végétatif.	26
10	Traitement au stade de floraison.	26
11	Traitement au stade nouaison.	27
12	Traitement au stade de grossissement de fruit.	27
13	Pré germination.	28
14	Semis en pépinière.	28
15	Repiquage sous serre.	29
16	L'aération de la serre	29
17 et 18	Binage.	30
19	Tuteurage des plants de piment.	30
20	Réfractomètre.	32
21	Vitesse de croissance du piment.	34
22	Hauteur finale des plants.	35
23	Diamètre final des tiges.	36
24	Nombre des feuilles plant.	36

25	Nombre de fleurs par plant.	37
26	Nombre de fruits par plant.	38
27	Taux d'avortement de fleurs par plant.	39
28	Rendement total de fruit par plant.	39
29	Brix.	40
30	Diamètre de fruit.	41
31	Longueur de fruit.	42

## Table des matières

**Résumé**

**Liste des tableaux.**

**Liste des figures.**

**Liste des abréviations.**

**Introduction.....1**

### **Partie 1 : Etude bibliographique**

#### **Chapitre 1 : Généralités sur le piment**

1.1. Historique et origine du piment.....	3
1.2. Culture du piment .....	3
1.3. Description de la plante.....	4
1.3.1. Description et classification botanique.....	4
1.3.2. Description morphologique.....	4
1.4. Les variétés les plus cultivées.....	4
1.5.1. Dans le monde.....	4
1.5.2. En Algérie.....	4
1.6. Valeur nutritionnelle.....	5
1.6.1. Les antioxydants .....	5
1.6.2. La capsaïcine.....	5
1.6.3. Les flavonoïdes .....	5
1.6.4. L'Alpha-tocophérol .....	6
1.6.5. La vitamine C.....	6
1.7. Différentes utilisations du piment .....	7
1.7.1. Propriétés médicinales du piment.....	7
1.8. Production du piment .....	7
1.8.1. En Algérie.....	7

1.8.2. Dans la wilaya d'Ain- Defla.....	8
1.9. Exigences écologiques de la culture.....	8
1.10. Conduite de la culture.....	9
1.11. Rôle des principaux éléments minéraux.....	10
1.12. Maladies et méthodes de lutte.....	12
1.12.1. Maladies et ravageurs .....	13
1.13. Récolte du piment .....	13

## **Chapitre 2 : la fertilisation**

2.1. Définition.....	15
2.2. Objectif et rôle de la fertilisation.....	15
2.3 Importance de la fertilité.....	15
2.4. Les fertilisations chimiques.....	15
2.4.1. Définition.....	15
2.4.2. Inconvénients des fertilisants chimiques.....	16
2.5. Les fertilisations biologiques.....	16
2.5.1. Définition.....	16
2.5.2. Avantages des fertilisants biologiques.....	16
2.6. Importance des algues marines.....	17
2.7. Utilisation des algues marines en agriculture.....	17
2.8. Fertilisation foliaire.....	17

## **Partie 2 : partie expérimentale**

### **Chapitre 3 : Matériels et méthodes**

3.1. Objectif du travail.....	19
3.2. Matériel végétal .....	19
3.3. Conditions expérimentales .....	19
3.3.1. Zone d'expérimentation .....	19

3.3.2. Données climatiques .....	20
3.3.3. Données pédologiques .....	21
3.3.3.1. Substrat utilisé .....	21
3.3.3.2. Analyse du substrat .....	22
3.4. Containers utilisés .....	23
3.5. Produit utilisé .....	24
3.6. Dispositif expérimental .....	24
3.6.1. Application des traitements .....	25
3.6.2. Stades d'application des traitements .....	25
3.6.3. Fréquence des applications .....	25
3.7. Conduite de la culture .....	27
3.7.1. Pré-germination .....	27
3.7.2. Semis en pépinière.....	28
3.7.3. Repiquage sous serre .....	28
3.7.4. Travaux d'entretien .....	29
3.7.4.1. Irrigation .....	29
3.7.4.2. L'aération de la serre .....	29
3.7.4.4. Binage .....	30
3.7.4.5. Le tuteurage .....	30
3.8. Récolte .....	31
3.9. Paramètres étudiés .....	31
3.9.1. Paramètres de croissance .....	31
3.9.1.1. Vitesse de croissance .....	31
3.9.1.2. Hauteur finale des plants.....	31
3.9.1.3. Diamètre final des tiges .....	31
3.9.1.4. Nombre de feuilles .....	31

3.9.2. Paramètres de production .....	31
3.9.2.1. Nombre de fleurs par plant .....	31
3.9.2.2. Nombre de fruits par plant .....	31
3.9.2.3. Taux d'avortement des fleurs par plant .....	32
3.9.2.3. Poids moyen des fruits par traitement .....	32
3.9.3. Paramètres de qualité .....	32
3.9.3.1. Brix (%).....	32
3.9.3.2. Diamètre des fruits .....	32
3.9.3.3. Longueur des fruits par plant .....	32
3.9.3.4. Couleur du fruit .....	32
3.9.3.5. Test gustatif du fruit .....	33
3.10. Analyses statistiques .....	33

## **Chapitre 4 : Résultats et discussion**

4.1. Paramètres de croissance.....	34
4.1.1. Vitesse de croissance .....	34
4.1.1.2. Hauteur finale des plants .....	35
4.1.1.3. Diamètre final des tiges.....	35
4.1.1.4. Nombre de feuille par plant .....	36
4.1.2. Paramètres de production.....	37
4.1.2.1. Nombre de fleurs par plant.....	37
4.1.2.2. Nombre de fruits par plants.....	38
4.1.2.2. Taux d'avortement de fleur par plant .....	38
4.1.2.3. Rendement total des fruits par plant .....	39
4.1.3. Paramètre de qualité du fruit .....	40
4.1.3.1. Brix (%) .....	40
4.1.3.2. Diamètre du fruit .....	41

4.1.3.3. Longueur du fruit .....41

4.1.3.4. Couleur et teste gustative.....42

**Conclusion.....43**

**Références bibliographiques**

**Annexes**

## **LISTE DES ABREVIATION :**

J.C : Jésus-Christ

Ha : Hectare

Qx : quintox

Mmhos /cm : millimhos/centimètre ou millisiemens/centimètre

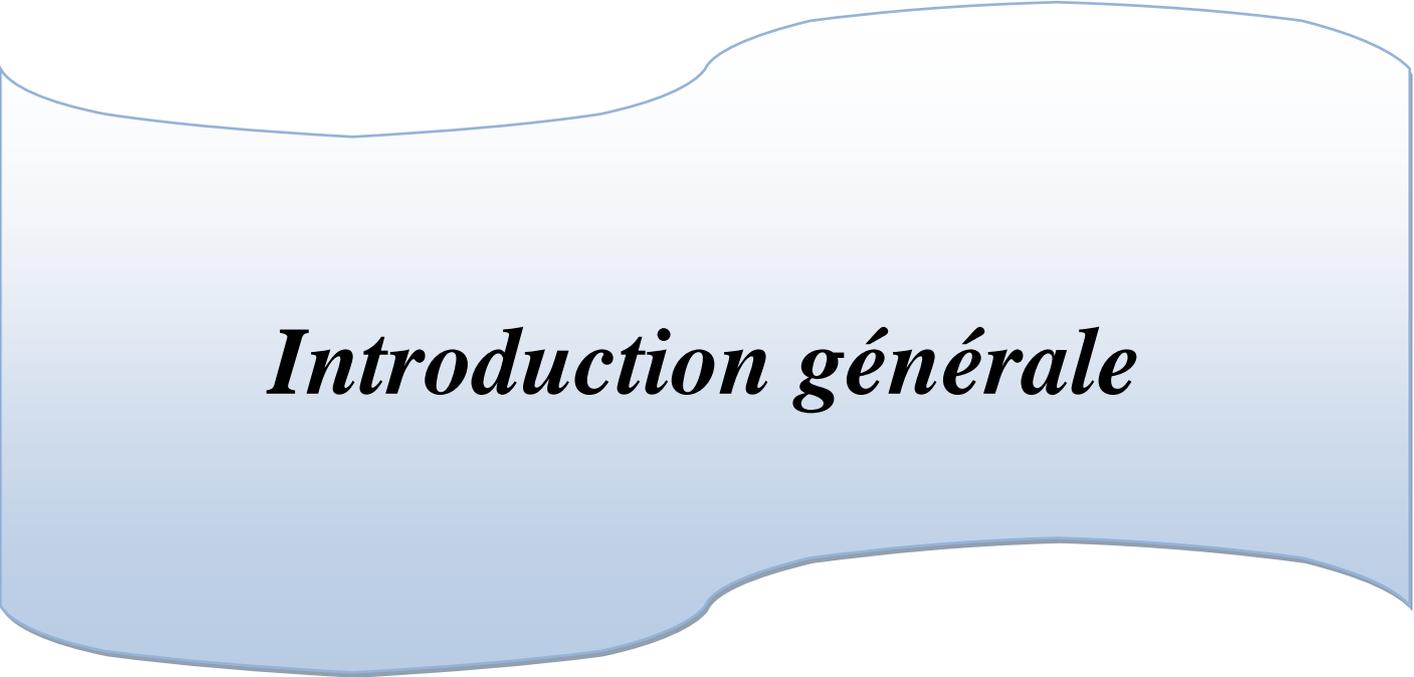
T : Tonne

DSA : Direction des Services Agricoles

ITCMI : Institut Technique des Cultures Maraichères et Industrielles

Ed : Edition

INDAF : Institut des nutraceutiques et des aliments



***Introduction générale***

### **Introduction**

Le piment appartient au genre *Capsicum*. C'est l'un des légumes les plus consommés dans le monde et dans les cinq premiers en Afrique (**GABRIEL, 2010**).

Le piment est une excellente source de beaucoup de nutriments et de métabolites secondaires importants pour la santé humaine (potassium, flavonoïdes, antioxydants), tous liés à la réduction des risques de nombreuses maladies comme le cancer et les maladies cardiovasculaires (**WILCOX et al., 2002**). Cet aliment est très prisé par les consommateurs parce qu'il est consommé sous toutes ses formes en frais ou sous forme de produits transformés (piment conservé, piment séché, épices).

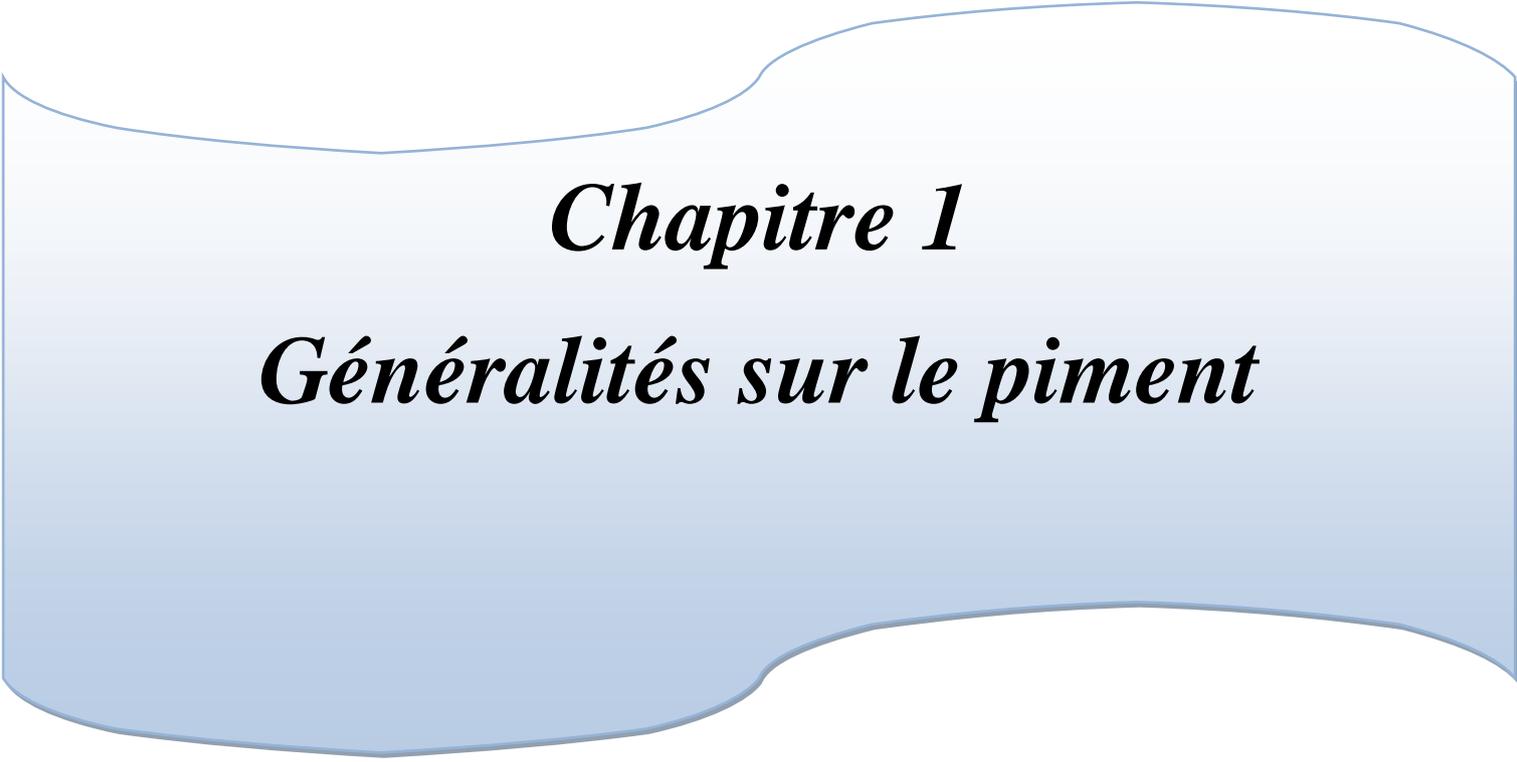
Le piment destiné à la transformation tient particulièrement une place importante dans les industries alimentaires algériennes. Les surfaces consacrées à cette culture ont également augmenté. Elles sont passées de 9998 hectares en 2011, pour arriver à 10598,8825 hectares en 2015 (**DSA, 2017**), ce légume représente donc un enjeu économique important soumis à une forte concurrence.

La fertilisation est l'élément de base de l'agriculture moderne, elle assure les besoins nutritionnelles des plants qui agissent sur le rendement du point de vue quantitatif et qualitatif. Toutefois, la forte utilisation des engrais chimiques est néfaste pour l'environnement et pour la santé humaine. Ces risques placent la fertilisation parmi les pratiques agronomiques qui pose actuellement le plus de problème, surtout pour les cultures maraichères qui ont des exigences nutritionnelles très importantes. C'est pourquoi l'utilisation des fumures organiques qui est une des méthodes pratiquées traditionnellement et renouvelée actuellement.

D'autant plus, qu'il a été mondialement démontré de nos jours que les fertilisants naturels sont plus efficaces que les fertilisants chimiques (**BOKIL et al ., 1974**).

La question traditionnellement posée par les producteurs est de savoir, comment répondre aux exigences du consommateur qui s'intéresse de plus en plus aux produits biologiques, et en même temps, atteindre des rendements élevés sans avoir recours aux engrais minéraux (**KENNY et HANAFLI, 2001**).

