

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE SAAD DAHLAB - BLIDA 1



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Biotechnologie et agro-écologie

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master dans le domaine SNV
Filière Sciences Biologiques

Option :
Biotechnologie végétale
Thème

Intérêt de priming et double priming sur la croissance et la germination de la courgette (*Cucurbita Pepo L.*)

Présenté par :

* Boumeddine Dounia

* Guerroudja Bahia

Date de soutenance :06/ 07/ 2022

* Mihoubi Meriem

Devant le jury :

Présidente Mm. Bradea Maria Stella

C-promotrice Dahmeni A

Promoteur Mr. Snoussi S.A

Examineur Mr. Zouaoui A

Professeur

Doctorante

Professeur

MCA

Promotion: 2021-2022

Remerciements

Tous nos remerciements vont d'abord à notre DIEU le tout puissant, pour nous avoir donnée la force, la patience et la volonté pour que nous puise achever ce modeste travail.

On remercie dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire. Tous d'abord, ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir le jour sans l'aide et l'encadrement de Pr SNOUSSJ, on le remercie pour la qualité de son encadrement exceptionnel pour sa patience, sa rigueur et sa disponibilité durant notre préparation de ce mémoire, on remercie aussi Pr Maria Stella, Dr Zouaoui, Dr Benzakra et Dr Degaickia pour leurs aide.

Notre remerciement s'adresse également à tous nos professeurs pour leurs générosités et la grande patience dont ils ont su faire preuve malgré leurs charges académiques et professionnelles. Enter En fin toute personne qui a participé de près ou de loin à l'accomplissement de ce mémoire soit sincèrement remerciée.

Dédicaces

Avec l'expression de ma connaissance, je dédie ce modeste travail à ce qui quelque soit les termes embrassés, je n'arriverais jamais à leurs amour s'insère. A l'homme mon précieux offre du dieu, qui doit ma vie, ma réussite et tout mon respect, mon cher père : « Boudiaf ».

A la femme qui souffert sans me laisser souffrir, qui n'a épargné aucun effort pour me rendre heureuse ma chère mère : « Safia »

A mon adorable petite fille, ma vie, de qui je puisse ma force et mon bonheur, ma belle fleur : « Amira ».

A mes chères frères et sœurs : Nora, Abdeldjawad, Messoud, Semia, Mohamed et Sihem. Et tous mes cousins, que dieu leurs donne une joyeuse vie.

A tout le personnel de la Queen Academy, je vous aime.

MERJEM

A l'homme de ma vie, mon exemple éternel, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, à toi mon père : «

Ben youcef »

A maman « Isma » pour son amour, et qu'elle m'a toujours accordé en témoignage de ma reconnaissance envers sa confiance, ses sacrifices et sa tendresse.

A mon mari qui m'aide et me soutien « Fares »

A la lumière des mes jours, la sources de mes efforts, ma vie et mon bonheur, ma petite fille « Mélissa ».

A mes chers frères : « Sohaib, Adel, Abdellatif, Romaïssa » pour l'amour de qu'ils me réservent.

A ma belle-famille qui me soutien et m'encourage.

A mes chères collègues : Dounia, Meriem.

Je leurs souhaite une vie pleine du bonheur et du succès

BAHIA

Je dédie ma famille, qui m'encourage toujours

Et qui sont ma toute force :

- *A mes chers parents : « Rachid et Fatiha »*
 - *A mes chères sœurs et mon frère.*
 - *A mes collègues : « Bahia, Meriem »*

DOUNIA

Sommaire

Remerciements.....	2
Dédicace.....	3
Sommaire.....	6
Liste des figures.....	11
Liste des tableaux.....	12
Liste des abréviations.....	13
Résumé.....	15
Introduction	16

CHAPITRE I : Partie Bibliographique

1. Généralités sur l'espèce	20
1.1. Généralité sur cucurbita Pepo L.....	20
1.2. Zone de production	20
1.3. Classification botanique	20
1.4. Caractéristiques structurales de courgette.....	21
1.5. Caractéristiques morphologiques de courgette.....	21
1.5.1. L'appareil végétatif.....	22
1.5.1.1. Le système racinaire.....	22
1.5.1.2. La tige.....	22
1.5.1.3. La feuille.....	22
1.5.2. L'appareil reproducteur de courgette.....	23
1.5.2.1. La fleur.....	23
1.5.2.2. Le fruit.....	24
1.6. Cycle biologique de cucurbita Pepo L.....	24
1.6.1. Phase de germination.....	24
1.6.2. Phase de croissance.....	24
1.6.3. Phase de floraison et la pollinisation.....	24

1.6.4. Phase de fécondation, de nouaison et de fructification.....	25
1.7. Écologie de courgette.....	25
1.7.1. Les exigences climatiques.....	25
1.7.1.1. La température.....	25
1.7.1.2. La lumière.....	26
1.7.1.3. L'humidité.....	26
1.7.2. Exigences édaphiques.....	26
1.7.2.1 Le sol.....	26
1.7.2.2. Le pH.....	26
1.7.3. Exigences nutritionnelles.....	26
1.8. La valeur alimentaire et énergétique de la courgette.....	27
1.9. Principaux ravageurs.....	27
1.10. Principales maladies de la courgette.....	29
1.10.1. Maladies cryptogamiques.....	29
1.10.1.1 Pourriture où moisissure grise.....	29
1.10.1.2. Oïdium.....	30
1.10.1.3. Millon des cucurbitacées.....	31
1.10.2. Principales maladies bactériennes.....	31
1.10.2.1. Pourriture moelle.....	31
1.10.3. Maladies virales.....	32
1.10.3.1. Virus de la mosaïque de concombre (CMV).....	32
1.10.3.2. Mosaïque jaune de la courgette.....	32
1.11. Récolte.....	33
2. Généralités sur la germination.....	34
2.1. Définition de la germination.....	34
2.2. Morphologie et physiologie de la germination.....	35
2.2.1 Morphologie de la graine.....	35
2.2.2. Physiologie de la germination.....	35

2.3. Les facteurs de la germination.....	36
2.3.1. Conditions externes de la germination.....	36
2.3.2. Les conditions internes de la germination.....	37
2.4. Différents obstacles de la germination.....	38
2.4.1. Dormance embryonnaire.....	39
2.4.2. Inhibitions tégumentaires.....	39
2.4.3. Inhibitions chimiques.....	39
2.5. Techniques utilisées dans la levée des inhibiteurs de la germination.....	39
2.5.1. Naturellement.....	40
2.5.2. Artificiellement.....	40
2.5.2.1. Stratification.....	40
2.5.2.2. Froid.....	40
2.5.2.3. Lixiviation.....	40
2.5.2.4. Traitements oxydants.....	40
2.5.2.5. Scarification.....	41
3. Priming.....	41
3.1. Définition du priming.....	41
3.2. Types de priming.....	41
3.2.1. Osmopriming.....	42
3.2.2. Hormopriming.....	42
3.2.3. Chimiopriming.....	43
3.2.4. Biopriming.....	43
3.2.5. Hydropriming.....	43
a. Simple hydropriming.....	43
b. Double hydropriming.....	43
3.3. Avantages et inconvénients du priming.....	44

Chapitre II : Matériel et Méthodes

1. Objectif de l'étude.....	47
2. Matériels et méthodes.....	47
2.1. Site de l'essai.....	47
2.2. Matériel végétal.....	47
2.3. Matériels de laboratoire.....	47
2.4. Matériels de la serre.....	48
3. Méthodes.....	48
3.1. Détermination de la faculté germinative.....	48
3.2. Préparation des échantillons.....	49
3.3. Préparation de sol.....	51
3.4. Plantation.....	52
3.5. Irrigation.....	53
4. Mesures biométriques révélés	53
4.1. Hauteur finale des plantes	54
4.2. Nombre de feuilles par plante.....	54
4.3. Diamètre des tiges en cm.....	54
4.4. Poids frais des feuilles	54
4.5. Poids des tiges.....	54
4.6. Nombre moyen de fruits par plante.....	54
4.7. Analyse de données	54

CHAPITRE III : Resultats et Discussion

3.1. La germination.....	56
3.2. Paramètres biométriques mesurés.....	59
3.2.1. Hauteur finale des plantes	59
3.2.2. Diamètre des tiges	60

3.2.3. Poids des tiges des plantes	60
3.2.4. Nombre des feuilles.....	61
3.2.5. Poids frais et sec des feuilles	62
3.2.6. Nombre des fruits par traitement.....	62
3.2.7. Biomasse fraîche et sèche	63

Conclusion

Références bibliographiques

Annexes

Liste des figures

Figure 1 : Les différentes formes de la courgette.....	22
Figure 2 : Fleurs de courgette (fleur mâle à gauche, fleur femelle à droite)	23
Figure 3 : Aleurodes adulte.....	27
Figure 4 : Colonie de pucerons sur la courgette.....	28
Figure 5 : Acarien adulte	28
Figure 6 : Nématodes à galle	29
Figure 7 : Courbe théorique d'imbibition d'une semence.....	36
Figure 8 : Facteurs influençant la germination d'une graine.....	38
Figure 9 : Préparation de témoin in vitro.....	48
Figure 10 : Préparation de témoin in vivo.....	49
Figure 11 : Préparation des échantillons des techniques priming et double priming	50
Figure 12 : Imbibition de double priming	51
Figure 13 : Dispositif expérimental	52
Figure 14 : Le semis des graines	52
Figure 15 : Mesures finales des paramètres biométriques.....	53
Figure 16 : La vitesse de germination en %.....	56
Figure 17 : Le taux de germination.....	57
Figure 18 : Nombre de germination des graines par jour.....	59
Figure 19 : Hauteur final des plans de courgettes en (cm).....	59
Figure 20 : Poids des tiges des plantes en(g).....	61
Figure 21 : Nombre des feuilles par plante.....	61
Figure 22 : Nombre des fruits par traitement.....	62
Figure 23 : Biomasse sèche totale.....	64
Figure 24 : Biomasse fraîche totale.....	64

Listes des tableaux

Tableau 1 : Classification botanique de la courgette.....	21
Tableau 2 : Principaux ravageurs et leurs symptômes de la courgette.....	29
Tableau 3 : Poids initial des échantillons de la technique de priming	49
Tableau 4 : Poids initial des échantillons de la technique de double priming	50
Tableau 5 : Le taux de germination.....	57
Tableau 6 : Comportement germinatif.....	58
Tableau 7 : Diamètre des tiges en (mm).....	60
Tableau 8 : Comparatif du poids frais et sec par traitement.....	62
Tableau 9 : Biomasse fraîche et sèche produite par traitement.....	63

Liste des abréviations

°C	Degré Celsius
Cm	Centimètre
Mm	Millimètre
g	Gramme
Mg	Milligramme
T	tonne
Ha	Hectare
TG	Taux de germination
VG	Vitesse de germination
T1	Témoin
T2	Traitement du priming
T3	Traitement du double priming
KJ	Kilo Joule
UI	Unité internationale
INRA	Institut national de la recherche agronomique
AREU	Agricultural Research Extension Unit
FAO	Food and agriculture Organizations
SNHF	Société nationale d'horticulture de France
%	Pour cent
ABA	Acide abscissique
GAB	Acide gibbérellique
K	Potassium
Ca	Calcium
ANOVA	Analyse of variance

Résumé :

La présente étude a pour objectif de comparer la germination et la croissance de graines issus de trois traitements témoin (T1), priming (T2) et double priming (T3) appliqués sur la courgette (*Cucurbita Pepo L*). Les paramètres évalués sont les paramètres végétatifs et de production de la courgette.