Dans ce sens notre projet de fin d'études a pour objectif d'étudier l'effet d'un biofertilisant à base d'extrait d'algues marines sur le rendement et la qualité d'une variété de piment cultivée sous serre.



***Chapitre 1***  
***Généralités sur le piment***

### **Chapitre 1 :**

### **Généralités sur le piment**

#### **1.1 Historique et origine du piment**

Le piment fait partie de la famille des solanacées, comme la tomate, l'aubergine, l'alkékenge, la pomme de terre, le tamarillo et le tabac. Le mot vient probablement du mot Capsa, un terme latin désignant une boîte à livres ayant la forme du fruit (**FRANCINE, 2010**).

La culture du piment est très ancienne; on pense qu'il est originaire du Brésil. Au Mexique, à Tehuacan, on le cultivait déjà 7500 ans avant J.C. Ce fut l'une des premières plantes cultivée en Amérique du Sud, il y a 7000 ans. On utilisait les piments pour leurs propriétés médicinales, comme condiment ou comme légume. Les piments ne furent introduits en Europe qu'à la fin du XVe siècle, à la suite des voyages de Christophe Colomb. Découvert par les Espagnols à Saint-Domingue, le piment deviendra rapidement «l'épice du pauvre». En effet, au 17ème et 18ème siècle, les épices importées coûtaient très cher et constituaient un signe extérieur de richesse. Le piment remplaça donc le « poivre d'Inde », très dispendieux. (**FRANCINE, 2010**).

À l'origine, la culture du piment n'était faite qu'à des fins décoratives ; par la suite, on l'utilisa en médecine et on l'apprécia ensuite pour sa valeur culinaire. S'adaptant très facilement, il s'est propagé rapidement, surtout grâce à Magellan qui l'introduisit en Afrique et en Asie. On le cultive maintenant sur tous les continents. Le piment est vivace dans les régions tropicales et annuelles dans les régions tempérées. C'est au Mexique et aux Antilles que l'on retrouve la plus grande variété (**FRANCINE, 2010**).

#### **1.2. Culture du piment**

La culture des piments s'effectue en pots ou en caissettes à l'abri, à une température comprise de 21 à 26°C. Dès l'apparition de deux belles feuilles, les plants sont prêts pour le repiquage en jardin, en terre chaude. Quinze jours avant de les ensemer, il faut les habituer doucement aux températures extérieures dans un lieu ensoleillé. On doit creuser des sillons distants de 80 centimètres entre eux puis, des trous espacés d'une quarantaine de centimètres et d'un centimètre de profondeur. On dépose dans chaque cavité, une bonne quantité de compost et/ou du terreau. Le pH doit être alors neutre, équivalent à 6 ou 7. Il faut reboucher

les trous en installant une cuvette et un paillis et arroser abondamment les pieds (et non le feuillage). Les températures ne doivent pas descendre sous les 15°C pour cela, il est préférable de les installer sous serre (POCHARD, 1987).

### 1.3. Description de la plante

#### 1.3.1. Description et classification botanique

Le piment (*Capsicum annum* L.), est une plante dicotylédone qui 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 annum* L.

#### 1.3.2. Description morphologique

Le piment est une gousse plus au moins charnue qui contient de nombreuses graines dans sa cavité intérieure. Ils poussent sur des plants qui peuvent atteindre environ 1.5 mètres de hauteur. Il existe près de 10 espèces de piments qui se présentent sous des formes, tailles, couleurs et saveurs différentes (BERNIER *et al.*, 2004).

### 1.5. Les variétés les plus cultivées

#### 1.5.1. Dans le monde :

Cayenne, Gorria, Tabasco, Habanero, Lipari, Corne de bœuf.

#### 1.5.2. En Algérie :

Eternel, Lipari, Italico, Doux Marconi, Doux d'Espagne (type doux) , Corne de chèvre, Nour, Foughal, Capel hot (type piquant) .

#### 1.5.3. Dans la wilaya d'Ain-Defla

Les variétés de piment les plus cultivées dans la wilaya d'Ain-Defla sont : Printe et Sultan.

### 1.6. Valeur nutritionnelle :

#### 1.6.1. Les antioxydants

Les antioxydants sont des composés qui protègent les cellules du corps des dommages causés par les radicaux libre. Ces derniers sont des molécules très réactives qui seraient impliquées dans le développement des maladies cardiovasculaires, de certains cancers et d'autres maladies liées au vieillissement (**WILLCOX et al., 2004**). Les piments forts renferment plusieurs types d'antioxydants et au fil de leur mûrissement, la concentration de plusieurs de ces composés augmente (**HOWARD et TALCOTT, 2000 ; METERSKA et PERUCKA, 2005**). Dans une étude analysant plusieurs antioxydants du piment, le composé ayant l'activité antioxydante la plus forte était la lutéoline, suivie de la capsaïcine et de la quercétine (**LEE et al., 1995**).

**1.6.2. La capsaïcine (ou capsicine)** et ses dérivés sont responsables de la sensation de chaleur piquante du piment (**BORGES, 2001**), en plus de posséder une activité antioxydante (**METERSKA et PEERUKA , 2005 ; LUQMAN et RIZVI, 2006**). Des études chez l'humain révèlent que la capsaïcine du piment entraîne une augmentation du métabolisme basal après la prise alimentaire (**DOUCENT et TREMBLAY, 1997 ; LIM et YOSHIOKA, 1997**). Il a aussi été démontré chez l'humain que la capsaïcine du piment peut augmenter la sensation de satiété (**WESTERTERP et al., 2005** ) et diminuer l'apport alimentaire (**YOSHIOKA et IMANAGA , 2004 ; WESTERTERP et al., 2005**). Combiné à de saines habitudes de vie, ces effets à court terme du piment peuvent être un atout supplémentaire pour les personnes qui surveillent leur poids corporel. Enfin, bien que la recherche ait parfois supposé le contraire, de plus en plus d'études s'accordent sur le fait que la capsaïcine révélerait in vitro et chez l'animal des propriétés pouvant contribuer à la prévention du **cancer** (**SURH , 2002 ; AGGARWAL et SHISHODIA, 2006** ). On doit toutefois évaluer dans quelle mesure ces propriétés anti cancer peuvent s'appliquer à l'organisme humain.

#### 1.6.3. Les flavonoïdes

Les piments forts contiennent plusieurs flavonoïdes, une vaste famille d'antioxydants : les principaux flavonoïdes des piments incluent notamment la lutéoline et la quercétine (**MIEAN et MOHAMED, 2001**). Bien que de nombreuses études in vitro et chez l'animal révèlent un effet protecteur contre certaines maladies chroniques (par exemple le cancer et les maladies cardiovasculaires), des revues de la littérature scientifiques ajoutent que davantage

d'études chez l'humain sont nécessaires pour mieux comprendre l'effet des flavonoïdes (ROSS et KASUM, 2002 ; SCALBERT et MANACH 2005).

### **1.6.4. L'Alpha-tocophérol**

Certaines variétés de piment fort sont de bonnes sources d'alpha-tocophérol, un composé antioxydant qui est aussi une forme de **vitamine E**. En effet, plusieurs de ces piments contiennent plus de 7 mg d'alpha-tocophérol par portion de 100 g (CHING et MOHAMED, 2001). À titre de comparaison, la noisette, un aliment considéré comme très riche en alpha-tocophérol, en contient 15 mg par portion de 100 g. En plus de ses propriétés anti oxydantes, l'alpha-tocophérol, selon certaines données de recherches, pourrait jouer un rôle dans la prévention de certains cancers, des maladies cardiovasculaires et de la maladie d'Alzheimer. Les données à ce sujet sont toutefois encore mitigées et demandent des études plus approfondies (TUCKER et TOWNSEND, 2005).

### **1.6.5. La vitamine C :**

Le **piment** est une **excellente source** de vitamine C. Le rôle que joue la vitamine C dans l'organisme en plus de ses propriétés antioxydantes ; elle contribue aussi à la santé des os, des cartilages, des dents et des gencives. De plus, elle protège contre les infections, favorise l'absorption du fer contenu dans les végétaux et accélère la cicatrisation (INDAF, 2009). Le piment contient également d'autres vitamines telles que la vitamine B6 et K, ainsi que d'autres éléments minéraux tels que : le fer, le manganèse, et le cuivre.

### **1.7. Différentes utilisations du piment :**

Très utilisé en médecine traditionnelle, grâce à sa richesse en capsaïcine, son principal principe actif, en vitamines et en antioxydants, le piment est recommandé pour traiter un certain nombre de pathologies telles que grippe, rhino-pharyngites et syndromes rhumatismaux. Il aide la digestion et protège des maladies cardio-vasculaires du fait de son action sur la formation du mauvais cholestérol. En outre, il est diurétique et sudorifique (GERARD et FRANÇOIS, 2009).

### 1.7.1. Propriétés médicinales du piment

#### a-Utilisation interne :

Antibactérien, antiseptique, diurétique, sudorique : Gripes, rhumes, bronchites, pathologies rhumatismales, prévention de maladies cardio-vasculaires, digestions difficiles, gastro-entérites, activateur de l'appétit.

**Antioxydant** : prévention de l'oxydation cellulaire, renforcement de la tonicité physique, renforcement des défenses immunitaires, prévention de certains cancers (**GRUNWALD et CHRISTOF, 2004**).

#### b-Utilisation externe :

Anti-inflammatoire : peut être utilisé en cataplasme pour traiter certaines inflammations rhumatismales (ne pas utiliser sur une plaie) (**GRUNWALD et CHRISTOF, 2004**).

### 1.8. Production du piment

#### 1.8.1. En Algérie :

Tableau 1: Evolution de la production du piment au niveau national 2011-2015

Années	PIMENTS		
	Superficie	Production	Rdt
	(ha)	(qx)	qx/ha
2 011	9 998	1 690 280	169,1
2012	10389	1815438,0	174,7
2 013	10284	2144550	208,532672
2014	10239	2335502	228,098642
2 015	10589,8825	2472574,025	233,484557

Source : DSA Ain-Defla 2017

Le tableau 2, révèle une augmentation de production du piment d'année en année en Algérie. Cette évolution de production serait la conséquence de l'augmentation de la superficie destinée à cette culture d'une part et d'autre part, à l'amélioration des différentes techniques culturales utilisées dans le secteur agricole.

### 1.8.2. Dans la wilaya d'Ain- Defla :

**Tableau 2: Evolution de la production des piments au niveau de la wilaya d'Ain-Defla 2011-2015**

Années	PIMENTS		
	Superficie (ha)	Production (qx)	Rdt qx/ha
2 011	45	2 817	62,6
2 012	37	4 050	109,5
2 013	20	1 800	90,0
2 014	52	13 125	252,4
2 015	80	29 780	372,3

Le tableau 2 explique le taux de production du piment au cours de quelques années au niveau de la wilaya D'Ain-Defla et son influence sur le rendement de cette culture. On remarque une augmentation remarquable au cours des deux dernières années liée à un élargissement des superficies consacrées à cette culture, à la sensibilisation des agriculteurs quant à l'amélioration des techniques culturales et à l'utilisation des variétés hybrides à haut rendement.

### 1.9. Exigences écologiques de la culture

Selon l'ITCMI, (2010), la culture de piment est une culture qui préfère les terres profondes, aérées bien drainées, riches en humus. Toutefois, les sols silico-argileux sont conseillés aux cultures de primeur et les terres argilo siliceuses pour les cultures de saison. La plante est exigeante en chaleur, aime les climats tempérés. Les températures exigées sont 20 à 30°C le jour et 15 à 20 °C la nuit. Il s'agit également d'une plante de jours longs, très exigeantes en lumière, tolère un pH de 6.5 à 7, elle est moyennement tolérante en salinité : 1.92 à 3.2 g/l (3 à 5 mmhos/cm-1). L'humidité du sol convenable se situe entre 80 à 85 % et celle de l'air de 60 à 70 %.

### 1.10. Conduite de la culture

#### a. Préparation du sol

Un labour de 25 à 30 cm et passage à la herse et fraise rotative sont recommandés (ITCMI, 2010)

#### b. Semis et Plantation

- Le semis en pépinière s'effectue sous serre ou semis en pots (septembre- octobre - novembre).

- La Plantation : sous serre (de septembre à janvier) et en plein champ (du mois d'avril à mai).

- Les distances entre rangs sont de (0.90 à 1 m) et entre plants de (0.40 à 0.45 m)

- La densité est de (20000 à 25000 plants/ha).

#### c. Fertilisation et irrigation

##### - Fumure de fond

- Organique: 30 à 35 t/ ha

- Minérale:

180 à 200 unités de N/ha

80 à 100 unités de P/ha

200 à 250 unités de K/ha

##### - Fumure de couverture (4 apports)

1<sup>er</sup> apport { 40 unités de N avant floraison  
30 unités de K

2<sup>ème</sup> apport { 40 unités de N nouaison  
60 unités de K

3<sup>ème</sup> apport { 30 unités de N fructification  
60 unités de K

4<sup>ème</sup> apport  $\left\{ \begin{array}{l} 20 \text{ unités de N} \\ 60 \text{ unités de K après 1}^{\text{er}} \text{ récolte} \end{array} \right.$

- L'irrigation est effectuée à la raie ou au goutte à goutte, 4000 à 5000 m<sup>3</sup> /ha (doses et fréquences selon le stade végétatif et la demande climatique).

### d. Protection phytosanitaire :

- **Insecticide**

Pucerons : Méthomyl

Deltaméthrine

Pyrimicarbe

- **Fongicide**

Botrytis et Oïdium : Vinchlozoline

Hexaconazole

Mildiou et Alternaria : Mancozèbe

### 1.11. Rôle des principaux éléments minéraux

#### - L'azote (N)

L'azote est un élément fondamental pour le développement du végétal ; principal constituant de la chlorophylle et des protéines, il stimule la croissance des plantes. Toutefois, l'excès doit être évité notamment en phase de floraison et de fructification. Sa carence a pour conséquences des branches courtes, rabougries et peu nombreuses avec des petites feuilles déformées (Mitra, 1990). La couleur de ces dernières évolue progressivement du vert clair à un vert plus ou moins jaunâtre et elles se détachent prématurément. De plus les fruits sont petits, maigres et chlorosés (**FOURY et PITRAT, 2015**).

#### - Le phosphore (P)

Le phosphore favorise le développement du système racinaire et régularise la mise à fleur et le développement et la maturation des fruits, ce qui permet un développement harmonieux de la plante.

Il doit être optimisé en phase de développement (floraison- fructification). En cas de carence de cet élément, les feuilles sont petites, resserrées et incurvées de l'intérieur (Mitra,

1990). Les vieilles feuilles jaunissent avec des bords roses. Les fruits sont menus et déformés. Une nutrition correcte de cet élément influence positivement la résistance de la plante à certaines maladies (**FOURY et PITRAT, 2015**).

### **- Le potassium (K)**

Le potassium joue un rôle de régulateur des fonctions vitales de la plante : assimilation de la chlorophylle, résistance aux maladies, au froid et à la sécheresse, régulation de la transpiration (**FOURY et PITRAT, 2015**). C'est aussi un élément de croissance et de fructification dont la disponibilité peut-être influencée par de fortes teneurs en sodium du sol (cas des sols salés). Sa carence perturbe la croissance de la plante. Le nombre de feuilles est très réduit, leur taille est petite et leur couleur jaunâtre. Mitra (1990), rapporte que des petites lésions nécrotiques peuvent se développer le long des nervures avant d'entraîner une défoliation.

Si les carences en azote, en potassium ou en phosphore peuvent être graves pour les plantes, les conséquences des carences en éléments nutritifs secondaires tels que le magnésium et le soufre) et oligoéléments comme le bore et fer sont plus modérés, mais ces éléments contribuent toutefois au bon développement de la plante.

### **Carences en fer (Fe)**

Le fer joue un rôle important dans la formation de la chlorophylle et la respiration de la plante .il influe également sur la qualité des fruits (**FOURY et PITRAT, 2015**).

### **Carences en magnésium (Mg)**

Le magnésium entre dans la composition de la chlorophylle et intervient dans l'assimilation de l'azote et de phosphore. Il participe activement au murissement des fruits et à la qualité des légumes. (**FOURY et PITRAT, 2015**).

### **Carences en soufre (S)**

Le soufre sert à la fabrication des protéines et de la chlorophylle, et favorise la fixation de l'azote chez les légumineuses (**FOURY et PITRAT, 2015**).

### **Carences en bore (B)**

Le bore participe au bon état général de la plante (transport en synthèse des sucres et des substances de croissance, respiration, fécondation) (**FOURY et PITRAT, 2015**).

## 1.12. Maladies et méthodes de lutte

### 1.12.1. Maladies et ravageurs

**Tableau 3 : Principales maladies du piment et méthodes de lutte**

Type de maladie	Maladie	Agent pathogène	Vecteur ou cause	Symptômes	Lutte
Viroses	Mosaïque	<i>Cucumber Mo- saic Virus (CMV)</i>	Pucerons	Décoloration, tâches et malformation des feuilles et des fruits Nanisme des plantes	Maintenir une bordure (1 m de large) propre ou planter 2 rangées de maïs autour des champs. Traiter les vecteurs avec du diméthoate par exemple Callidim 400EC
	Panachure du piment	<i>Pepper Mottle Virus (PMV)</i>	Pucerons	Décoloration uniforme des feuilles	Utiliser les variétés tolérantes (cf tableau 1) Traiter les vecteurs avec du diméthoate par exemple Callidim 400 EC
	Nécrose virale du piment	<i>Tomato Spotted Wilt Virus</i>	Thrips ( <i>Thrips tabaci</i> )	Marbrure, décoloration et malformation des feuilles et fruits suivie de nécrose	Utiliser les variétés tolérantes (cf tableau 1) Traiter les vecteurs avec du diméthoate par exemple Callidim 400EC
Maladies fongiques	Alternariose	<i>Alternaria solani</i>	Semences non traitées aux fongicides	Taches marrons sur les fruits matures, puis nécrose des taches	Détruire les débris au champ. En cas d'attaque, traiter la parcelle au mancozèbe, par exemple Ivory 80WP à raison de 35 g pour 100 m <sup>2</sup> .
	Fusariose	<i>Fusarium oxysporum</i>	Semences non traitées aux fongicides	Jaunissement du feuillage, puis flétrissement de la plante	Détruire les débris au champ. Utiliser la variété tolérante PM17/04A Faire une rotation culturale

Bactériose	Flétrissement bactérien	<i>Ralstonia</i> spp.	Semences non traitées Eau d'irrigation	Flétrissement brutal de la plante, puis dessèchement	Utiliser la variété tolérante PM17/04A Choisir un sol drainant bien Faire une rotation culturale
Nématodes	Nématode	<i>Meloïdogyne</i> spp.	Culture continue	Galle racinaire, mauvais développement de la plante (nanisme)	Faire une rotation culturale

(FONDIO *et al.*, 2009)

**Tableau 4 : Principal ravageur du piment et méthodes de lutte**

Type de ravageur	Ravageur	symptômes	Lutte
Insectes	Chenilles de mouche du fruit <i>Ceratitis capitata</i>	Attaque des feuilles, bourgeons et fruits du piment Dégât occasionnel	Traiter à la deltaméthrine, par exemple Décis 15,5EC ou à la cyperméthrine, par exemple Cypercal 250EC

(FONDIO *et al.*, 2009)

### 1.13. Récolte du piment

Lorsque les conditions climatiques sont adéquates, les piments croissent très rapidement tout comme pour les tomates, il est de loin préférable de les cueillir lorsqu'ils sont murs. Les piments verts et immatures ne sont pas aussi juteux et parfumés que les piments murs. Plus le piment mûrit sur la plante, plus sa saveur est excellente. Tout comme pour les tomates, la moitié du cycle du piment est consacrée à la croissance tandis que l'autre moitié est dévolue au processus de murissement.

Selon les variétés et le but de la production, la période de récolte peut varier. Les poivrons sont généralement récoltés verts, manuellement, avec leur pédoncule lorsque les fruits n'ont pas encore atteint la maturité complète car étant d'un meilleur rapport (Beniest, 1987) quoique nutritionnellement meilleurs à l'état mûr (jaunes ou rouges selon les variétés. Il est recommandé de prévoir la récolte entre 50 et 55 jours après la floraison pour les fruits

verts (Laumonnier, 1979) ou 60 à 80 jours repiquage (Beniest, 1987). Dans ce cas, les risques de pourriture, d'attaques d'insectes ou de coups de soleil sont limités.

La récolte peut durer trois (03) mois ou plus tant que les niveaux de maladies sont contrôlables ou alors que la production devient insignifiante.

Les rendements en fruits frais sont de l'ordre de 10 à 20 tonnes à l'hectare mais théoriquement des rendements de 40 tonnes sont possibles alors que les rendements en grains sont de l'ordre de 120 kg/ha.



***Chapitre 2***  
***Fertilisation***

## **Chapitre 2 :**

### **Fertilisation**

#### **2.1. Définition :**

Selon (ZUANG, 1982), 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.

#### **2.2. Objectif et rôle de la fertilisation :**

L'objectif premier de la fertilisation des cultures biologiques est de permettre leur réussite. Elle doit répondre aux besoins des plantes cultivées. Pour y arriver, une stratégie de fertilisation des cultures se construit par l'agencement d'un ensemble de pratiques de gestion du sol et d'organisation des cultures (JACQUES PETIT ET PIERRE JOBIN., 2005).

- 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 exposées par les plantes de façon à le maintenir en bon état de fertilité (LEFEVRE, 1938).

#### **2.3. Importance de la fertilité :**

En maraîchage, il est important de surveiller la teneur en matière organique du sol. Beaucoup de cultures maraichères réagissent très favorablement à un sol riche en matière organique. Il est par conséquent de renouveler le stock de matière organique fraîche du sol afin de maintenir à un taux élevé. Un taux qui améliore les caractéristiques physiques et hydriques, ce qui est essentiel pour ce type de culture. Il permet également de maintenir une forte capacité d'échange cationique, garantie de la fertilité chimique. (CHABALIER., 2006)

#### **2.4. Les fertilisations chimiques :**

##### **Définition :**

La fertilité chimique a trait à la nutrition minérale des végétaux via les concepts de biodisponibilité des éléments, de carences, de toxicités d'équilibres. Une nutrition équilibrée

suppose que la plante trouve (quantité suffisante) et puisse absorber (équilibres chimiques, pH favorable, disponibilité en eau pour favoriser l'absorption, minéralisation de la matière organique) l'ensemble des éléments dont elle a besoin. Ces différents éléments nutritifs sont présents sous diverses formes, et seulement une partie est directement assimilable par les plantes. En effet, la matière organique et les minéraux du sol doivent être transformés (respectivement par minéralisation et dissolution) pour que leurs éléments constitutifs soient assimilables par les végétaux (MAEVA B et al. 2013).

### **Inconvénients des fertilisants chimiques :**

Les fertilisants chimiques (minéraux), n'améliorent pas la structure du sol mais ils enrichissent le sol en y apportant des éléments nutritifs. Les fertilisants chimiques sont relativement coûteux (SHANKARA NAIKA et al., 2005). Contrairement aux engrais organiques, les engrais chimiques agissent immédiatement sur les plantes ; les engrais organiques doivent d'abord se décomposer en substances nutritives avant de pouvoir être utilisés par les plantes. Cela signifie que la matière organique n'a qu'un effet à long terme, tandis que les engrais chimiques agissent immédiatement (en quelques jours ou quelques semaines) sur la fertilité du sol. Toutefois, les engrais chimiques sont épuisés à la fin de la saison, tandis que la matière organique continue à améliorer la fertilité et la structure du sol (VAN SCHOLL, 1998).

## **2.5. Les fertilisants biologiques :**

### **Définition :**

Le sol est un écosystème dans lequel vit un réseau complexe d'organismes : lombrics, nématodes, micro-organismes ... Tous, à leur échelle, participent activement à la structuration et au recyclage des éléments du sol. Leur présence et leur activité déterminent une composante de la fertilité souvent méconnue : la fertilité biologique (MAEVA B et al., 2013).

### **Avantages des fertilisants biologiques :**

Ils sont intéressants d'un point de vue économique (hausse des prix des engrais minéraux) mais également d'un point de vue agronomiques, car l'apport d'amendement organique contribue à améliorer le statut organique des sols, avec tous les effets bénéfiques qu'il entraîne (lutte contre l'érosion, maintien d'une bonne structure, stockage du carbone, augmentation de la biodiversité (LECLERC ORGATERRE, 2009).

### 2.6. Importance des algues marines :

Les algues marines contiennent tous les éléments traces et toutes les hormones dont les plantes en besoin .les extraits d'algues marines contiennent des hormones de croissance (cytokinine, et gibbérelline, les micronutriments, vitamines, amino acide et micro constituants), ainsi que des carbohydrates et d'autres matières organiques qui améliorent la fertilité du sol et sa capacité de rétention (**MARTIN, 2001**).

### 2.7. Utilisation des algues marines en agriculture :

En agriculture l'utilisation des algues marines comme fertilisants pour la production des cultures est une tradition ancienne dans les régions du littoral dans le monde entier, elles sont utilisées aussi bien en agriculture, qu'en horticulture (**VERKLEIJ, 1992**).

Les effets de l'application des algues sur la croissance des végétaux sont connus empiriquement depuis les débuts de leur application sur les champs. Les études plus récentes sur les effets des extraits algaux montrent une meilleure germination, floraison et fructification (**ROUSSOS et al., 2009**).

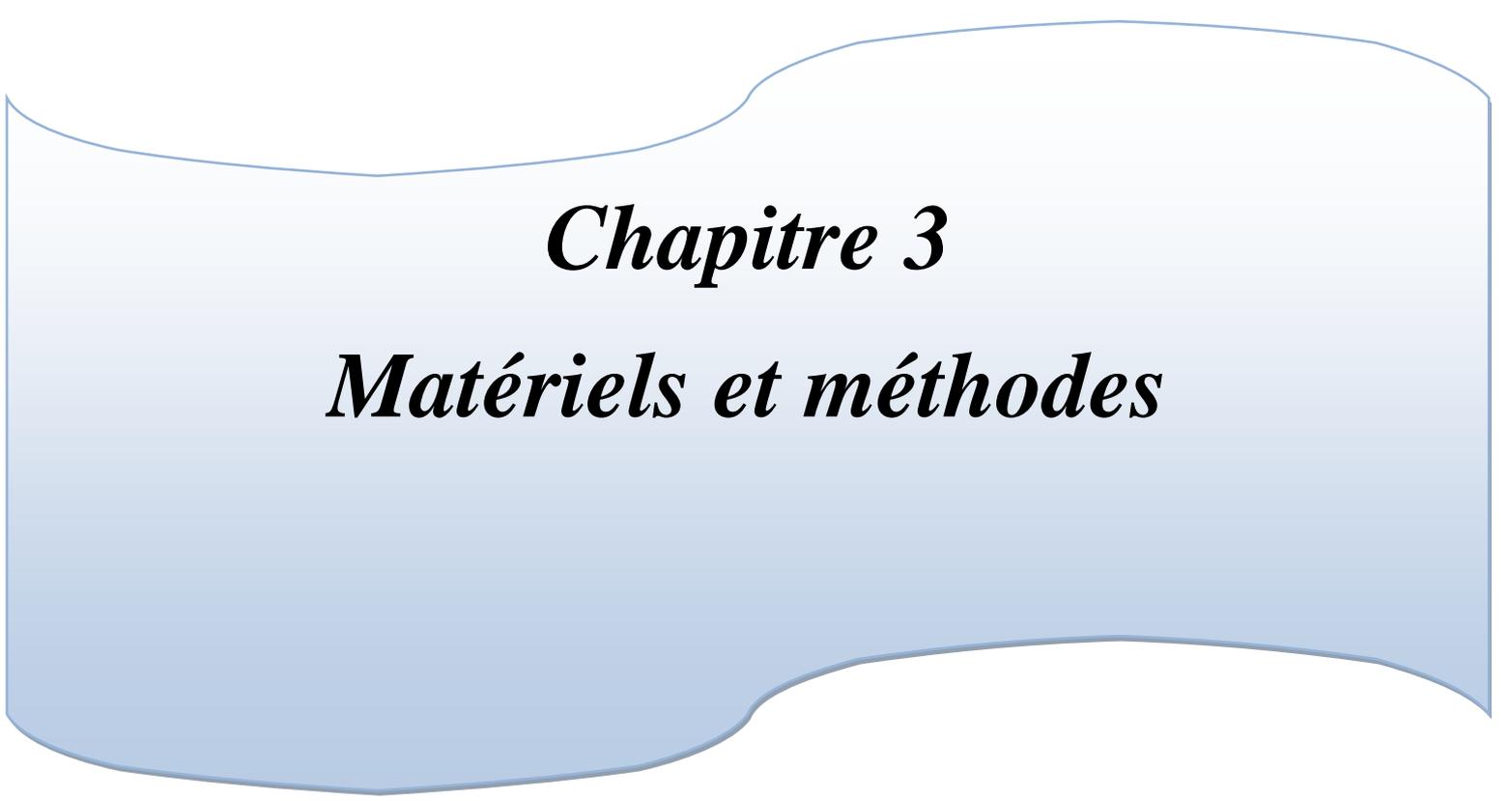
L'extrait d'algues est l'un des composés antistress efficace qui est un bio stimulant utilisé en tant que conditionneur de sol pour améliorer la croissance des plantes (**HURTADO et al., 2009**). Plusieurs études ont été révéler les avantages des extraits d'algues sur les plantes telle que l'amélioration de la performance des cultures, le rendement et l'amélioration de la résistance au stress biotique et abiotique (**EYRAS et al., 2008 ; NORRIE et KEATHLEY, 2006**). D'autres auteurs, ont également noté une meilleure résistance aux stress hydriques, aux insectes et aux maladies, un retard du vieillissement, une augmentation du nombre de fleurs, de fruits et du rendement, une amélioration des qualités gustatives (**ROBITAILLE, 1996**).

### 2.8. Fertilisation foliaire :

La fertilisation foliaire est un outil qui peut s'avérer très intéressant si l'on comprend bien son fonctionnement. Un de ses principaux avantages, c'est que les éléments nutritifs sont absorbés plus rapidement que le cas d'une application au sol. de plus, dans certaines situations les éléments présents dans le sol ne sont pas disponibles pour la plante au moment ou elle en a besoin (**BOURBONNAIS, 2015**).