Les résultats montrent que la germination des graines a été bien accélérée au niveau de traitement (T2) avec 0.53 graines germées par jour et 0.24 pour le traitement (T3), alors que le témoin avait une vitesse de germination réduite par rapport aux deux autres traitements. Les mêmes résultats sont apparus pour le taux de germination. Les résultats issus des paramètres végétatifs montrent que, la hauteur moyenne des plantes est statiquement non différente entre les différents types de traitements appliqués. Également, le nombre de feuilles, le nombre de fruit, et les poids des tiges et feuilles ne présentent pas de différences significatives, néanmoins une légère différence et observer au niveau de la technique de priming. De ce fait nous pouvons conclure que la technique de priming et double priming n'ont pas un impact sur la croissance de la courgette.

L'essai a été réalisé au laboratoire, ensuite une transplantation au niveau de serre a été réalisée où des paramètres végétatifs et de production, ont été mesurés à savoir : hauteur de tiges, diamètre, poids de tiges et de feuilles, et nombre des fruits.

Mots-clés : courgette, Priming, double priming, germination, croissance, graines.

Abstract:

The purpose of this study is to compare germination and seed growth from three control treatments (T1), priming (T2) and double priming (T3) applied to zucchini (*Cucurbita Pepo L.*). The parameters evaluated are the vegetative and production parameters of the zucchini.

The results show that seed germination was well accelerated at the (T2) treatment level with 0.53 seeds germinated per day and 0.24 for (T3) treatment, while the control had a reduced germination rate compared to the other two treatments. The same results were obtained for the germination rate. The results from the vegetative parameters show that the average height of the plants is statically not different between the different types of treatments applied. Also, the number of leaves, the number of fruits, and the weight of the stems and leaves do not show any significant differences, however a slight difference and observe at the level of priming technique. Therefore, we can conclude that the priming and double priming technique do not have an impact on zucchini growth.

The test was carried out in the laboratory, then a transplant at the greenhouse level was carried out where vegetative and production parameters were measured, namely: height of stems, diameter, weight of stems and leaves, and number of fruits.

Keywords: zucchini, priming, double priming, germination, growth, seeds.

INTRODUCTION

La production végétale et l'établissement de bonnes cultures agricoles dépendent étroitement de la germination des semences qui est une étape cruciale dans le cycle de vie des végétaux supérieurs (Cheng and Bradford, 1999). Or, La germination des graines est une étape importante et vulnérable dans le cycle de vie des plantes, détermine l'établissement des semis et la croissance des plantes. La germination des graines est régulée par l'interaction des conditions environnementales et l'état de préparation physiologique (Steckel et al., 2004). Chaque espèce végétale a une gamme spécifique d'exigences environnementales nécessaires à la germination (Baskin et Baskin, 1998). Le succès de la propagation naturelle dépend principalement de la réponse des graines aux facteurs environnementales externes. En plus, le succès de la germination peut refléter la taille de la population, la distribution et l'abondance des plantes (Rojas-Arechiga et al., 1998; Ramirez-Padilla et Valverde, 2005). Principalement, la température, la disponibilité de l'eau, le sol ou le type de substrat et le taux d'échange de gaz peuvent favoriser ou inhiber la germination et influencent le processus de germination des graines (Fenner et Thompson, 2005; Cota-Sanchez et Abreu, 2007).

La germination peut être hétérogène vu que les semences ne germent pas toutes de la même manière ni en même temps. Afin de résoudre ces problèmes et d'améliorer le développement et le rendement des espèces végétales, plusieurs approches ont été utilisées depuis plusieurs années (Basra et al., 2003). La technique la plus fréquente et la plus commune est l'amorçage ou l'endurcissement connue sous le nom de "priming".

C'est une méthode physiologique qui améliore la production végétale en modulant les activités métaboliques de la germination avant l'émergence de la racine (Bradford, 1986 ; Taylor and Harman, 1990), c'est à dire au cours de la phase réversible de la germination. Pendant cette phase la semence peut être redéshydratée tout en gardant sa capacité à germer (Mazliak, 1998). Au cours de l'amorçage, les semences sont hydratées partiellement à un niveau d'humidité suffisant pour permettre le déroulement des processus métaboliques prégerminatifs, mais insuffisant pour assurer la percée de la racine (McDonald, 2000 ; Ghassemi-Golezani et al., 2010). Beaucoup d'auteurs ont montré chez différentes espèces de grandes cultures telles que le haricot, la lentille, le blé, le maïs, le riz, la pastèque, le melon, la tomate, la carotte et l'amarante, que l'endurcissement des semences permet l'accélération et la synchronisation de la germination, (Heydekker et al., 1973; McDonald, 2000) ainsi qu'une meilleure croissance, une floraison plus précoce, une plus grande tolérance aux stress et un rendement plus élevé (Harris et al., 2002; Basra et al., 2006; Moosavi, 2009).

C'est dans cette optique, que notre étude a été envisagée sur l'espèce courgette qui est une plante annuelle et l'un des produits les plus consommés et en demande sur le marché, et elle est considérée comme un légume de choix pour tous les types de régimes. Les techniques de priming et de double priming ont été donc testés sur la courgette afin d'identifier le mode le plus efficace sur la germination et la croissance de la plante testée.

CHAPITRE I :

Partie Bibliographique

1. Généralités sur l'espèce

1.1. Généralité sur *cucurbita Pepo L*

La courgette est communément appelée zucchini. La courgette est un fruit consommé comme légume, faisant partie des cucurbitacées. Il existe plusieurs variétés de courgettes, par exemple, verte, jaune ou ronde. Initialement réservées à la cuisine méditerranéenne, les courgettes occupent aujourd'hui, chez nous aussi, une place de choix parmi les légumes offerts sur le marché. Les courgettes contiennent de la vitamine A et C, du calcium, du phosphore et du fer.

La courgette est une plante potagère qui pousse au sol, Elle possède de grandes feuilles. Elle a des fleurs de couleur jaune, qui donnent le fruit appelé également courgette. Elle est une plante annuelle à croissance indéterminée. C'est une plante monoïque : les fleurs mâles et femelles coexistent sur une même plante, mais distinctement. Les variétés *Cucurbita pepo*, utilisées pour la production de la courgette sont le plus souvent des hybrides (Chaux et Foury, 1994).

Le fruit est une baie charnue, uniloculaire, sans cavité centrale, cylindrique, parfois en massue, généralement de couleur verte.

Les fruits sont récoltés avant maturité complète avant qu'ils durcissent. En conditions printanières précoces, les premiers fruits sont récoltés entre 70 et 85 jours après le semis. De couleur, uniforme ou rayée, tachetée, son intensité est un facteur variétal (Erard, 2002).

1.2 Zone de production en Algérie

En Algérie, les conditions climatiques et les types de sol sont très favorables pour la culture de toutes les espèces de courges (Grubben, 2004). Leurs cultures couvrent une superficie de 8.010 ha avec une production totale de 875410 t. Les principales wilayas productrices de ce légume sont : Mostaganem, Alger, Boumerdes, M'Sila, Tipaza, ... Les cultures sous tunnel à Tipaza, Biskra, Alger et Mostaganem... représentent une production de 33 000 tonnes (Agroligne,2014)

1. 3. Classification botanique

Systématique de la plante *Cucurbita Pepo L.* (courgette) appartient à la famille de melon Cucurbitaceae qui comprend environ 95 genres et 950-980 espèces (Schaefer et Renner, 2011). La culture de *C. Pepo* est scientifiquement classée selon Feller et al. (1995) comme suit:

Ordre	Violales
Famille	Cucurbitaceae
Genre	Cucurbita L (1753)
Espèce	Cucurbita pepo L (1753).

Tableau 1 : Classification de courgette (Feller et al., 1995)

1.4. Caractéristiques structurales

D'après (Erard, 2002), La courgette est une plante annuelle, à végétation ramassée et à croissance indéterminée.

La plante entière porte des piquants et les feuilles sont de couleur verte unie ou tachetées de clair, découpées en 5 lobes aigus. Ces courges peuvent être creuses ou non. Le pédoncule devient très dur à maturité, mais il est marqué de cinq côtes longitudinales. Souvent, ces côtes se prolongent sur le fruit ou continuent sur ce dernier avec une couleur différente (Polese, 2006).

1.5. Caractéristiques morphologiques de la courgette

La courgette, du même genre que les courges et les potirons est la seule espèce dont le fruit est récolté et consommé à un stade immature (Mathieu et al., 2009).



Figure 1 : Les différentes formes de la courgette.