La disponibilité des éléments pour la plante dépend de plusieurs facteurs, tel que la compaction la profondeur, l'humidité et la température du sol. Ces facteurs limitant sont dépourvus de sens lorsque nous parlons d'application foliaire durant certains stades de

croissance, la plante exige plus de nourriture que ce qu'elle est capable d'absorber, c'est pourquoi la fertilisation foliaire devient incontournable pour l'obtention de rendements supérieurs et de qualité (**BOURBONNAIS, 2015**).



## ***Chapitre 3***

### ***Matériels et méthodes***

## **Chapitre 3 :**

### **Matériels et méthodes**

#### **3.1. Objectif du travail**

Le but de notre expérimentation est l'étude de l'effet d'un biofertilisant « Dalgin » sur la qualité et le rendement de l'espèce *Capsicum annum* L. (piment piquant) en vue d'améliorer sa production en quantité et en qualité avec 4 doses (25%,50%,75% et100%) par une application foliaire en comparaison avec un témoin.

#### **+3.2. Matériel végétal**

Le matériel végétal utilisé dans notre expérimentation est l'espèce *Capsicum annum* L., piment piquant variété « Corne de chèvre ».



**Figure 1 :** Matériel végétal utilisé (Originale, 2017).

#### **3.3. Conditions expérimentales**

##### **3.3.1. Zone d'expérimentation**

L'essai a été mené à l'université « Djilali Bounaama » Khemis-Miliana de la Wilaya de Ain-Defla, dans une serre en verre de superficie de 35m<sup>2</sup> et orientée dans la direction Nord-sud.



Figure 2 : La serre expérimentale (originale, 2017).

### 3.3.2. Données climatiques

L'évolution de la température interne de la serre a été contrôlée par un thermomètre installé au centre de la serre (Figure 3).



Figure 3 : Thermomètre (originale, 2017).

**Tableau 5 : Moyennes des températures par décade en (°C) durant le cycle de la culture**

Dates	08 :30	12 :00	16 :30
(19 -03- 2017) au (28 - 03 -2017)	15	22	19
(28 -03- 2017) – (06 -04- 2017)	17	24	20
(06 -04- 2017) – (15 -04- 2017)	16	25.5	28.5
(15 -04- 2017) – (24 -04- 2017)	19	31	36
(24 -04- 2017) – (04 -05- 2017)	22.5	33	34
(04 -05- 2017) – (13 -05- 2017)	23.5	31.5	33.5
(13 -05- 2017) – (22 -05- 2017)	23	31	35
(22 -05- 2017) – (31 -05- 2017)	24.5	33.5	35
(31 -05- 2017) – (09 - 06- 2017)	24.5	32	35.5
(09 -06- 2017) – (18 -06- 2017)	29	38	41.5
(18 -06- 2017) – (31 -06- 2017)	28.5	39.5	40.5

Le tableau 5, indique que les températures étaient favorables à la culture de piment au moment de la transplantation des plants dans les pots. En revanche, vers la fin avril, nous avons constaté de brutales hausses de températures qui ont été défavorables à la floraison et qui ont provoqué quelques brûlures au niveau des fruits.

### 3.3.4. Données pédologiques

#### 3.3.4.1. Substrat utilisé

Le substrat utilisé dans notre expérimentation est un mélange (2/3 terre + 1/3 de tourbe noire). La terre provient d'une parcelle qui se situe à côté de notre université (Khemis-Miliana), stérilisée par la méthode de Bergerac. La tourbe noire d'origine allemande du nom commercial (KEKKILA) a été ajoutée au sol car elle jouit d'une excellente capacité de rétention en eau et assure l'alimentation hydrique et minérale des plantes. Une quantité de 250 g de gravier de 5-8mm de diamètre a été placée au fond de chaque pot pour assurer un meilleur drainage.



Figure 4 : (A, B, C) : Préparation du substrat (originale, 2017).

### 3.3.4.2. Analyse du substrat

Les analyses du sol ont été réalisées, à l'université de Khmis-Miliana (Djlali Bounaama) au niveau du laboratoire de chimie. Les résultats obtenus sont récapitulés dans le tableau 3.7.

**Tableau 7 : Résultats des analyses chimiques du sol**

pH	7.8
Conductivité électrique $\mu s/cm$	770
Caractéristiques chimiques	
Calcaire total (%)	12.57
Matière organique (%)	4.23

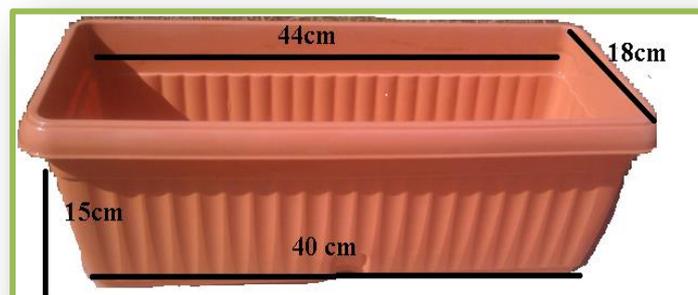
**Tableau 8 : Résultats des analyses granulométriques du sol**

Granulométrie (%)	Résultats
Argile	35
Sable	21
Limon	44

Selon le triangle textural de HENIN, le sol est Limono-Argileux. Le substrat présente un pH faiblement alcalin, légèrement calcaire car sa conductivité électrique est assez faible en comparaison avec le taux d'argile. Les paramètres édaphiques sont donc favorables à la culture de piment.

### 3.4. Containers utilisés

Les containers utilisés sont 25 pots en plastique de couleur marron claire, ayant une capacité de 7L. Ces derniers ont été placés sur un potager dans la serre en verre afin de mieux contrôler le drainage.



**Figure 5:** Modèle du pot utilisé (originale,2017).

### 3.5. Produit utilisé

Il s'agit d'un fertilisant liquide d'origine végétale, de fabrication Espagnole composé essentiellement de l'extrait d'une algue marine brune de l'espèce *Aschophyllum nodosum*. Cette algue marine constitue une source naturelle riche en micro et macro éléments, acides aminés, hydrocarbures et promoteurs de croissance d'origine naturelle comme la cytokinine, l'auxine et la gibbérelline qui augmentent le rendement des cultures, la qualité et la vigueur des plants.



Figure 6 : Le biofertilisant (originale, 2017).

### 3.6. Dispositif expérimental

Le Dispositif expérimental réalisé dans notre projet est un plan en randomisation totale à un facteur : mode d'application foliaire avec cinq niveaux :

Dose 0% ; Dose 25% ; Dose 50% ; Dose 75% ; Dose 100%

Le nombre de répétitions par traitement est de cinq observations, ce qui totalise un nombre total de 25 plants.

Traitements					→	Répétitions
T0	T1 :25% F	T2 :50% F	T3 :75% F	T4 :100% F		↓
P1	P1	P1	P1	P1		
P2	P2	P2	P2	P2		
P3	P3	P3	P3	P3		
P4	P4	P4	P4	P4		
P5	P5	P5	P5	P5		

P : plant      F : foliaire

Figure 7: Schéma du dispositif expérimental



**Figure 8: Dispositif expérimental (originale, 2017)**

### 3.6.1. Application des traitements

Les plants de piment ont été traité au biofertilisant foliaire avec quatre concentrations différentes (doses 25%, 50%, 75% et 100%).

T0 : (témoin) : substrat (2/3 de terre + 1/3 de tourbe) sans fertilisant.

T1 : Substrat + dose de 1.5ml de biofertilisant / 1 d'eau, soit 25% en application foliaire.

T2 : Substrat + dose de 3ml de biofertilisant / 1 d'eau, soit 50% en application foliaire.

T3 : Substrat + dose de 4,5ml de biofertilisant / 1 d'eau, soit 75 % en application foliaire.

T4 : Substrat + dose de 6 ml de biofertilisant / 1 d'eau, soit 100% en application foliaire.

### 3.6.2. Stades d'application des traitements

Les plants de piment « Corne de chèvre », ont été traités à différents stades du développement de la culture.

- ❖ Stade végétatif.
- ❖ Stade de floraison.
- ❖ Stade de nouaison.
- ❖ Stade du grossissement des fruits.

### 3.6.3. Fréquence des applications

- **Au stade végétatif** : le traitement a été appliqué 3 fois :
  - Le 26 mars.
  - Le 09 avril.
  - Le 16 avril.



**Figure 9 :** Traitement au stade végétatif (originale, 2017).

- **Au stade floraison :** Une application a été effectuée.

-Une fois à la date du 16 mai.



**Figure 10 :** Traitement au stade de floraison (originale, 2017).

- **Au stade de nouaison :** Une application a été effectuée.

-Une fois à la date du 28 mai.



**Figure 11 :** Traitement au stade nouaison (original, 2017).

- **Au stade grossissement des fruits :** Le traitement a été appliqué le 06 juin.



**Figure 12:** Traitement au stade de grossissement de fruit (originale, 2017).

### **3.7. Conduite de la culture**

#### **3.7.1. Pré-germination**

C'est la première opération effectuée. Elle a été réalisée le 12 décembre 2016 dans des boîtes de pétri sur un coton mouillé sur un coton mouillé.

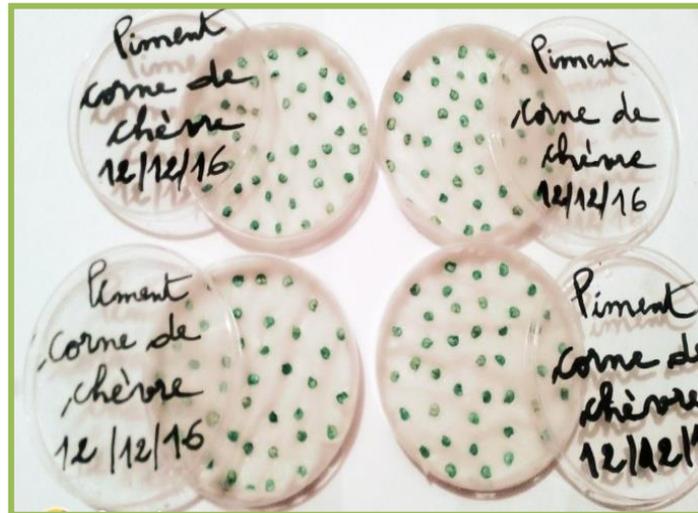


Figure 13 : Pré-germination (originale, 2017).

### 3.7.2. Semis en pépinière

C'est la deuxième opération effectuée. Elle a été réalisée le 19 décembre 2016 dans des plaques alvéolaires (50 trous) contenant de la tourbe noire.

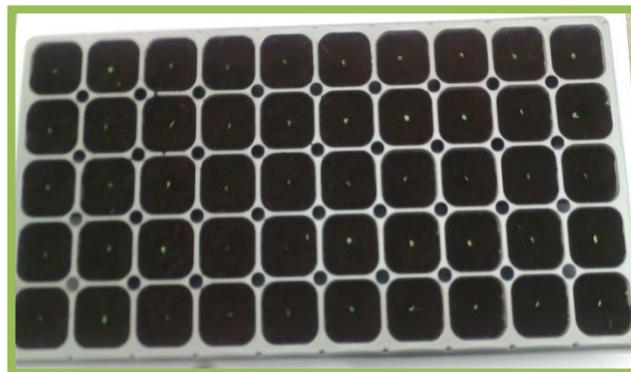


Figure 14 : Semis en pépinière (originale, 2017).

### 3.7.3. Repiquage sous serre

Le repiquage a été effectuée le 12 mars 2017 lorsque les plants sont devenus rigoureux. L'opération consiste à poser la motte de la plantule de piment (stade 4 et 5 feuilles) directement dans le substrat, les recouvrir puis les irriguer pour avoir une bonne cohésion entre les racines et le sol.



Figure 15: Repiquage sous serre (originale, 2017).

### 3.7.4. Travaux d'entretien

#### 3.7.4.1. Irrigation

L'irrigation est très importante en culture maraîchère et surtout après le repiquage, car elle permet une bonne reprise des plantules. Elle est effectuée tous les 2 à 3 jours.

#### 3.7.4.2. L'aération de la serre

L'aération de la serre se fait quotidiennement par l'ouverture des fenêtres et de la porte de la serre. Ces ouvertures ont pour but de diminuer les excès d'humidité et de chaleur qui représentent des conditions favorables du développement des maladies cryptogamiques. Un filet a été placé au niveau de la porte et des fenêtres à cause des insectes.



Figure 16 : L'aération de la serre (originale, 2017).

### **3.7.4.3. Désherbage**

Cette opération est effectuée manuellement en arrachant les mauvaises herbes qui poussent autour des pieds du piment et gênent son développement.

### **3.7.4.4. Binage**

Cette opération consiste à faire tourner le sol de façon irrégulière à l'aide d'un « piquet ». Dans le but d'aérer le sol et réduire le tassement du sol.



**Figures 17 et 18:** Binage (originale ; 2017).

### **3.7.4.5. Le tuteurage**

Le principe est d'installer un fil au niveau de la tige (tuteur) pour garder les plants de piment dressés.



Fil de coton

**Figure 19:** Tuteurage des plants de piment (originale ; 2017).

### **3.8. Récolte**

La récolte a été effectuée le 18/06/2017 au stade de maturation.

### **3.9. Paramètres étudiés**

Les paramètres étudiés lors de notre expérimentation sont : les paramètres de croissance, de production et de la qualité des fruits.

#### **3.9.1. Paramètres de croissance**

##### **3.9.1.1. Vitesse de croissance**

Les hauteurs des plants sont mesurés chaque huit jours dès l'apparition de trois belles feuilles à l'aide d'un mètre ruban, du collet jusqu'à l'apex. Ce paramètre est exprimé en cm/jour.

##### **3.9.1.2. Hauteur finale des plants**

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.

##### **3.9.1.3. Diamètre final des tiges**

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

##### **3.9.1.4. Nombre de feuilles**

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

#### **3.9.2. Paramètres de production**

##### **3.9.2.1. Nombre de fleurs par plant**

Ce comptage est effectué au moment de la floraison, est répété tous les huit jours.

##### **3.9.2.2. Nombre de fruits par plant**

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

##### **3.9.2.3. Taux d'avortement des fleurs par plant**

Ce taux exprimé en pourcentage et fleurs totales.

$$\text{Taux d'avortement (\%)} = \frac{\text{Nbre total de fleurs} - \text{Nbre total defleurs nouées}}{\text{Nombre total de fleurs}} \times 100$$

### 3.9.2.3. Poids moyen des fruits par traitement

Dès que les fruits atteignent le stade de maturation, ils sont pesés séparément par traitement.

### 3.9.3. Paramètres de qualité

#### 3.9.3.1. Brix (%)

Ce paramètre est déterminé par un réfractomètre. Le principe consiste à déposer une goutte de jus du broyat du piment dans l'appareil puis faire une lecture directe par transparence à la lumière du jour.



Figure 20 :Réfractomètre (originale,2017).

#### 3.9.3.2. Couleur du fruit

La couleur du fruit étant basé sur des observations visuelles subjectives, sa détermination s'est faite à partir d'un échantillon d'environ de 10 personnes.

#### 3.9.3.5. Longueur des fruits par plant

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

#### 3.9.3.6. Diamètre des fruits

La mesure du diamètre a été faite à l'aide d'un pied à coulisse sur les échantillons de chaque traitement.

### **3.9.3.7. Test gustatif du fruit**

Ce paramètre étant subjectif, le goût de piment « Corne de chèvre » a été déterminé à partir de l'appréciation d'un échantillon de 10 consommateurs.

### **3.10. Analyses statistiques**

L'analyse statistique des résultats a été effectuée à l'aide du logiciel STATISTICA (version 6.1) l'analyse de la variance ANOVA paramétrique ou un test non paramétrique (Kruskal Wallis) a été appliqué pour tester la significativité de la variance des moyennes pour les variables étudiées en fonction la source de l'eau d'irrigation.

# ***Chapitre 4***

## ***Résultats et discussion***

## Chapitre 4 :

### Résultats et discussions

#### 4.1. Paramètres de croissance

##### 4.1.1. Vitesse de croissance

L'évolution de la croissance a été prise tous les sept jours à compter du jour de transplantation jusqu'à la récolte. La figure 21 montre l'évolution de la croissance des plantes du piment lors de l'expérimentation.

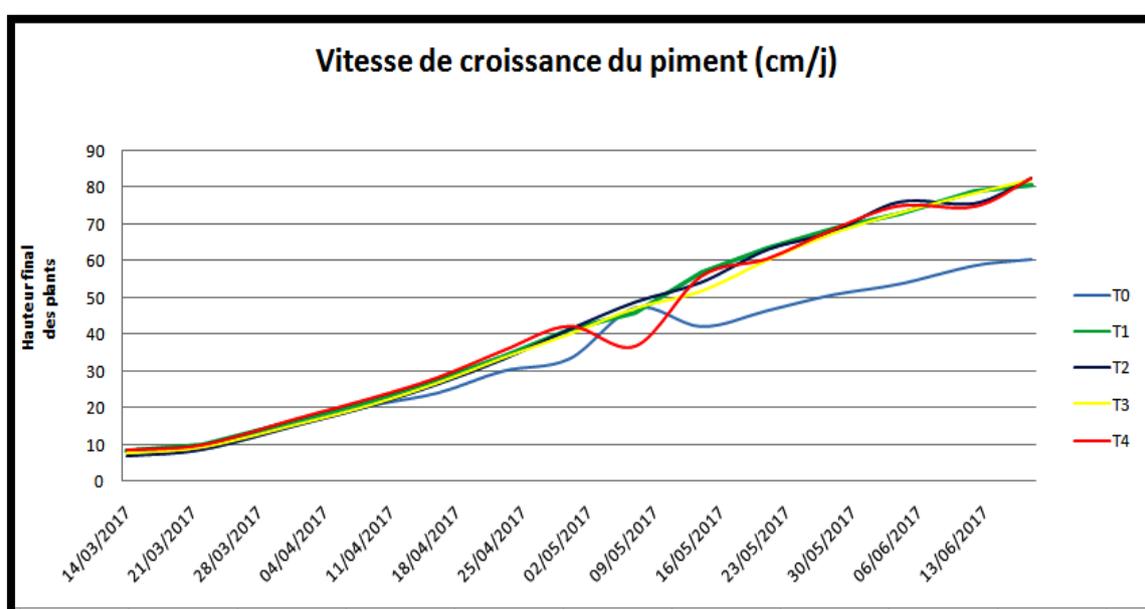


Figure 21: Vitesse de croissance du piment

On constate que l'évolution de croissance des plantes du piment passe par deux phases stationnaires au niveau de tous les traitements : la première débutant du jour de transplantation (14 /03/2017) qui peut être expliquée par la période d'adaptation des plantes au changement du milieu de culture et l'autre phase qui commence après l'application des traitements. Dans cette phase on remarque que la vitesse de croissance augmente progressivement pour l'ensemble des traitements, Le traitement T4 représenté par la dose de 6g/L en application foliaire enregistre une vitesse de croissance plus importante, juste après le traitement T3 qui correspond à la dose 4.5g/L en application foliaire suivie par les traitements T1, T2 qui correspondent aux doses 1.5g/L et 3g/L en application foliaire. En revanche, la plus faible vitesse de croissance est enregistrée chez le témoin T0. Ces résultats témoignent de l'effet positif du biofertilisant sur la croissance des plants de piment.

### 4.1.2. Hauteur finale des plants :

Les résultats obtenus pour le paramètre « Hauteur finale des plants » pour l'ensemble des traitements étudiés (Annexe A, tableau 1) sont illustrés par la figure 22.

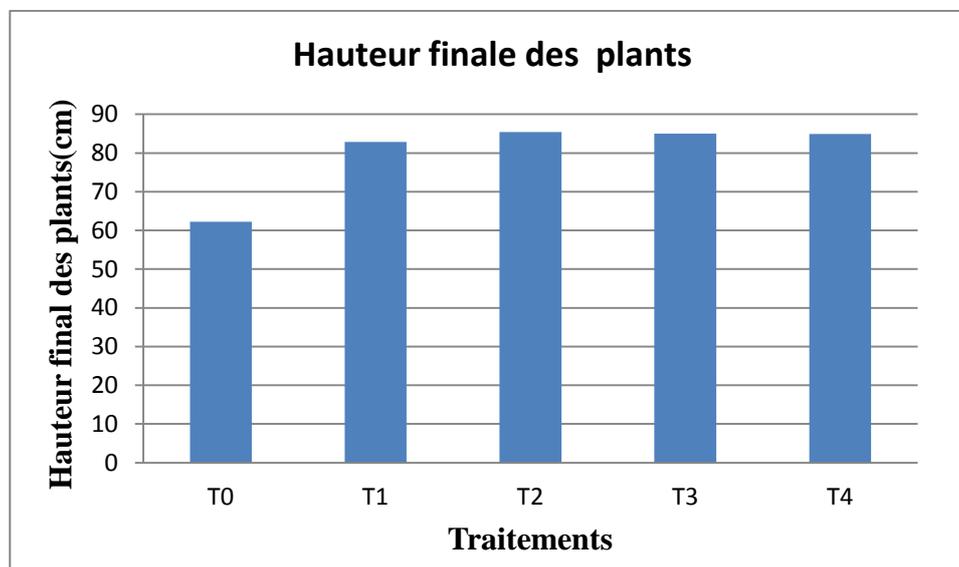


Figure 22: Hauteur finale des plants (cm)

L'analyse de la variance au seuil de 5% (Annexe B, tableau1) de la hauteur des plants montre qu'il existe un effet très hautement significatif ( $P=0,0014 < \alpha 0,0005$ ) entre les différents traitements du biofertilisant appliqué aux différentes doses.

Le test de NEWMAN et KEULS indique la présence de deux groupes homogènes. Les hauteurs finales des plants de piments varient entre 62.2 cm et 84.9 cm. Le meilleur résultat est obtenu chez le traitement T2 avec la valeur de 85.4 cm. Cependant, la plus petite hauteur se retrouve chez le témoin. Ces résultats prouvent que le biofertilisant a un effet positif sur la hauteur des plants de piment. Ceci est justifié par la richesse des algues marines en vitamines, aminoacides, micronutriments et hormones de croissance (cytokines et gibbérellines), (BOOTH, 1965), qui auraient accéléré la croissance des plants de piment.

### 4.1.3. Diamètre final des tiges :

Les résultats obtenus pour le paramètre « Diamètre des tiges » sont présentés dans le tableau (Annexe A, tableau 2) sont illustrés par la figure 23.

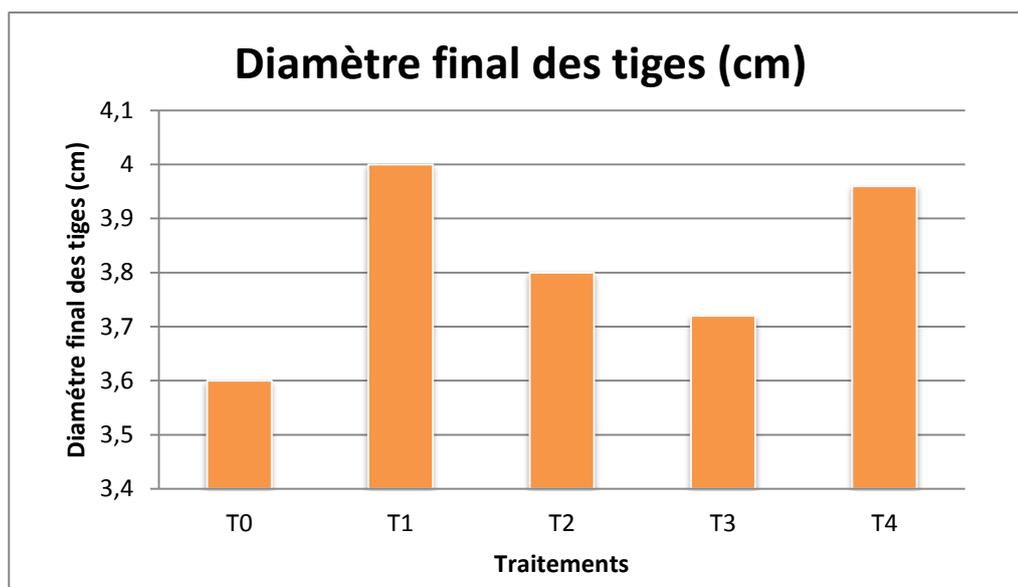


Figure 23: Diamètre final des tiges

L'analyse de la variance au seuil de 5% (Annexe B, tableau 2) de l'application foliaire du biofertilisant indique une différence non significative des différents traitements sur le diamètre des tiges ( $P=0,13 > \alpha 0,05$ ). Toutefois, les tiges les plus vigoureuses sont observées au niveau des traitements T1 avec une valeur de (4 cm) et T4 avec une valeur de (3,96cm) par rapport au témoin qui présente un très faible diamètre de (3.6 cm).

#### 4.1.1.4. Nombre de feuilles par plant :

Les résultats obtenus pour le paramètre « Nombre de feuilles par plant » pour l'ensemble des traitements étudiés (Annexe A, tableau 3) sont illustrés par la figure24.

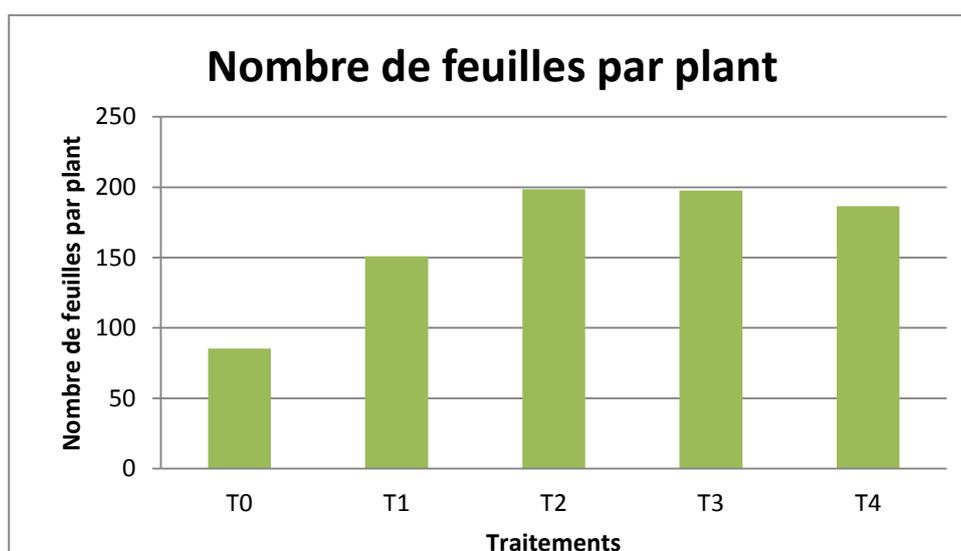


Figure 24: Nombre des feuilles par plant

L'analyse de la variance au seuil de 5% (Annexe B, tableau3) de l'application foliaire du biofertilisant montre une différence très hautement significative des différents traitements sur le nombre de feuilles par plant ( $P=0,000$ ).

Le test **Newman-Keuls** fait ressortir deux groupes homogènes. D'après les résultats obtenus, on constate que le nombre de feuilles le plus élevé sont enregistrées par les traitements T2 et T3. Le nombre le plus petit se retrouve chez le témoin T0. Ces résultats attestent que le biofertilisant a permis l'augmentation du feuillage de la culture.

### 4.1.2. Paramètres de production

#### 4.1.2.1. Nombre de fleurs par plant

Les résultats obtenus pour le paramètre « Nombre de fleurs par plant » pour l'ensemble des traitements étudiés (Annexe A, tableau 4) sont illustrés par la figure25.

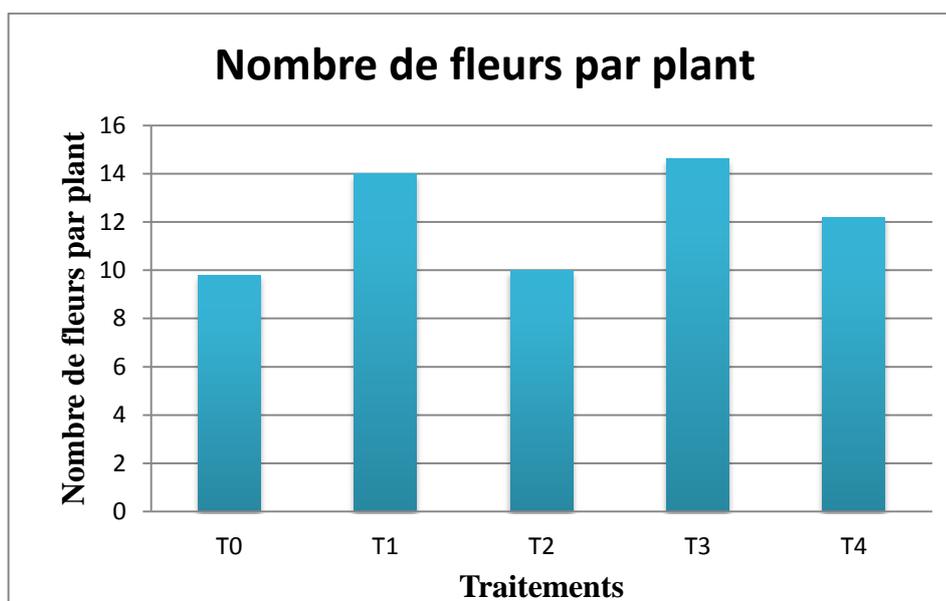


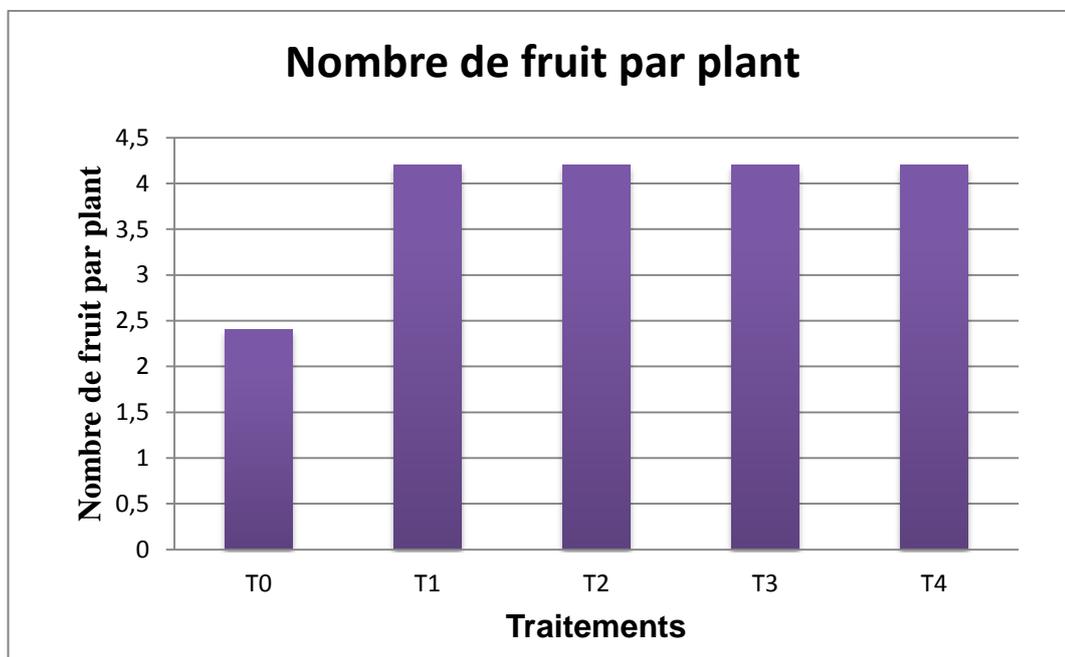
Figure 25: Nombre de fleurs par plant

L'analyse de la variance au seuil de 5% (Annexe B, tableau 4) du nombre de fleurs par plant montre une différence non significative ( $p= 0,77$ ) entre les différents traitements de l'application foliaire.