1.5.1. L'appareil végétative.

Il est composé de trois parties :

1.5.1.1 Le système racinaire

Les Cucurbitacées possèdent un système racinaire puissant qui peut descendre jusqu'à 2 mètres de profondeur chez la courgette. Toutefois, son développement dépend du type de sol où elle est cultivée. Il reste superficiel en sol sableux irrigué (entre 25 et 30 cm de profondeur) et produit de nombreuses racelles restant à la surface du sol, conséquence d'un apport en continu de la ferti-irrigation. En sol à texture plus fine, la majeure partie des racines se situe dans les 60 premiers centimètres.

1.5.1.2. La tige

La tige principale de la courgette possède des bourgeons secondaires atrophiés, avec des entrenœuds courts portant des feuilles, fruits et fleurs jaunes unisexués (Larousse agricole 2005).

1.5.1.3. La feuille

Les feuilles de courge présentent une feuille large de forme triangle.

La courgette possède de grandes feuilles, solidement soutenues par de longs et robustes pétioles. Elles sont isolées, ordonnées selon une hélice autour de la tige.

1.5.2. L'appareil reproducteur

Les courgettes, comme tous les membres de la famille des courges, produisent des fleurs mâles et femelles séparément sur un même sujet et dépendent des abeilles pour transporter le pollen des fleurs mâles aux fleurs femelles. Une fois la pollinisation effectuée, le pollen se développe dans un tube qui pénètre dans l'ovaire de la fleur femelle et dépose le pollen où il peut féconder l'ovule à l'intérieur. Chaque ovule à l'intérieur de l'ovaire se développe en une graine distincte, et la paroi de l'ovaire s'épaissit en une couche de fruits charnus. Le fruit vert savoureux que vous reconnaissez comme des courgettes (Anonyme,2020)

1.5.2.1 La fleur

La courgette est une plante monoïque dont les fleurs mâles et femelles sont séparées et situées sur le même plant. Les fleurs mâles sont stériles et les fleurs femelles produiront une courgette. La fleur mâle (fig2 à droite) est stérile (elle ne donnera pas de courgettes) mais possède des étamines La fleur femelle (fig2 à gauche) est portée par un court pédoncule anguleux. Elle est constituée d'un calice formé de 5 petits sépales triangulaires formant 5 dents. La corolle, jaune d'or, de grande taille, est constituée de 5 pétales plus ou moins soudés entre eux. Le stigmate est constitué de trois lobes supportés par un style formé de 3 colonnes (Nepi & Pacini 1993).



Figure 2 : Fleurs de courgette (fleur femelle à gauche, mâle à droite) (Conseil,2009)

1.5.2.2. Le fruit

Le fruit est une baie charnue, uniloculaire, sans cavité centrale, cylindrique, parfois en massue, généralement de couleur verte. Les fruits naissent à partir des axillaires

Les fruits sont attachés par un pédoncule épais et court. Ils sont récoltés avant maturité complète avant qu'ils ne durcissent. En conditions printanières précoces, les premiers fruits sont récoltés entre 70 et 85 jours après le semis. De couleur, uniforme ou rayée, tachetée. Son intensité est un facteur variétal (Erard, 2002).

1.6. Cycle biologique

1.6.1. Phase de germination

Les graines de courgette germent 5 à 7 jours après les semis ou plutôt si l'on fend soigneusement le tégument (Messian et Fagbayide, 2004). La germination peut se faire en quatre jours sous une température optimale (FAO, 1988).

1.6.2. Phase de croissance.

Les graines germent 5-7 jours après le semis, ou plutôt si l'on fend soigneusement le tégument ou si on le pèle. Les plantes développent un vaste système racinaire fibreux et leur croissance est indéterminée. Quand les conditions sont favorables, les tiges peuvent atteindre jusqu'à 15 m de long. La floraison qui débute 30-40 jours après la levée de la plantule, est plus ou moins continue (Boubaiche,2017)

1.6.3. Phases de floraison

Elle débute 30 à 40 jours après la levée de la plantule et elle plus ou moins continue (Messian et Fagbayide, 2004).

La pollinisation est effectuée par les insectes principalement les abeilles, et les guêpes. Les premiers fruits immatures peuvent être récoltés 50-60 jours après la germination les fruits mûrs peuvent se récolter au bout de 90-100 jours (Boubaiche,2017).

Des estimations réalistes de la quantité de pollens par les insectes requise pour une fructification optimale doivent tenir compte non seulement de la variabilité du déficit de pollinisation qui pourrait résulter de densités de pollinisateurs et de conditions environnementales variables, mais aussi de la variabilité de la dépendance des pollinisateurs entre les variétés d'espèces à culture unique, pour laquelle il existe actuellement peu de preuves valables (Melathopoulos et al. 2015, Knapp et al. 2016)

1.6.4. Phase de fécondation, de nouaison, fructification

Les premiers fruits immatures peuvent être récoltés 50-60 jours après la germination. Les fruits murs se récoltent au bout de 90-100 jours. Les fruits parthénocarpiques peuvent se former à des températures fraîches de 10°C la nuit et 20°C le jour (Messian et Fagbayide, 2009).

1.7. Ecologie de courgette

Il est déconseillé de planter la courgette au même endroit d'une année sur l'autre et ce afin de respecter la rotation, et éviter le développement des maladies du sol. (Alaoui,2004).

1.7.1 Les exigences climatiques

1.7.1.1. La température

La culture de la courgette prospère dans un climat tempéré et chaud. Elle n'est pas exigeante en température (moins que les autres cucurbitacées comme le melon, la pastèque et le concombre) et peut éventuellement s'adapter aux climats relativement frais. Les températures optimales, minimales et maximales pour chaque stade de développement selon les suivantes :

- Stade de germination : Minimale 15°C - maximale 40°C – Optimale (20 à 28°C).
- Stade de croissance végétative : Minimale 10°C - maximale 35°C Optimal (25 à 30°C).
- Stade de floraison : Minimale 10°C - maximale 35°C - Optimale (20 à 25°C)

(Anonyme 1, 2020)

1.7.1.2. La lumière

La courgette est très exigeante en lumière. C'est pour cette raison qu'une insolation élevée se répercute favorablement sur le rendement (Alaoui,2005).

1.7.1.3. L'humidité

Pour la culture de la courgette, l'humidité de l'air doit être comprise entre 65 et 80%. Des humidités très élevées favorisent le développement des maladies foliaires et pénalisent la floraison (Alaoui,2005).

Selon FAO, (1988), la grande rapidité de croissance de la plante de courgette exige la présence d'une quantité d'eau optimale dans les différents organes et dans le sol. La courgette craint l'excès d'humidité, Elle a besoin d'environ 2,5 cm d'eau par semaine pour produire correctement (Messian et Fagbayide, 2004).

1.7.2. Les exigences édaphiques

1.7.2.1. Le sol

La culture de la courgette est peu exigeante en sol. C'est une plante qui s'adapte à une gamme très large des sols. Elle préfère toutefois des sols profonds, bien aérés, souples et riches en matières organique avec une texture franche (Anonyme 1., 2020)

1.7.2.2. Le pH

Les valeurs de pH optimales se situent entre 5,6 et 6,8 (sols légèrement acides). Néanmoins, la culture de la courgette peut s'adapter à des pH compris entre 5 et 7. Des pH basiques peuvent, par contre induire des carences nutritionnelles. Concernant la salinité, la courgette est une plante moyennement tolérante à la salinité, moins que le melon et la pastèque et plus que le concombre (Anonyme 1., 2020)

1.7.3. Exigences nutritionnelles


La courgette exige un sol léger et riche en humus De ce fait la courgette est exigeante en azote et nécessite fumier au début de la préparation du sol.



1.8. La valeur alimentaire et énergétique de la courgette

La courgette- est principalement cultivée pour l'alimentation. Elle peut être consommée comme légumes, soit cuite à l'eau ou grillée. Les graines sont prisées pour leurs propriétés médicinales. La composition nutritionnelle des fruits de C. Pepo varie quelque peu selon le type de degré de maturité. La composition de 100 g de courgette est : 95,3 g d'eau ; 59 KJ d'énergie ; 1,2 g de protéines ; 0,14 g de lipides ; 2,9 g de glucides ; 1,2 g de fibres alimentaires ; 15 mg de calcium ; 22 mg de magnésium ; 32 mg de phosphore ; 0,4 mg de fer ; 0,2 mg de zinc ; 340 UI de vitamine A ; 0,07 mg de thiamine ; 0,03 mg de riboflavine ; 0,4 mg de niacine ; 22 µg de folate ; 90 mg d'acide ascorbique (Messian et Fagbayide, 2004).

1.9. Principaux ravageurs de la courgette

Les ravageurs causent des dégâts sur tous les organes de la plante et certains de ces ravageurs transmettent plusieurs maladies à la plante (Gardner et al., 2015). En outre, l'activité de ponte des Tephritidae sur les fruits est source de nombreux dégâts variant de 30 à 100% de la production (Dhillon et al., 2005). Les ravageurs les plus courants sont les suivants :

Ravageurs	Symptômes et dégâts	Figures
Aleurodes (<i>Bemisia tabaci</i>):	"Nombreuses piqûres sur les feuilles Production de miellat provoquant une Moisissure : la fumagine	 Figure3: Aleurodes adulte (INRA, 2013)

<p>Puceron (<i>Aphis gossypii</i>)</p>	<p>*Jeunes feuilles : ponctuations chlorotiques et déformations dont des enroulements et des boursouflures</p> <p>*Organes aériens : apparition de mues blanches et présence de miellat colonisé par de la fumagine</p>	 <p>Figure 4 : Colonie de pucerons sur courgette (INRA, 2014)</p>
<p>Acariens (<i>Tetranychus urticae</i>)</p>	<p>*Feuilles : apparition de minuscules taches nécrotiques plus ou moins dispersées sur les limbes qui jaunit et devient terne. En cas d'attaque sévère feuilles jaunissent, flétrissent et se dessèchent</p> <p>*Couvert végétal (feuilles, tiges) apparition de toiles soyeuses.</p>	 <p>Figure 5: Acarien adulte (INRA, 2013)</p>


<p>Nématodes à galles</p> <p><i>(Meloidogyne spp)</i></p>	<p>*Racines : galles blanches régulières plus ou moins grosses brunissant</p> <p>*Feuilles : le feuillage devient chlorotique et les plantes flétrissent aux heures chaudes de la journée</p> <p>*Fruits taille des fruits réduite</p>	 <p>Figure 6 : Nématodes à galles (INRA ,2013)</p>
--	--	---

Tableau 2 : Principaux ravageurs et leurs symptômes de la courgette

1.10. Principales maladies de la courgette.

La particularité écologique de la culture de la courgette l'expose à diverses nuisances notamment les champignons, les bactéries, les virus et les ravageurs.