Le nombre de fleurs varie entre 9.8 et 14.6 fleurs. Le nombre le plus élevé est enregistré chez le traitement T3 avec une dose de 4.5 g/L suivie par le traitement T1 qui est représenté par la dose 1.5g/L. Cependant le plus petit nombre de fleurs est représenté par le témoin.

### 4.1.2.2. Nombre de fruits par plants

Les résultats obtenus pour le paramètre « Nombre de fruits par plant » pour l'ensemble des traitements étudiés (Annexe A, tableau 5) sont illustrés par la figure 26.



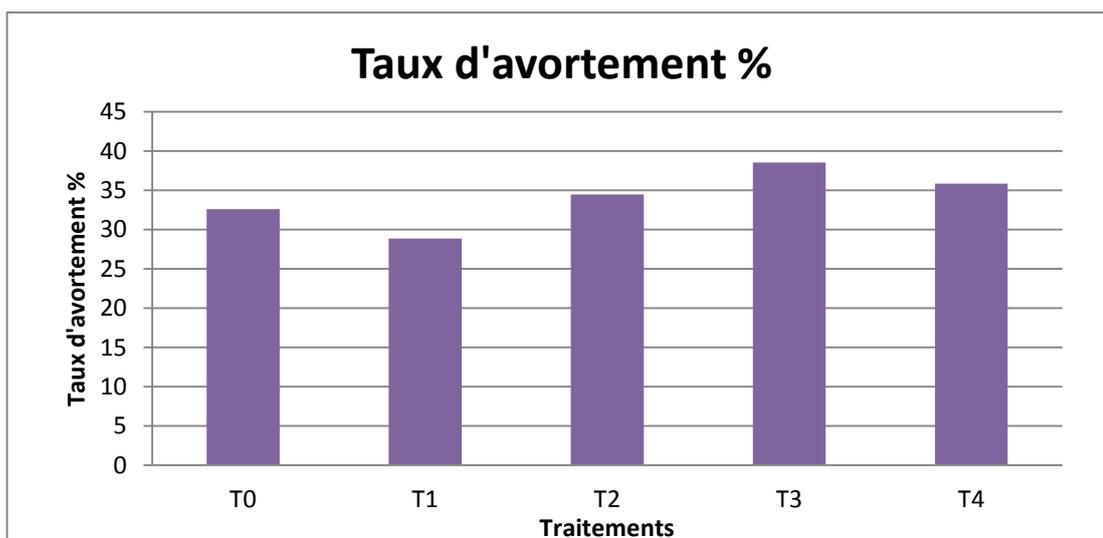
**Figure 26: Nombre de fruits par plant**

L'analyse de la variance au seuil de 5% (Annexe B, tableau 5) du nombre de fruits par plant a montré une différence non significative ( $p=0,69$ ) entre les différentes doses du biofertilisant appliqué.

Le meilleur nombre de fruits par plant est représenté par le traitement T1. Les T2, T3 et T4 enregistrent des valeurs très proches. Le plus petit nombre de fruits se retrouve chez le témoin.

### 4.1.2.2. Taux d'avortement des fleurs par plant

Les résultats obtenus pour le paramètre « Taux d'avortement de fleurs par plant » pour l'ensemble des traitements étudiés (Annexe A, tableau 6) sont illustrés par la figure 27.



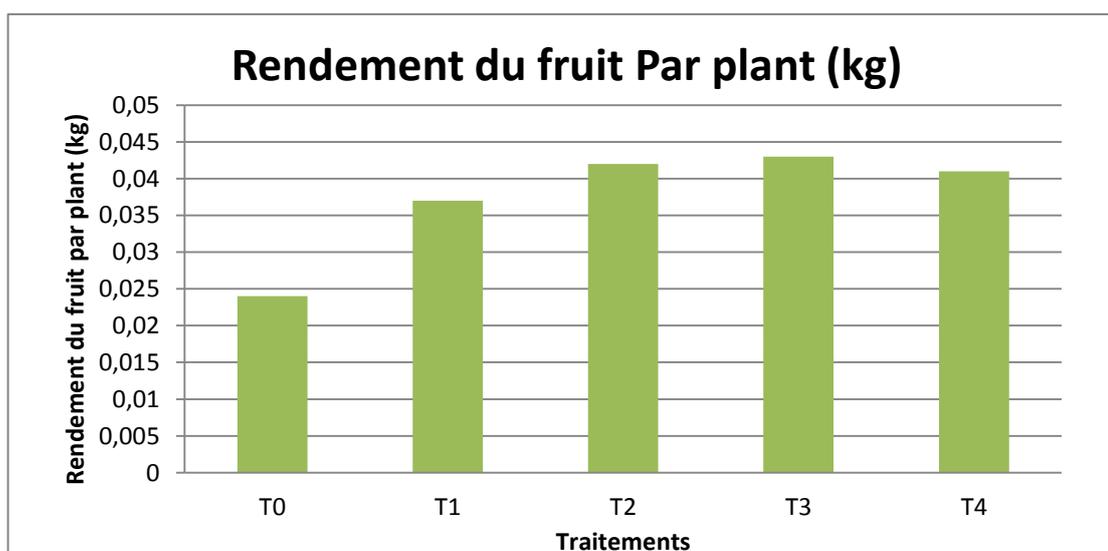
**Figure 27: Taux d'avortement de fleurs par plant**

L'analyse de la variance au seuil de 5% (Annexe B, tableau 6) du taux d'avortement montre une différence non significative ( $p=0,89$ ) entre les différentes doses du biofertilisant foliaire appliqué aux plants de piment.

Les résultats révèlent que le taux d'avortement le plus élevé est obtenu par les traitements T3, correspondant à l'application foliaire de la concentration 75%. Le T1 par contre, représente le plus faible taux d'avortement.

#### 4.1.2.3. Rendement total des fruits par plant

Les résultats relatifs au Rendement total des fruits par plant pour l'ensemble des traitements étudiés (Annexe A, tableau 7) sont illustrés par la figure 28.



**Figure 28 : Rendement total du fruit par plant**

L'analyse de la variance au seuil de 5% (Annexe B, tableau 7) de l'application foliaire du biofertilisant montre une différence très hautement significative des différents traitements sur le rendement total de fruit par plant ( $p=0,000$ )

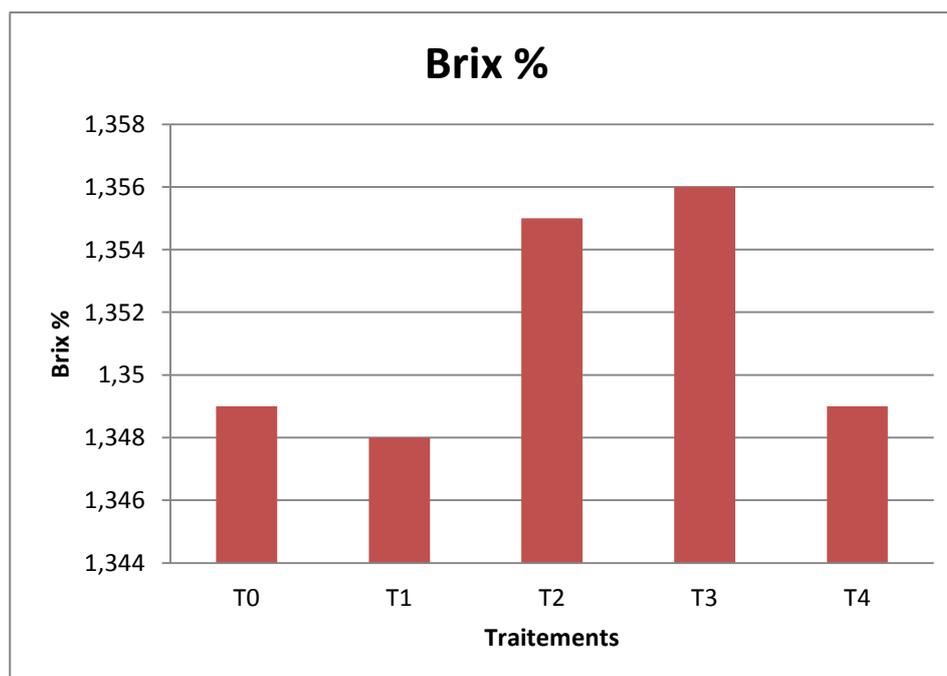
Le test **Kruskal-Wallis** indique l'existence de 2 groupes homogènes A et B.

On constate que le meilleur rendement chez les plants traités par le biofertilisant se trouve au niveau des traitements T3 correspondant à la dose de 75%. En revanche, le plus faible rendement a été enregistré chez le témoin T0. Ces résultats impliquent que le biofertilisant a amélioré le rendement du piment.

### 4.1.3. Paramètre de qualité du fruit

#### 4.1.3.1. Brix (%) :

D'après les résultats relatifs au taux de sucre des piments (Annexe A, tableau 8) sont illustrés par la figure 29.

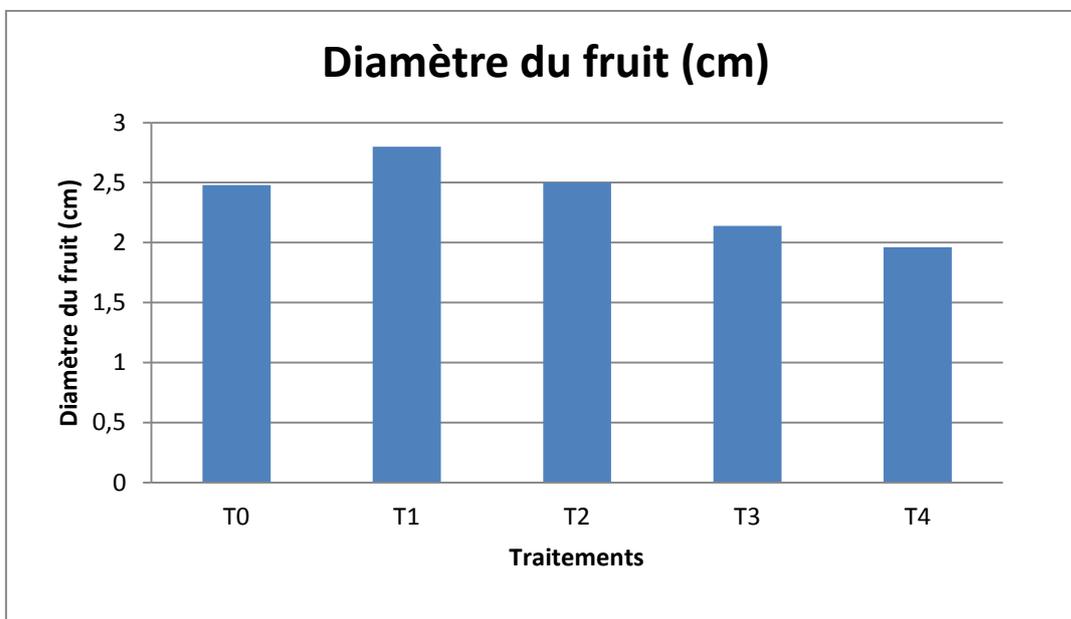


**Figure 29: Taux de Brix**

L'analyse de la variance au seuil de 5% (Annexe B, tableau 8) des taux de Brix du piment montre une différence non significative entre les différents traitements appliqués ( $p=0,05$ ). Le meilleur taux de Brix a été enregistré avec le T3 correspondant à la dose 75% du biofertilisant foliaire. Le plus bas taux de Brix a été obtenu avec la dose de 25%.

### 4.1.3.2. Diamètre du fruit :

Les résultats obtenus pour le paramètre « Diamètre du fruit » pour l'ensemble des traitements étudiés (Annexe A, tableau 9) sont illustrés par la figure 30.



**Figure 30: Diamètre du fruit**

L'analyse de la variance au seuil de 5% (Annexe B, tableau 9) de l'application foliaire du biofertilisant montre une différence significative des différents traitements sur le diamètre de fruit ( $p=0,027$ ).

Le test Shapiro-Wilk indique l'existence de deux groupes homogènes.

La figure 30, indique que les résultats ne sont pas les mêmes chez les différents traitements. La tige la plus vigoureuse apparaît chez le traitement T1 à la dose de 25% avec une valeur de (2,8cm), suivi par les traitements T2 et le témoin qui sont présentent des valeurs pratiquement similaires. Cependant, le plus petit diamètre est enregistré avec plus la forte la dose. Ces résultats traduisent que les fortes doses du biofertilisant n'ont pas agit favorablement sur le diamètre des tiges des plants de piment.

### 4.1.3.3. Longueur du fruit :

Les résultats obtenus pour le paramètre « Longueur du fruit » pour l'ensemble des traitements étudiés (Annexe A, tableau 10) sont illustrés par la figure 31.

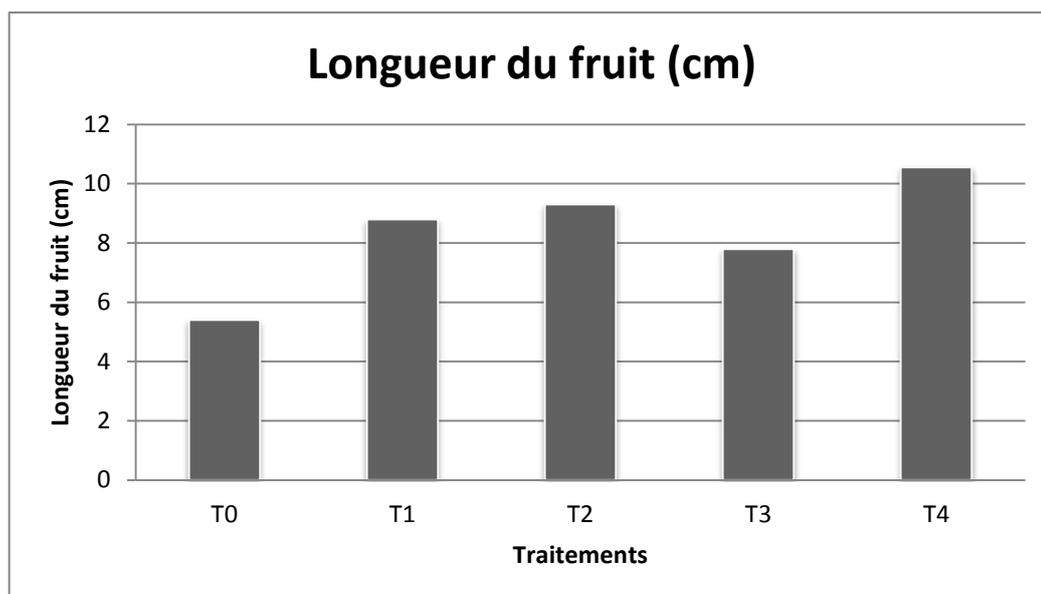


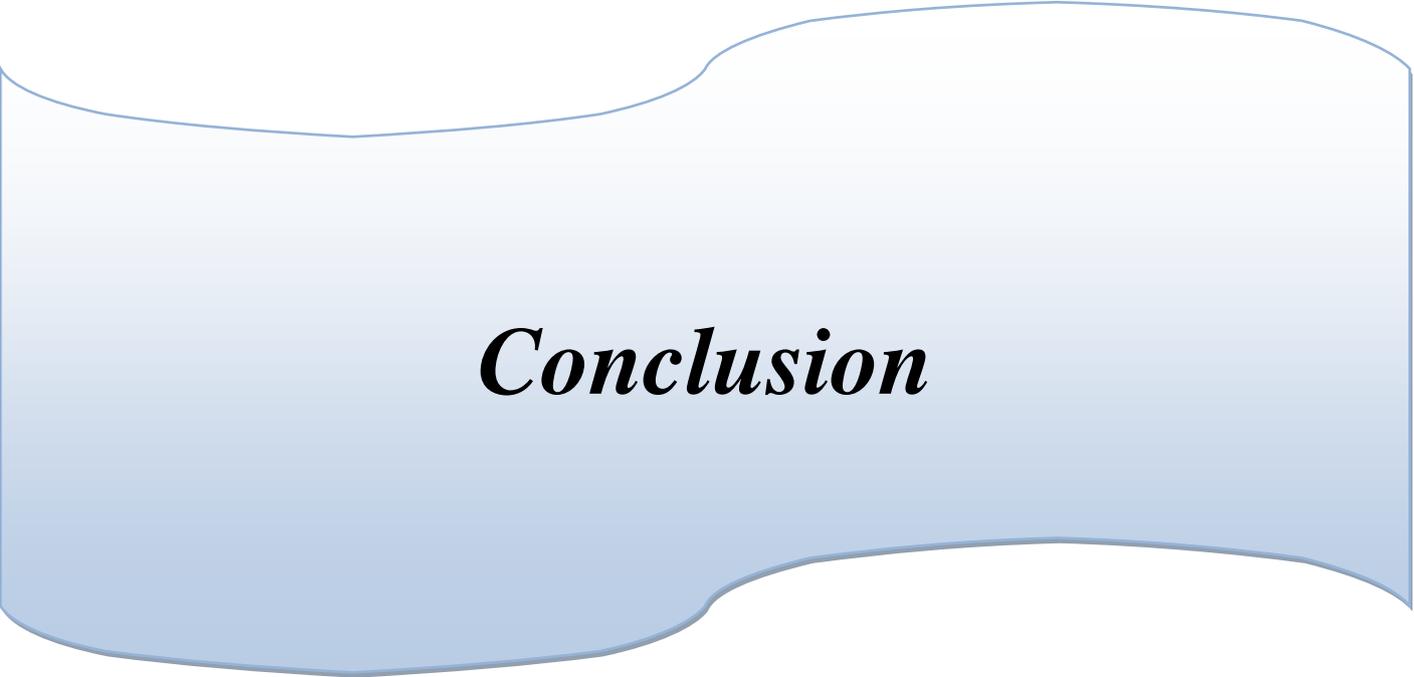
Figure 31: Longueur du fruit

L'analyse de la variance au seuil de 5% (Annexe B, tableau10) de la longueur du fruit montre une différence non significative ( $p=0,1$ ) entre les différents traitements appliqués à la culture de piment. La meilleure longueur a été enregistrée chez le T4 alors que la plus petite longueur a été obtenue avec le témoin.

#### 4.1.3.4. Couleur et test gustatif

Couleur \ Goût	Vert	Vert-rouge	Rouge
Doux	-	-	-
piquant	-	-	-
Très piquant	+	+	+

Le test gustatif a permis de constater que pour tous les traitements, les piments étaient tous très piquants (capsicine serait fortement présente) quelle que soit leur couleur (stade de maturité) y compris le témoin. Ce qui implique que ce caractère génétique n'a probablement pas été influencé par le biofertilisant.



***Conclusion***

### Conclusion

Le choix raisonné de la culture et du dispositif expérimental adéquat, nous ont permis d'atteindre l'objectif de notre étude, notamment tester l'effet du biofertilisant d'origine végétale à base d'algues marines, sur la qualité et le rendement d'une culture de piment cultivée sous serre.

Les méthodes d'analyses adoptées, ont donné des résultats significatifs à hautement significatifs, tant pour les paramètres de croissance, de production et de qualité. Le suivi rigoureux de l'expérimentation, nous a conduits aux résultats suivants :

Les résultats sont performantes est pareilles chez tous les traitements T2, T3, et T4.

#### ▪ Du point de vue croissance

##### **-Vitesse de croissance (cm/jour)**

Les meilleurs résultats sont obtenus par le traitement T4 avec une dose=100% et d'une application foliaire qui a représenté une vitesse de croissance très importante.

##### **-Hauteur final des plants (cm)**

Le biofertilisant a agit plus favorablement sur les traitements T4, T3, T2 qu'à le traitement T1.

##### **-Diamètre final des tiges**

Les meilleurs résultats sont obtenus chez les deux traitements : T1 et T4

##### **-Nombre de feuilles par plant**

Les meilleurs résultats sont enregistrés chez les traitements T2, T3 et T4.

#### ▪ Du point de vue production

##### **-Nombre de fleurs par plant**

Les meilleurs performances sont observées chez les traitements T1 et T3aux doses 25% et 75%.

##### **-Nombre de fruits par plant**

Les résultats sont pareils chez les différents traitements T1, T2, T3 et T4 donc le biofertilisant s'est avéré efficace sur le nombre de fruits des plants de piment.

##### **-Taux d'avortement**

Il semble que le biofertilisant a favorisé la floraison, puisque tous les traitements appliqués à la variété de piment « Corne de chèvre » sont satisfaisants. Le taux d'avortement

le plus élevé est obtenu chez le traitement T3, correspondant à la dose 75% en application foliaire.

### **-Rendement total des fruits par plant**

L'amélioration du rendement est remarquable, tous les traitements présentent des résultats plus élevés que ceux du témoin. Les meilleurs résultats sont présentés par les traitements T3, T2 et T4 et présentent les valeurs respectives de (0,043) et (0,042) et (0,041).

### **-Test gustatif**

Les résultats du test gustatifs sont pareils chez tous les traitements qui présentent un goût très piquant.

### **-Couleur de fruit**

Pour le paramètre couleur de fruit les résultats sont semblables chez les différents traitements.

- **Du point de vue qualité**

### **-Brix**

Les taux de sucre des différents traitements sont bien plus importants que ceux du témoin, sauf le T1 qui représente des résultats plus faibles que le témoin T0. Cette amélioration est très avantageuse en industrie de transformation.

### **-Diamètre de fruit**

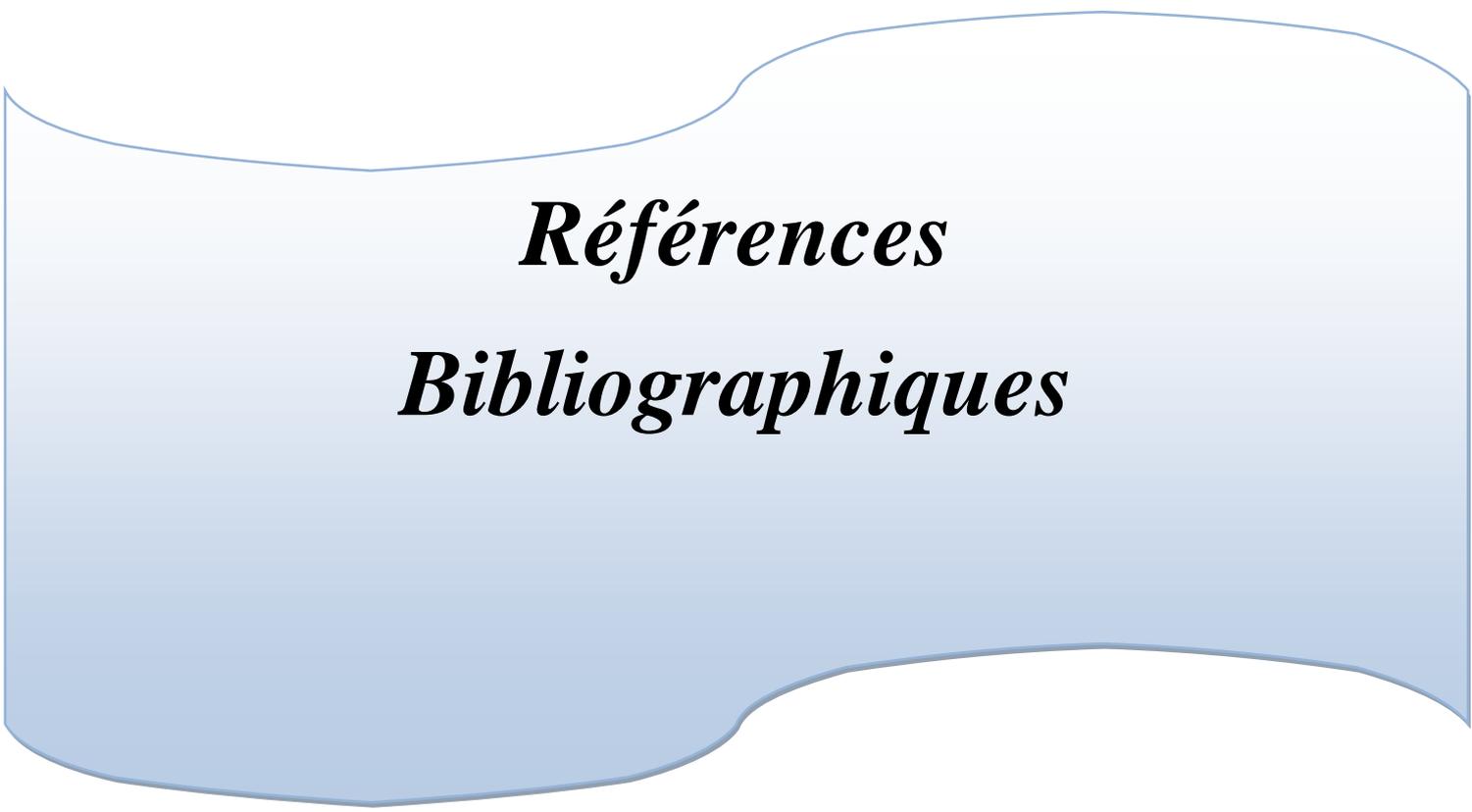
Pour le paramètre diamètre de fruit les résultats les plus performants sont enregistrés par le traitement T1 qui représente les plants de piment ayant des tiges très vigoureuses.

### **-Longueur de fruit**

Le meilleur résultat de longueur de fruit est obtenu par le T4

A la lumière de ces résultats satisfaisants, et compte tenu des exigences du consommateur vis-à-vis des produits de qualité, exempts de polluants, il serait judicieux de poursuivre ces recherches, pour déterminer les doses qui seraient quantitativement et qualitativement les plus rentables pour la culture de piment.

Donc il est préférable d'appliquer ce bio fertilisant « Dalgin », pour un meilleur rendement dans la culture de piment sous serre.



***Références***

***Bibliographiques***

## Références bibliographiques

### A

**AGGARWAL B.B, SHISHODIA S., 2006.** Molecular targets of dietary agents for prevention and therapy of cancer. *Biochem Pharmacol.*, 71 (10):1397-421.

### B

**BERNIER P. D., BORVANO M. , OUGASTA F ., 2004.** Syndrome du côlon irritable. Manuel de nutrition clinique en ligne. Ordre professionnel des diététistes du Québec P12.

**BOKIL, K.K., V.C. MEHTA AND D.S. DATAR., 1974.** Other groups of algae, seaweed liquid fertilizer can be applied to various crop plant in order to enrich the nutrient content of the soil and intern to increase the growth and yield of cultivable plants P25.

**BORGES R.M ., 2001.** New Mexico State Université. [Consulté le 10 avril 2004]. [www.chilepepperinstitute.org](http://www.chilepepperinstitute.org)

**BOOTH, E., 1965.** The manorial value of seaweed. *Botanica Marina*, (8): 138-143.

**BOURBONNAIS C., 2015.** Fertilisation foliaire Organisme, France Ministère des affaires étrangères, Cirad, centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement France.

### C

**CHABALIER., 2006.** . Gastroprotection induced by capsaicin in healthy human subjects. *World J Gastroenterol*, 11(33):5180-4.

**CHING LS, MOHAMED S., 2001.** Alpha-tocopherol content in 62 edible tropical plants. *J Agric Food Chemistry*, 49(6):3101-5.

**CRONQIST. ,1981.** Alpha-tocopherol: roles in prevention and therapy of human disease. *Biomed Pharmacother.*

## **D**

**DOUCET E, TREMBLAY A., 1997.** Food intake, energy balance and body weight control. *Nutrition*, 51(12):846-55.

**DSA Ain Defla., 2015.** Données statistiques. Document interne non publié.

**DSA d'Ain Defla, 2017.** Données statistiques. Document interne non publié.

## **E**

**EYRAS et LEPINE LACROIX G. et BERNIER P., 2008.** Ulcère gastroduodéal. Manuel de nutrition clinique en ligne

## **F**

**FAO, 2007 .,** disponible sur :<http://Faostate.Fao.org> et <http://ecocrop.Fao.org>.

**FONDIO L, CHRISTOPHE M, HORTENESED., 2009 :** direction programmes de recherche et de l'appui au développement et direction des innovations et des systèmes d'information.

**FOURY C et PITRAT M., 2015 :** Histoires de légumes pour la science p200.

**MENARD F., 2010 :** Agriculture biologique et environnement ; val morin Ed :canada, 201p.

## **G**

**GABRIEL M. , 2010.** Diversite de rastonia *Solana cearum* au cameroun et bases genetiques de la resist ance chez le piment (*Capsicum annum*) et les solanacees.<https://pastel>.