1. 10.1. Maladies cryptogamiques.

1.10.1.1. Pourriture ou moisissure grise :

(Botrytis) Cette maladie est causée par *Botrytis cinerea* qui est un champignon causant des maladies sur les végétaux, polyphages et provoque des mortifications des tissus végétaux appelées nécroses affectant les organes aériens et fruits de plantes (Blancard, 2009).

C'est un champignon a plusieurs plantes hôtes capable d'attaquer plus de 230 espèces (Pande et al, 2001).

Il est responsable de la pourriture grise ; Cette maladie se développe plus facilement dans certaines circonstances liées aux conditions climatiques, à la sensibilité de la plante elle-même et aux facteurs culturaux (Blancard, 2009)

Une humidité relative de 90% et une température 17 à 23°C sont les facteurs qui favorisent cette maladie. Botrytis est un champignon de faiblesse, alors lors de l'effeuillage, ébourgeonnement ou du tuteurage. Il y'a une propagation importante de l'infection (El akel et al., 2001)

Cette maladie est responsable de taches sur les feuilles de la plante qui s'initient fréquemment en bordure du limbe. Celles-ci sont plutôt circulaires, au moins en début d'évolution, humides, et se nécrosent progressivement.

Les fruits des Cucurbitacées, possèdent des portes d'entrée naturelles susceptibles d'être colonisées par Botrytis cinerea, et notamment des bases nutritives (tissus sénescents comme des fleurs, ou des pétales desséchés) ou des blessures. C'est notamment le cas au niveau de la cicatrice stylaire où les pétales fanés restent attachés durant un laps de temps plus ou moins long en fonction de l'hygrométrie ambiante. Ces derniers sont des bases nutritives idéales qui permettent à ce champignon opportuniste de s'installer et de contaminer dans un second temps les fruits. Ainsi, une pourriture humide, sombre se développe à l'extrémité des fruits) (INRA, 2013)

1.10.1.2. Oïdium

L'oïdium des cucurbitacées est une maladie fongique due à plusieurs espèces de champignons ascomycètes de-là famille des *Erysiphaceae*, les plus communs étant *Erysiphe cichoracearum* et *Sphaerothea fuliginea* sont responsables de la maladie foliaire (Messian et Fagbayide, 2004).

C'est l'une des maladies foliaires les plus fréquentes et destructives du feuillage qui sévit aussi bien en serre qu'en plein champ. Affectant une forte proportion du feuillage, Elle se caractérise par de taches poudreuses à duveteuses, circulaires et blanches, apparaissant sur ou sous les feuilles

Habituellement, elles se développent plutôt sur les vieilles feuilles, les plus basses et les plus ombragées. Ces taches se multiplient, confluent, et Généralités sur la courgette 22 couvrent finalement progressivement les faces supérieure et inférieure du limbe entraînant la sénescence

prématurée des feuilles. Elle est à l'origine d'importantes pertes de rendement, et d'une baisse de la qualité des fruits et de leur durée de conservation. Ajoutons que les plantes oïdiées, plutôt dépourvues de feuilles, ont leurs fruits plus exposés aux brûlures solaires (INRA, 2014)

Le développement de la maladie est favorisé par une humidité relative comprise entre 50 et 70% et une température entre 20 et 25°C. La présence d'eau libre n'est pas nécessaire (El akel et al., 2001).

1.10.1.3. Mildiou des cucurbitacées

Cette maladie est causée par *Pseudoperonospora cubensis* qui se développe essentiellement sur les feuilles des cucurbitacées (SNHF, 2018).

Il provoque des taches foliaires plus ou moins larges qui peuvent présenter des points communs mais aussi quelques différences, ceci en fonction des espèces parasitées et des conditions climatiques notamment, Les taches sont d'abord humides., huileuses, puis elles jaunissent et se nécrosent progressivement. Sur la courgette, les taches sont surtout angulaires car elles sont délimitées par les nervures, ce qui confère au limbe un aspect mosaïque.

Ainsi, les feuilles présentent à terme une mosaïque en taches jaunes et/ou brunes si les lésions sont nécrosées. Ces pseudomosaïques ne doivent pas être assimilées à celles provoquées par les virus (INRA, 2014)

1.10.2. Les principales maladies bactériennes

Se présentent comme suit :

1.10.2.1. Pourritures molles.

Pectobacterium carotovorum subsp. Carotovorum

Cette bactérie est distribuée sur une aire géographique plus vaste et est la cause de la pourriture molle d'une diversité de fruits et de légumes (Hadas et al., 2001). Sa présence est rapportée dans quelques zones de production de courgettes et courges, notamment aux Etats-Unis, au Mexique, au Japon, en Chine, en Europe (en Pologne et en Italie notamment). En conditions climatiques humides et plutôt chaudes, cette bactérie provoque des pourritures humides sur tiges et/ou sur fruits, aussi bien au champ que sous abri, et au cours du transport des fruits que pendant

leur stockage (INRA, 2013). Une fertilisation organique et azotée excessive des plantes et les arrosages trop abondants sont les conditions favorables à l'apparition de cette maladie (SNHF, 2018).

Pectobacterium carotovorum* subsp. *Carotovorum

Cette bactérie s'attaque surtout à la tige de la courgette, et se développe notamment à l'intérieur de celle-ci. L'altération interne de la tige n'est pas sans conséquence sur le fonctionnement des pieds de courgette, et notamment sur le transport de l'eau et des éléments minéraux. Celui-ci est limité voire interrompu à terme, ce qui entraîne des jaunissements et flétrissements foliaires et l'effondrement des plantes. Des symptômes peuvent aussi être observés sur les feuilles et les pétioles de la courgette et des courges. Des lésions humides noirâtres se forment sur le limbe, ceinturées plus ou moins par un large halo chlorotique. Des tronçons des pétioles sont parfois ceinturés par une pourriture humide entraînant à terme une rupture d'alimentation des feuilles, et donc leur dessèchement à terme. Lorsqu'elle envahit les fruits, cette bactérie est à l'origine d'une pourriture humide évoluant rapidement. Les tissus humides et mous présentent une teinte brun sombre à noirâtre (INRA, 2013)

1.10.3. Maladies virales.

Les principaux virus qui s'attaquent à la courgette sont :

1.10.3.1. Virus de la mosaïque du concombre (CMV)

La plante est caractérisée par un raccourcissement marqué des entre-nœuds, des pousses apicales qui lui confère un aspect compact et buissonnant. Leurs folioles sont petites et roulées vers le haut. Les vieilles feuilles sont de taille normale et présentent une mosaïque légère et leurs fruits sont piquetés et/ou mosaïqués. Les rendements sont considérablement réduits et les fruits sont peu nombreux, petits et maturité inégale (Gallitelli, 2000). Le CMV peut être acquis et transmis par plus de 80 espèces de pucerons des plantes infectées vers les plantes saines (Gallitelli, 2000).

1.10.3.2. Mosaïque jaune de la courgette

Le virus de la mosaïque jaune de la courgette est la principale virose affectant les cultures de Cucurbitacées (pâtisson, courgette, giraumon, calabasse, concombre, etc.). Ce virus peut causer des dégâts extrêmement graves, provoquant des pertes de récoltes importantes si une méthode de

lutte préventive n'est pas adoptée à temps. Le feuillage montre des symptômes de mosaïque (alternance de couleur jaune, vert clair et vert sombre). Ou de jaunissement, souvent associé à des déformations foliaires importantes (feuille filiforme ou enroulement des jeunes feuilles). Une réduction de la taille des plantes est aussi souvent observée. Les fruits sont souvent mosaïqués (avec des stries vertes), flétris et bosselés, ce qui réduit leur valeur commerciale (AREU., 2005).

Management des maladies de la courgette et moyens de lutte

Il est conseillé de ne pas planter la courgette sur la même parcelle d'une année sur l'autre car on risque d'avoir des problèmes tels que l'apparition de maladies et parasites ainsi que l'épuisement du sol. Il est conseillé d'alterner la plantation de la courgette avec des plantes à racines comme les carottes... et des légumes à feuille comme la laitue (Si Benncœur, 2005).

1.11. Récolte

La récolte commence deux mois après le semis et peut s'échelonner sur un mois, trois à quatre fois par semaine. Elle se fait lorsque les fruits atteignent la taille commerciale de 20 à 25 cm, avant que les graines ne se distinguent de la chair (Messian et Fagbayide, 2004)

La courgette exige:

- ✓ Un respecte du calibre (14-21) et une récolte quotidienne.
- ✓ Les rendements varient : 18 à 25 tonnes/ ha pour marcher du frais
- ✓ Un passage tous les jours ou tous les 2 jours environ. Pour l'industrie selon calibres optimales (pas plus de 80 mm de diamètre, absence de pépins)
- ✓ La cueillette s'effectue selon la vitesse de croissance du fruit. Rendement moyen = 20 T/ha.
- ✓ Les caractéristiques minimales pour le frais :

Les courgettes doivent être entières, pourvues d'un pédoncule pouvant être légèrement endommagé, d'aspect frais, ferme, saine, exemptés de dommages, de cavités et de crevasses.