**GERARD D. et FRANÇOIS C., 2009.** Petit Larousse des plantes médicinales P47.

**GRUNWALD J. et CHRISTOF J., 2004.** Guide de la phytothérapie, département de biologie. L'origine de l'agriculture P261.

## H

**HOWARD L.R., TALCOTT ST., 2000.** Changes in phytochemical and antioxidant activity of selected pepper cultivars (*Capsicum species*) as influenced by maturity. *J Agric Food Chemistry*, 48(5):1713-20.

**HURTADO , CHINGL LS, MOHAMED K. 2009.** Food in History, Three Rivers Press, États-Unis, This Hervé. INRA.<http://toildepices.free.fr>

## I

**INDAF., 2005.** Institut des nutraceutiques et des aliment fonctionnels, Santé Canada. Fichier canadien sur les éléments nutritifs.

**ITCM., 2010 .**fiches techniques valorisées des maraîchères et industrielles.

## J

**PETIT J , JOBIN P, 2005.** La fertilisation organique des cultures biologique. p4.

## L

**LECLERC ORGATERR B., 2009.** La fertilisation organique en culture biologique. P65

**LEE Y., HOWARD L.R., VILLALON B., 1995.** Flavonoids and antioxidant activity of fresh pepper (*Capsicum annuum*) Cultivars. *Journal of Food Science*, 60(3):473-6.

**LEFEVRE A ., 1938 .** Les engrais. Edition Flammarion-Paris, p20.

**LEJEUNE M.P., KOVACS E.M., WESTERTERP-PLANTENGA MS., 2003.** Effect of capsaicin on substrate oxidation and weight maintenance after modest body-weight loss in human subjects. *Br J Nutr.*,90(3):651-9.

**LEPINE LACROIX G. ET BERNIER P., 2004.** Ulcère gastroduodéal. Manuel de nutrition clinique en ligne, Ordre professionnel des diététistes du Québec P63.

**LIM K., YOSHIOKA M., 1997.** Dietary red pepper ingestion increases carbohydrate oxidation at rest and during exercise in runners. *Med Sci Sports Exerc.*, 29(3):355-61.

**LUQMAN S, RIZVI SI ., 2006.** Protection of lipide peroxidation and carbonyl formation in proteins by capsaicin in human erythrocytes subjected to oxidative stress. *Phytother Res.*, 20(4):303-6.

### **M**

**MAEVA B, 2013.** .The plant kingdom as a source of anti-ulcer remedies.

**MARTIN A., 2001** .Apports nutritionnels conseillés pour la population française. Editions TEC&DOC, 3<sup>ème</sup> édition P45.

**MATERSKA M., PERUCKA I ., 2005.** Antioxydant. *J Agric Food Chem.*, 53(5):1750-6.

**MIEAN K.H., MOHAMED S., 2001.** Flavonoid (myricetin, quercetin, kaempferol, luteolin, and apigenin) content of edible tropical plants. *J Agric Food Chem.*, 49(6):310612.

**MITRA S. K., SADHU M. K., BOSE T. K., 1990.** Nutrition of vegetable crops. Ed. Naya Prokash. Calcutta, India, pp 101 – 105.

### **N**

**NORRIE B et KEATHLEY N ?., 2006.** Histoire naturelle et morale de la nourriture, Université de Montréal, département de biologie. L'origine de l'agriculture P79.

### **P**

**POCHARD E., 1987.** Histoire du piment et recherche de l'appui au développement - Direction des innovations et des systèmes d'information P75.

### **R**

**ROBITAILLE ., 1996.** Nouveau dictionnaire étymologique et historique, Librairie Larousse, France.

**ROSS J.A., KASUM C.M., 2002** Dietary flavonoids: bioavailability, metabolic effects, and safety. *Annu Rev Nutr* ; 22:19-34.

**ROUSSOS M, DALEM T., LINDGREN K et HODGES L., 2009.** Peppers. Cooperative Extension, Institute of Agriculture and Natural Resources, University of Nebraska-Lincoln, États-Unis. <http://ianrpubs.unl.edu>.

### **S**

**SCALBERT A., MANACH C., 2005** Dietary polyphenols and the prevention of diseases. *Crit Rev Food Sci Nutr.*, 45(4):287-306.

**SHANKARA N, VAN LIND T, JEUD J, GOFFAU M, HILMI M, 2005.** Biochemistry and molecular biology of carotenoid biosynthesis in chili peppers Office of International Affairs. P35

**SURH Y., 1999.** Molecular mechanisms of chemopreventive effects of selected dietary and medicinal phenolic substances. *Mutat Res.*, 428(1-2):305-27.

**SURH Y.J., LEE E., LEE J.M., 1998.** Chemoprotective properties of some pungent ingredients present in red pepper and ginger. *Mutat Res.*, 402(1-2):259-67.

**SURH YJ., 2002.** Anti-tumor promoting potential of selected spice ingredients with antioxidative and anti-inflammatory activities: a short review. *Food Chem Toxicol.*,40(8):1091-7.

### **V**

**VAN DAM B., et FLORIJIN A., 2005.** La culture de la tomate : production , transformation et commercialisation.5eme (ed). Foundation Agromisa et CTA, .Wageningen. P18,19.

**VAN SCOELL L., 1998.** Gerer la fertilité du sol. 4<sup>ème</sup> Ed : révision, Paris, 83p.

**VERKLEIJ., 1992.** The Cambridge World History of Food, Cambridge University Press, Grande-Bretagne.

## W

**WESTERTERP-PLANTENGA M.S., SMEETS A., LEJEUNE M.P., 2005.** Sensory and gastrointestinal satiety effects of capsaicin on food intake. *Int J. Obes.*, (6):682-8.

**WILCOX J.K., CATIGNANI G.L. et LAZARUS S., 2003.** Tomatoes and cardiovascular health. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 43: 451-463.

**WILLCOX J.K., ASH S.L., CATIGNANI G.L. , 2004.** Antioxidants and prevention of chronic disease. *Crit Rev Food Sci Nutr.*, 44(4):275-95.

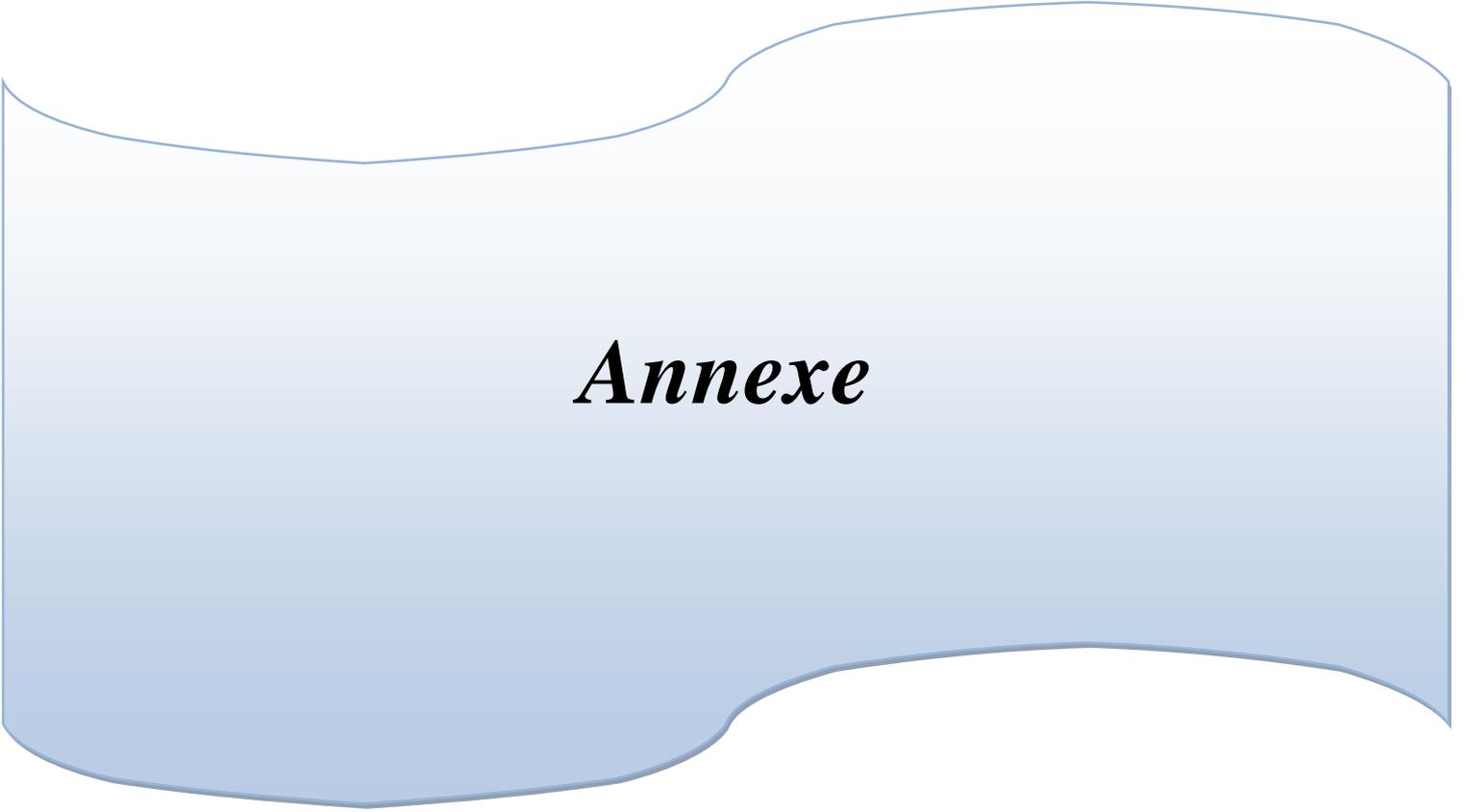
## Y

**YOSHIOKA M., IMANAGA M., 2004.** Maximum tolerable dose of red pepper decreases fat intake independently of spicy sensation in the mouth. *Br. J. Nutr.*, 91(6):991-5.

**YOSHIOKA M., ST-PIERRE S., 1999.** Effects of red pepper on appetite and energy intake. *Br. J. Nutr.*, 82(2):115-23.

## Z

**ZUANG H. , 1982.** Cultures légumières sur substrats. Installation et conduite. Ed : CTIFL, Paris ,200p.



*Annexe*

**Annexe A****Tableaux des paramètres étudiés****Tableau 1 : Hauteur final des plants (cm)**

Traitements Paramètre	T0	T1	T2	T3	T4
Hauteur final des plants	62,2 ± 4.93 B	82,86 ± 4.72 A	85,4 ± 6.74 A	85 ± 4.60 A	84,9 ± 9.58 A

**Tableau 2 : Diamètre final des tiges (cm)**

Traitements Paramètre	T0	T1	T2	T3	T4
Diamètre final des tiges	3,6 ± 0.2	4 ± 0.32	3,8 ± 0.4	3,72 ± 0.17	3,96 ± 0.08

**Tableau 3 : Nombre de feuilles par plant**

Traitements Paramètre	T0	T1	T2	T3	T4
Nombre de feuilles par plant	85,4 ± 7.17 B	150,8 ± 37.03 A	198,6 ± 30.91 A	197,6 ± 11.79 A	186,6 ± 33.84 A

**Tableau 4 : Nombre de fleurs par plant**

Traitements Paramètre	T0	T1	T2	T3	T4
Nombre de fleurs par plant	9,8	14	10	14,6	12,2
	± 8.70	± 7.15	± 4.08	± 3.37	± 4.66

**Tableau 5 : Nombre de fruits par plant**

Traitements Paramètre	T0	T1	T2	T3	T4
Nombre de fruits par plant	2,4	4,2	4,2	4,2	4,2
	± 3.38	± 2.71	± 3.31	± 2.15	± 2.78

**Tableau 6 : Taux d'avortement**

Traitements Paramètre	T0	T1	T2	T3	T4
Taux d'avortement	32,6	28,86	34,5	38,54	35,88
	± 18.59	± 11.50	± 14.33	± 16.58	± 4.30

**Tableau 7 : Rendement total des fruits par plant (Kg)**

Traitements Paramètre	T0	T1	T2	T3	T4
Rendement total des fruits par plant	0,024	0,037	0,042	0,043	0,041
	± 0.029 B	± 0.023 AB	± 0.027 AB	± 0.021 A	± 0.020 A

**Tableau 8** : Brix (%)

Traitements Paramètre	T0	T1	T2	T3	T4
Brix	1,349	1,348	1,355	1,365	1,349
	±	±	±	±	±
	0.0012	0.0015	0.0037	0.0030	0.0014

**Tableau 9** : Diamètre de fruit

Traitements Paramètre	T0	T1	T2	T3	T4
Diamètre de fruit	2,48	2,8	2,5	2,14	1,96
	±	±	±	±	±
	0.42 A	0.24 A	0.44 AB	0.31 AB	0.08 B

**Tableau 10** : Longueur de fruit (cm)

Traitements Paramètre	T0	T1	T2	T3	T4
Longueur de fruit	5,4	8,8	9,3	7,8	10,55
	±	±	±	±	±
	4.07	0.57	0.11	1.10	1.38

**Annexe B****Tableaux de l'analyse de variance****Tableau 1** : Hauteur finale des plants (cm)

Effet	SC	DDL	MC	F	P
Traitement	2015.8	4	504.0	0.26989.830	0.000145
Erreur	1025.4	20	51.3		

**Tableau2** : Diamètre final des tiges (cm)

Effet	SC	DDL	MC	F	P
Traitement	0.48550	4	0.12138	1.66	0.13
Erreur	1.16922	20	0.07308		

**Tableau 3** : Nombre de feuilles par plant

Effet	SC	DDL	MC	F	P
Traitement	45944.4	4	11486.1	12.5452	0.000029
Erreur	18311.6	20	915.6		

**Tableau 4** : Nombre de fleurs par plant

Effet	SC	DDL	MC	F	P
Traitement	77.760	4	19.440	0.44002	0.778216
Erreur	883.600	20	44.180		

**Tableau5** : Nombre de fruits par plant

Effet	SC	DDL	MC	F	P
Traitement	23.7600	4	5.9400	0.56357	0.691834
Erreur	210.8000	20	10.5400		

**Tableau 6 :** Taux d'avortement de fleurs par plant (%)

Effet	SC	DDL	MC	F	P
Traitement	263.53	4	65.88	0.2698	0.893950
Erreur	4884.32	20	244.22		

**Tableau 7:** Le poids du fruit par plant

Effet	SC	DDL	MC	F	P
Traitement	0.00124	4	0.00031	0.51	0.000000
Erreur	0.00982	20	0.00061		

**Tableau 8 :** Brix(%)

Effet	SC	DDL	MC	F	P
Traitement	11.6	4	27.9	340	0.052920
Erreur	82	10	8.2		

**Tableau 9:** Diamètre de fruit

Effet	SC	DDL	MC	F	P
Traitement	2.17360	4	0.54340	4.04	0.000000
Erreur	2.15440	20	0.13465		

**Tableau 10:** Longueur de fruit (cm)

Effet	SC	DDL	MC	F	P
Traitement	74.740	4	18.6850	1.06	0.1
Erreur	281.610	20	17.5006		