2. Généralités sur la germination

2.1. Définition de la germination

La germination est une phase physiologique qui correspond à la transition de la phase de vie latente de la graine sèche à la phase de développement de la plantule. Le processus de germination commence dès que la graine sèche est hydratée. La cinétique de prise d'eau permet de caractériser la germination en trois phases (Beweley, 1997). La germination recouvre la séquence des événements allant de la graine au repos jusqu'à l'obtention d'une plantule autotrophe (viable). Les réserves qui jusque-là assuraient le métabolisme résiduel de l'embryon vont être activement métabolisées pour assurer la croissance de la plantule ((Laurent et al, 1991) ; (Mazoyer, 2002))

Aussi la germination est définie comme la somme des événements qui conduisent la graine sèche à germer. Elle commence par la prise d'eau et se termine par l'allongement de l'axe embryonnaire (Hopkins, 2003)

Selon Mazilak (1982), c'est un processus physiologique dont les limites sont le début de l'hydratation de la semence et le tout début de la croissance de la racicule.

La germination correspond au passage de l'état de vie ralentie à l'état de vie active, que les réserves qui jusque-là assuraient le métabolisme résiduel de l'embryon vont être activement métabolisées pour assurer la croissance de la plantule (Jeam et al, 1998).

La germination est une période transitoire au cours de laquelle la graine qu'était à l'état de vie latente, manifeste une reprise des phénomènes de multiplication et d'allongement cellulaire (DEYSSON ,1967).

Selon CÔME, 1970 une semence est considérée comme germée lorsque la racicule a percé les enveloppes ou, il s'agit d'un embryon nu, lorsque la racicule s'est visiblement allongée.

D'après la définition d'EVENARI (1957), cette représentation de la germination (Percée de la racicule) correspond à la phase finale de la germination.

2.2. Morphologie et physiologie de la germination

2.2.1. Morphologie de la graine

La graine s'imbibe d'eau et se gonfle. Le tégument se fend et la radicule émerge et s'oriente vers le milieu (sol), selon un géotropisme (gravitropisme) positif. Après, la tigelle émerge et s'allonge vers le haut. Les téguments de la graine se dessèchent et tombent (MEYER et al., 2004).

2.2.2. Physiologie de la germination

Au cours de la germination, la graine se réhydrate et consomme de l'oxygène pour oxyder ses réserves en vue d'acquies l'émergée nécessaire. La perméabilité du tégument et le contact avec les particules du sol conditionnent l'imbibition et la pénétration de l'oxygène. Les réserves de toute nature sont digérées (MICHEL, 1997).

Les phases de la germination

L'existence de condition extérieur favorable est un préalable obligatoire à la germination. Ce processus exige en effet la présence obligatoire de température adéquate, hydratation, aération et la lumière.

La première étape de germination est la réhydratation ou phase d'imbibition (Claude et al, 1998).

Selon Heller et al (1990), la germination débute par une intense absorption d'eau entrain un gonflement de la graine dont la plus grande partie va à l'embryon. L'appel d'eau s'effectue d'abord par le jeu des forces d'imbibition des colloïdes de la graine, puis, lorsque les vacuoles sont édifiées les forces osmotiques prennent le relais. Parallèlement il y a une augmentation régulière de l'activité respiratoire (Côme, 1970) et la reprise de l'activité métabolique traduite par ces derniers. Cette phase est assez brève. Elle est de 6 à 12 heures selon les semences (Heller et al, 2000)

La deuxième phase est appelée phase de germination stricto sensu c'est la phase essentielle du processus de germination car elle conditionne la croissance et donc l'élaboration de la plantule. Il s'agit d'une sorte d'activation de l'embryon qui rend la radicule et la gemmule capables de croître harmonieusement (Mazliak, 1998).

Cette phase est caractérisée par une stabilisation de l'hydratation et de l'activité respiratoire à niveau élevé. Cette phase relativement brève dure de 12-48 heures. La graine peut être réversiblement déshydratée et réhydratée sans dommage apparent pour sa viabilité (Heller et al, 1990).

La dernière phase c'est la phase de croissance, caractérisée par une réponse d'absorption d'eau, et l'augmentation de la radicule, puis la tigelle, à ce niveau on doit nettement distinguer l'activité métabolique de la jeune plantule qui se développe à partir de l'embryon, qui a tendance à s'exalter de celle du tissu de réserve (albumen, cotylédons), qui a tendance à décroître par suite de l'épuisement des réserves, à ce stade, la déshydratation des tissus cause la mort de la semence (Heller, 1982).

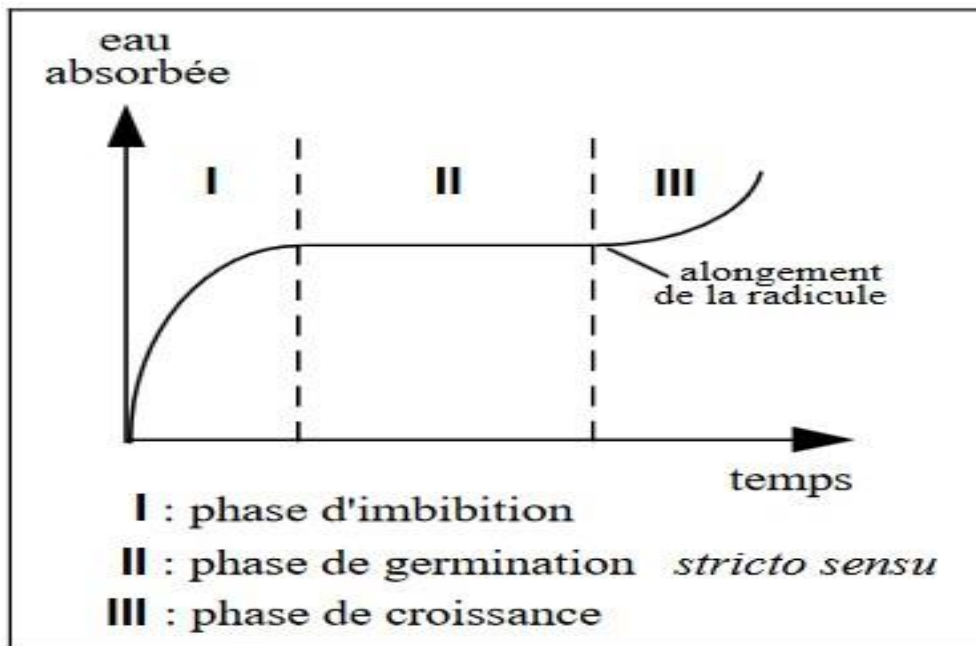


Figure 7 : Courbe théorique d'imbibition d'une semence (d'après Côme, 1982).

2.3. Les facteurs de la germination

2.3.1. Les conditions externes de germination

La graine exige la réunion de conditions extérieures favorables à savoir l'eau, l'oxygène, la température et la lumière (Soltner, 2007) :

1. L'eau : Elle est indispensable dans le milieu extérieur en quantité suffisante pour que la graine puisse l'absorber. La quantité de l'eau dépend de la nature spécifique de la graine et de la température. En général, le besoin en eau augmente avec la température (Binet et Brunel, 1968). Un excès d'eau est souvent néfaste à la germination. C'est la raison pour laquelle les semences ne germent généralement pas quand elles sont complètement immergées (Mazliak, 1982).

Selon (Chaussat et al, 1975), la germination exige obligatoirement de l'eau, celle-ci doit être apporté à l'état liquide. Elle pénètre par capillarité dans les enveloppes. Elle est remise en solution dans les réserves de la graine, pour être utilisée par l'embryon, et provoque le gonflement de leurs cellules, et donc leur division (Soltner, 2007)

2. L'oxygène : la germination exigée obligatoirement de l'oxygène (Soltner, 2007), selon (Mazliak, 1982). Une faible quantité d'oxygène peut être suffisante pour permettre la germination des graines.

3. La température : a deux actions : Soit directe par l'augmentation de la vitesse des réactions biochimiques, c'est la raison pour laquelle il suffit d'élever la température de quelques degrés pour stimuler la germination (Mazliak, 1982) soit une autre indirecte par l'effet sur la solubilité de l'oxygène dans l'embryon (Chaussat et al, 1975)

4. La lumière : selon Heller et al. (1990), 70 % des graines ont une photosensibilité positive, 25% sont à photosensibilité négative et 5% sont indifférentes.

2.3.2. Les conditions internes de germination.

Les conditions internes de la germination concernent la graine elle-même, qu'elle doit être vivante, mure, apte à germer (non dormante) et saine (JEAM et al., 1998).

1. La maturité : pour qu'une semence germe, il faut qu'elle soit mature et toutes les parties constitutives soient complètement différenciées morphologiquement (Heller et al., 1990).

2. La longévité : c'est la durée pendant laquelle les semences restent vivantes et gardent leur pouvoir germinatif. La longévité varie selon les espèces et elle dépend des conditions de conservation, d'humidité et de température (Heller et al., 1990).

Lorsque des graines arrivées à maturité sont placées dans des conditions optimales de température, d'humidité et d'oxygénation pour leur croissance et qu'elles ne germent (Jeam et al, 1998) pas, plusieurs causes sont à envisager : la dormance de l'embryon ou les inhibitions de germé.

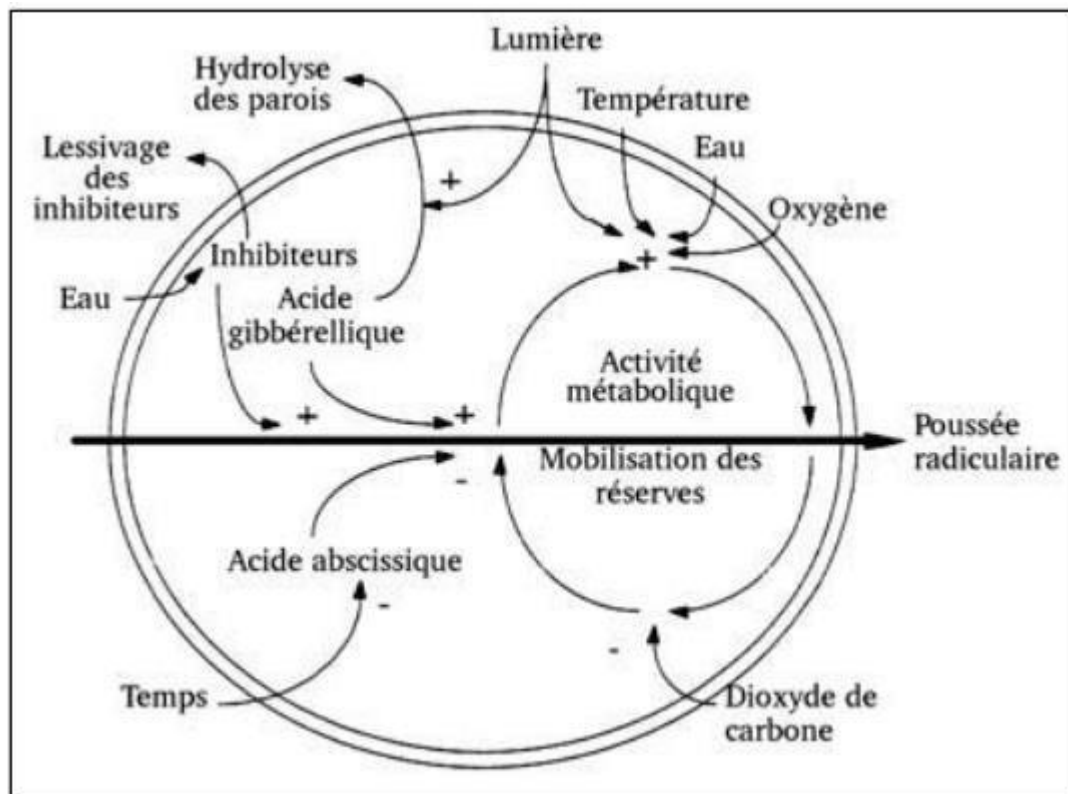


Figure 8 : Facteurs influençant la germination d'une graine (Bouredja, 2014)

2.4. Différents obstacles de la germination

Ce sont tous les phénomènes qui empêchent la germination d'un embryon non dormant (ce qui donne naissance à la nouvelle plante et constitue la partie vivante et active de la semence), placé dans des conditions convenables

(MAZLIAK, 1982). L'inaptitude à la germination de certaines graines peut être d'origine tégumentaire, et/ou embryonnaire. Elle pourra être due à des substances chimiques associées aux graines, ou à une dormance complexe (BENSAID, 1985).

Les graines qui ne germent pas, quelles que soient les conditions de milieu, sont des graines dites « dormantes », et leur dormance peut concerner soit les téguments, on parle alors plutôt d'inhibition tégumentaire, soit l'embryon, on parle alors de dormance au sens strict, soit les deux à la fois (SOLTNER, 2001).

2.4.1.1.Dormance embryonnaire.

Dans ce cas les inaptitudes à la germination résident dans l'embryon et constituent les véritables dormances. L'embryon peut être dormant au moment de la récolte des semences on appelle « dormance primaire ». Dans d'autre cas, l'embryon est capable de germer mais il perd cette aptitude sous l'influence de divers facteurs défavorables à la germination. On parle alors de « dormance secondaire » (CHAUSSAT et al., 1975).

2.4.1.2.Inhibitions tégumentaires

Les dormances tégumentaires peuvent provenir : d'une imperméabilité à l'eau ou à l'oxygène ou aux deux : c'est le cas des « graines dures » (SOLTNER, 2001). La levée de l'inhibition tégumentaire des graines constitue un facteur adaptatif important pour la survie de l'espèce, puisqu'elle permet le maintien d'un stock de graine et leur viabilité dans le sol.

D'après MAZLAIK (1982), les inhibitions tégumentaires peuvent être facilement définies par :

- Des enveloppes totalement imperméables à l'eau ;
- Des enveloppes séminales, qui ne sont pas suffisamment perméables à l'oxygène ; ou bien
- Des enveloppes trop résistantes pour que l'embryon puisse les rompre.

2.4.1.3.Inhibitions chimiques

Les inhibitions chimiques sont certainement plus rares dans les conditions naturelles.

Leur nature exacte reste généralement inconnue, car elles n'ont pas souvent été isolées (MAZLIAK, 1982).

Techniques utilisées dans la levée des inhibiteurs de la germination :

La levée de la dormance embryonnaire consiste à appliquer des traitements qui peuvent provoquer ou favoriser des changements physiologiques de l'embryon afin de déclencher la germination (Profizi, 1993 ; Bolingue et al., 2010).

2.4.2. Techniques utilisés dans la levée des inhibiteurs de la germination

La levée de dormance se fait naturellement ou artificiellement.

2.4.3. Naturellement

Les graines sont frottées à l'aide de papier de verre (effet abrasif) pour réduire l'épaisseur du tégument) (DEYMIE, 1984).

Ces traitements doivent être maniés prudemment pour ne pas léser l'embryon (HELLER et al., 2000).

Et aussi par l'altération des enveloppes sous l'effet des alternances de sécheresse et d'humidité, de gel et de réchauffement (DOMINIQUE, 2007).

2.5.2. Artificiellement

Par des différentes méthodes, on peut citer :

2.5.2.1.1. Stratification

Ce traitement utilisé empiriquement depuis longtemps, consiste à placer les semences au froid dans un milieu humide (terre, sable, tourbe) en période déterminée selon l'espèce (JEAM et al, 1998).

2.5.2.1.2. Froid

C'est une technique qui consiste à placer les semences au froid à des températures basses mais positives (MAZLIAK, 1998).

La quantité de froid nécessaire pour obtenir un tel résultat, c'est-à-dire la température à appliquer et la durée du traitement dépend évidemment de l'espèce ou de la variété considéré (MAZLIAK, 1998).

2.5.2.1.3. Lixiviation

Par le trempage ou le lavage à l'eau, pour éliminer les inhibiteurs hydrosolubles (JEAM et al, 1998).

2.5.2.1.4. Traitements oxydants

On a souvent préconisé l'emploi d'eau oxygénée pour améliorer la germination en pensant qu'elle fournit de l'oxygène à l'embryon (MAZLIAK, 1982).

2.5.2.1.5. Scarification

Il suffit souvent de blesser plus ou moins profondément les enveloppes pour faciliter la germination. Peut effectuer par des différentes méthodes, par de façon mécanique (coupe, pique, décortication, battage des enveloppes...) ; (CHERFFAOUI,1987), ou par voie chimique (immersion des semences dans l'acide sulfurique concentrée (H₂SO₄), ou par lyophilisation dans l'azote liquide...) ; (JEAM et al, 1998).

1.3. Le priming

1.3.1. Définition

Le priming est une approche prometteuse, efficace et peu coûteuse pour une émergence plus rapide, un meilleur établissement des semis, qui peut également conférer une tolérance à la sécheresse, des temps de floraison et de récolte plus précoces et également promouvoir la production de plantes tolérantes au stress (Harris et al., 1999). Les traitements prégerminatifs représentent des méthodes physiologiques qui améliorent la production végétale en modulant les activités métaboliques de la germination avant l'émergence de la radicule (Bradford, 1986 ; Taylor and Harman, 1990)

Lors de priming, les graines sont trempées dans une solution contenant des biostimulants pendant une durée déterminée, après quoi la teneur en eau est ramenée à un niveau juste inférieur à celui requis pour l'émergence des radicules (Rehman et al., 2012).

Les graines sont semées plus tard lorsque cela est nécessaire. La germination des graines, après priming, dépend de l'agent d'amorçage tel que l'eau (hydropriming), les sels inorganiques, les sucres (osmopriming), les hormones (hormopriming), les produits chimiques, les biostimulants organiques et inorganiques et les microbes bénéfiques (biopriming) (Jisha et al., 2013).

1.3.2. Type de priming

Les méthodes de traitement prégerminatif des semences peuvent être divisées en deux groupes selon que l'absorption d'eau est incontrôlée (hydro et hormopriming) ou contrôlée (osmo et chimiopriming) (Taylor et al., 1998).

Bien que le priming améliore le taux et l'uniformité d'émergence et croissance des semis, en particulier dans des conditions de stress (Parera et Cantliffe, 1991) de différentes espèces de cultures (Iqbal et Ashraf 2005).

1.3.2.1. Osmopriming

L'osmopriming est le trempage de graines dans des solutions aérées à faible potentiel hydrique. L'osmoprimage consiste essentiellement à exposer les graines à un faible potentiel hydrique externe afin de limiter le taux et l'étendue de l'imbibition. Le processus d'osmopriming s'apparente à une imbibition précoce et prolongée des graines qui déclenche une progression graduelle de diverses activités métaboliques prégerminatives. Ainsi, il est utile de d'utiliser l'osmopriming comme un modèle pour étudier la transition des graines d'un état sec et physiologiquement calme à un état hydraté et physiologiquement actif (Chen et Arora 2011). Cette hydratation contrôlée des semences est réalisée grâce à des agents osmotisants tels que : le polyéthylène glycol (PEG), les sels (KNO₃, NaCl, KCl) ou les polyols (mannitol) (Bradford, 1986; Yari et al. 2010).

1.3.2.2. Hormopriming

C'est un type de traitement, récemment appliqué, qui repose sur l'utilisation des traitements des graines par les phytohormones telles que l'acide gibbérellique, l'acide salicylique et l'acide indole 3-acétique à des concentrations et durées précises.

L'acide abscissique (ABA) est une phytohormone largement impliquée dans les réponses aux stress abiotiques tels que la sécheresse, le froid, l'humidité et la sécheresse. Largement impliquée dans les réponses aux stress abiotiques comme la sécheresse, les basses températures et le stress osmotique (Fujita et al. 2006).

Les effets bénéfiques de l'acide gibbérellique (GA₃) sur la germination sont bien connus (Angrish et al. 2001 ; Radi et al. 2001 ; Khan et al. 2002). L'application de GA₃ (100 mg l⁻¹) avant le semis a permis d'obtenir les teneurs les plus élevées en K et en Ca² dans les pousses des cultures (Harb 1992).

Récemment, l'auxine a été également utilisée pour le priming (Akbari et al. 2007).

1.3.2.3. Chimiopriming

Ce type de traitement consiste à imbiber les graines dans des solutions contenant des substances chimiques pendant des durées différentes à des concentrations précises. Plusieurs produits chimiques ont été employés pour provoquer le priming dans diverses cultures. Les plantes peuvent acquérir une résistance à l'abiotique stress après traitement avec plusieurs naturel ou synthétique composés tels que buténolide, sélénium, CuSO₄, ZnSO₄, KH₂PO₄, éthanol, putrescine, paclobutrazol, choline, et chitosan (Shao et al. 2005; Su et al. 2006; Foti et al. 2008; Hasanuzzaman et al. 2010 ; Demir et al. 2012).

1.3.2.4. Biopriming

L'application de microorganismes bénéfiques à la semence pendant le priming peut améliorer davantage l'établissement de la culture, en particulier si les microorganismes appliqués à la semence s'établissent par la suite dans la zone racinaire de la plante et contribuent à la santé ou à la promotion de la croissance des végétaux à long terme. (Bennett et Whipps, 2008). Le biopriming consiste à enduire les semences d'un agent de lutte biologique bactérien tel que *Pseudomonas aureofaciens* Kluver AB254 et à hydrater pendant 20 h dans des conditions chaudes (23 °C) dans de la vermiculite humide ou sur des buvards de germination humides dans un produit auto-obturant.

1.3.2.5. Hydropriming

A/ Simple hydropriming : C'est la technique de traitement prégerminatif la plus simple consistant à imbiber avec de l'eau les semences puis à les redéshydrater avant le semis (Tarquis et Bradford, 1992). Cette technique est peu coûteuse et évite l'utilisation de produits chimiques qui peuvent être préjudiciables pour l'environnement (McDonald, 2000 ; Ghassemi-Golezani et al., 2008).

B / Double hydropriming : Le double hydropriming, traitement inédit, employé par Boucelha et Djebbar (2015) consiste à faire subir aux semences un double cycle d'hydratation-redéshydratation. Ce nouveau traitement offre de meilleurs résultats en améliorant très significativement les performances germinatives, la croissance ainsi que la tolérance aux stress chez *Vigna unguiculata* (Boucelha et Djebbar, 2015; Boucelha, 2015 ; Boucelha et al., 2019).

L'hydropriming est signalé comme une technique simple, économique et sécuritaire pour accroître la capacité des semences à s'ajuster par osmose, améliorer l'établissement des semis et la production de cultures dans des conditions stressantes (Kaur et al. 2002). Dans cette méthode de priming, les graines sont immergées dans de l'eau distillée stérilisée maintenue à une température appropriée et la durée de l'hydropriming est déterminée en contrôlant l'imbibition des graines pendant la germination (Kaya et al. 2006). Il est absolument nécessaire de sécher les graines après les avoir trempées, car l'entreposage de semences mal séchées fera plus de tort que de bien (Thomas et al. 2000). Après le trempage, les graines ont été séchées à nouveau à leur poids initial avec de l'air forcé sous l'ombre (Bennett et Waters, 1987).

Dans l'hydroprimage, le fait avantageux est l'amélioration des événements physiologiques et biochimiques qui se produisent dans les semences, même lorsque la germination est suspendue par un faible potentiel osmotique et un potentiel matriciel négligeable du milieu imbibint (Basra et al. 2003). De plus, le protoplasme de graines/plantes hydroplées présente une viscosité plus faible et une perméabilité plus élevée à l'eau et aux nutriments, et retient l'eau contre les forces de déshydratation (Thomas et al. 2000). L'augmentation de la croissance des semis en corrélation avec une plus grande absorption d'eau par les graines amorcées est la caractéristique prédominante dans le cas de l'hydropriming (Yagmur et Kaydan 2008).

Divers travaux ont montré que l'hydropriming des graines ont de nombreux avantages par rapport aux semences non marquées. L'hydroprimage a entraîné une augmentation de 3 à 4 de la longueur des racines et des pousses comparativement aux semis obtenus à partir de semences non lignées en condition de sécheresse (Kaur et al. 2002). Ce phénomène s'explique par l'émergence plus rapide des racines et des pousses, des plantes plus vigoureuses, une meilleure tolérance à la sécheresse dans des conditions défavorables (Amzallag et al., 1990; Passam et Kakouriotis, 1994; Cayuela et al., 1996; Lee-suskoon et al., 1998).

1.3.3. Avantages et inconvénients de priming

Selon Bradford (1986), il a été démontré que le traitement d'amorçage des graines améliore la germination et l'émergence de nombreuses espèces, et les techniques d'amorçage des graines se sont révélées efficaces pour une meilleure germination et l'établissement des semis dans des conditions contrôlées (Basra et al., 2005) L'amorçage des semences à la ferme avec de l'eau est utilisé dans les terres agricoles semi-arides de l'Inde pour cultiver le maïs, le riz et les pois chiches. Les avantages directs pour les trois cultures comprenaient une levée plus rapide, de meilleurs peuplements et une

incidence moindre de réensemencement, des plantes plus vigoureuses, une meilleure tolérance à la sécheresse, une floraison plus hâtive, une récolte plus hâtive et un rendement céréalier plus élevé (Harris et al., 1999). Il est intéressant de noter que l'amorçage répare les dommages causés aux graines âgées (Bailly et al. 1998 ; Butler et al. 2009) ou aux graines exposées à des facteurs de stress abiotiques comme la salinité (Ehsanfar et al. 2006) et améliore également la performance de germination. Parmi les diverses stratégies, le traitement préalable et l'amorçage des semences sont faciles, peu coûteux, avec des approches efficaces et à faible risque pour surmonter les problèmes de stress environnemental (Ashraf et Foolad 2005).

Dans l'ensemble, les inconvénients de priming devraient être inférieurs aux avantages en comparaison. Il y a très peu de rapports sur les démérites de priming.

La résistance induite par l'amorçage s'est avérée bénéfique contre différents stress abiotiques, mais un état de précaution se développant dans la graine juste avant la germination peut nuire à la vigueur d'émergence des semis.

Paradoxalement, un effet négatif de l'hydropriming a été montré par plusieurs auteurs. En effet, la longévité des semences traitées est souvent réduite (Varier et al., 2010 ; Boucelha, 2015).

CHAPITRE II :

Matériel et Méthodes

1. Objectif de l'étude

L'objectif de ce travail est d'identifier l'impact de la technique du priming sur la germination des graines de courgette et sur le processus de croissance de la plante.

L'étude sur la croissance et la production de la courgette a été estimée par l'étude de quelques paramètres morphologiques de développement à savoir :

- Vitesse de croissance
- Hauteur finale des plantes
- Nombre des feuilles par plante
- Nombre des fruits par plante

2. Matériel et méthodes

2.1. Site de l'essai

L'expérimentation a été effectuée au niveau du département de biotechnologie et agro-écologie de la faculté de sciences de la nature et de la vie, université Saad Dahleb Blida

L'essai a été mené en deux phases, la première phase a été réalisée en laboratoire à portée sur l'effet du priming sur la germination des graines en conditions contrôlées et in vivo tandis qu'une seconde suivie a été réalisée sous serre sur 10 plantes par traitement.

2.2. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé est la courgette, variété « quarantaine » récoltée en 2018. La courgette quarantaine est une variété traditionnelle, précoce, très productive et résistante. Elle est d'excellente qualité gustative avec une chair délicate. Les fruits sont verts pale, cylindrique, légèrement courbés, et la cueillette est facile.

2.3. Matériel de laboratoire

1. Boîtes de pétri
2. Etuve réglée à 25°C
3. Papier d'essuyage
4. Eau distillée

5. Pissette
6. Balance

2.4. Matériel de la serre

1. Thermomètre
2. Pot en plastique
3. Sol végétal Bir Khadem
4. Tourbe

3. Méthodes

3.1. Détermination de la faculté germinative

Pour calculer la faculté germinative des graines au cours de cette expérimentation, nous avons suivi la germination quotidienne jusqu'à durée complète de la germination.

Donc nous avons pris 8 boîtes de pétri, dans lesquelles nous avons mis une feuille de papier absorbant mouillé avec de l'eau distillée, puis nous avons mis 15 graines par boîte de pétri soit $15 \times 8 = 120$ graines au total.

Nous avons mis 4 boîtes dans l'étuve à température contrôlée (25°C) le 24 février 2022, et nous avons suivi la germination des graines quotidiennement.

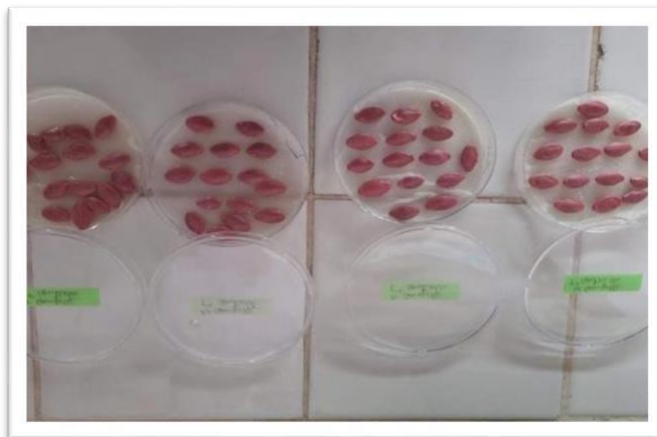


Figure 9 : préparation de témoin in vitro

Les 4 autres boîtes sont mises au niveau de la sous serre sous température ambiante mesurée chaque jour à 9H et 12H et 16H.



Figure 10 : préparation de témoin in vivo

3.2. Préparation des échantillons

Nous avons préparé douze boîtes de Pétri au total, qu'ont été réparties comme suit :

4 Boîtes réservées au témoin

4 Boîtes réservées à la technique de priming

4 Boîtes réservées à la technique du double priming Chaque boîte contenait 15 graines de courgette.

Pour le témoin les graines sont placées directement dans les boîtes de pétri avec le papier imbibé d'eau distillée (15 graines par boîte) et mises dans l'étuve le 27 février 2022.

Pour ce qui est :

De la technique de priming et du double priming, nous avons opéré comme suit :

Les 15 graines dans les boîtes de pétri ont été pesées et leurs poids initiaux notés.

Technique de priming

	Boite 1	Boite 2	Boite 3	Boite 4
Tare (g)	6.48	6.48	6.52	6.43
Tare+ échantillon (g)	8.57	8.89	8.72	9.03

Tableau 3 : Poids initial des échantillons de la technique de priming

Technique de double priming

	Boite 1	Boite 2	Boite 3	Boite 4
Tare (g)	6.48	6.48	6.42	6.49
Tare+ échantillon (g)	8.95	8.87	9.07	8.84

Tableau 4 : Poids initial des échantillons de la technique de double priming

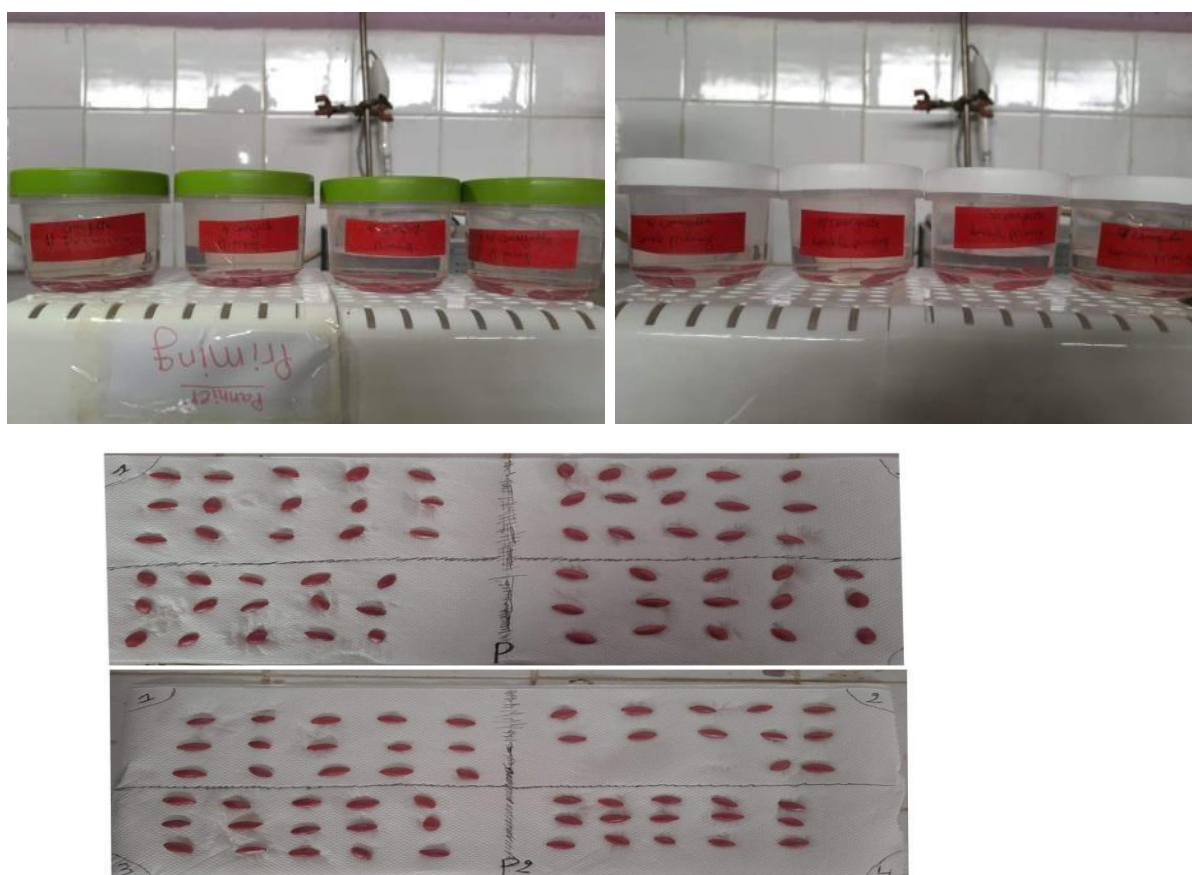


Figure 11 : Préparation des échantillons de technique d'hydropriming

Après avoir immergé dans l'eau distillé les graines de courgette durant 24 heures préalablement pesées, elles ont été retirées de l'eau et mises à sécher à l'air jusqu'à ce qu'elles reviennent à leurs poids initiaux, déjà identifiés.

Une fois que les graines de courgette reviennent à leur poids initial, nous avons mis de nouveau les graines de priming dans leurs boîtes de pétri imbibées d'eau distillé, et déposés dans l'étuve réglée à est 27°C. La date de mise en étuve est le 27 février 2022.

Pour les graines destinées au double piming, nous les avons remis dans l'eau distillée pendant 24 heures, puis sécher de nouveau l'air libre jusqu'à l'obtention du poids initial des graines.

Par la suite, les graines sont mises à l'étuve à température contrôlée à 25°C, le 02 mars 2022.



Figure 12 : imbibition de double priming

3.3. Préparation de sol

Le sol utilisé est de la serre végétale. Ce dernier a été mélangé avec la tourbe (2/3 sol +1/3 tourbe). Une fois que le mélange est homogène, nous avons remplis tous les 10 pots par traitement avec la même quantité de sol, et nous avons pratiqué une irrigation.



Figure 13 : dispositif expérimental

3.4. Plantation

Lorsque les graines ont germé, nous les avons transplantés dans les pots réservés, selon la table de permutation de 1 à 10, au niveau du dispositif expérimental adopté.

Nous avons mis deux graines dans chaque pot afin d'éviter toute éventualité lors de la croissance des jaunes germes, puis nous les avons recouverts avec de la terre, et suivi par un arrosage copieux.



Figure 14 : le semis des graines

Après l'apparition des feuilles cotylédonaires, nous avons supprimé de chaque pot une plantule puis en laissé une seule plante. Cette opération s'est faite le 15/03/2022 soit une semaine après semis.

3.5. Irrigation

L'arrosage des plantes a été réalisé quotidiennement en utilisant 100ml d'eau de robinet par pot.

4. Mesures biométriques relevées

A la fin de l'expérimentation, nous avons sacrifié les plantes, et nous avons réalisé les mesures suivantes :



Figure 15 : Les mesures biométriques finales

4.1. Hauteur finale des plantes en cm

La hauteur finale de la tige est mesurée en (cm) avec une échelle graduée, après avoir cueilli les plantes de chaque traitement en fin de croissance.

4.2. Nombre de feuilles par plante

Pour ce paramètre, nous avons compté toutes les feuilles de chaque tige des plantes.

4.3. Diamètre des tiges en cm

Le diamètre de chaque tige a été mesuré avec un pied à coulisses (mm).

4.4. Poids frais des feuilles en g

Après avoir compté le nombre des feuilles, nous avons les pesées à l'aide d'une balance à précision.

4.5. Poids des tiges en g

Le poids des tiges de chaque a été mesuré à l'aide d'une balance afin de définir le poids des tiges moyen pour chaque traitement.

4.6. Nombre moyen de fruits par plant

Nous avons procédé au comptage des fruits de chaque cueillette et pour chaque plante.

4.7. Analyse de données

Le logiciel SPSS a été utilisé pour l'analyse des données. Une comparaison des moyennes entre les différents traitements a été faite grâce à l'analyse de la variance (ANOVA). Pour un caractère donné, logiciel Microsoft Excel a été utilisé pour construire la courbe de croissance et les histogrammes.

CHAPITRE III :

Resultats et Discussion

3.1. La germination

a. Faculté germinative

Selon Messian et Fagbayide (2004), les graines de courgettes germent 5-7 jours après l'ensemencement car le tégument est soigneusement fendu. La germination peut se faire en quatre jours sous une température optimale (FAO, 1988). Nous avons donc mené une expérience pour déterminer la faculté germinative des graines de courgette sous deux conditions. La première s'est déroulée au niveau de l'étuve à une température contrôlée de 25°C, la deuxième sous serre à la température ambiante.

Les résultats obtenus montrent que la germination est optimale à une température contrôlée, comparative à la température ambiante qui est aléatoire.

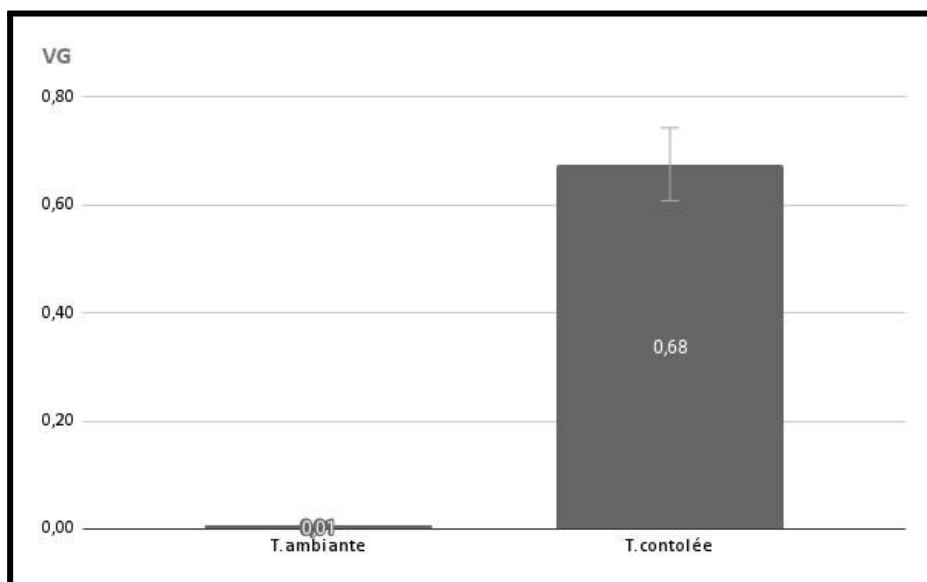


Figure 16 : La vitesse de germination en %

Le taux de germination est calculé selon la formule suivante des graines germés le dernier jour pour effectuer les calculs présentés ci-dessous :

(Nombre de graines germées/nbre des graines totales) \times 100

	Boite 1	Boite 2	Boite 3	Boite 4
Température Ambiante	20%	13.33%	13.33%	0%
Température controlée	40%	60%	60%	93.32%

Tableau 5 : Le taux de germination en %

La comparaison des 2 types de germination est représentée dans la figure 17 où la germination des graines de courgette est la plus importante 63,33% :

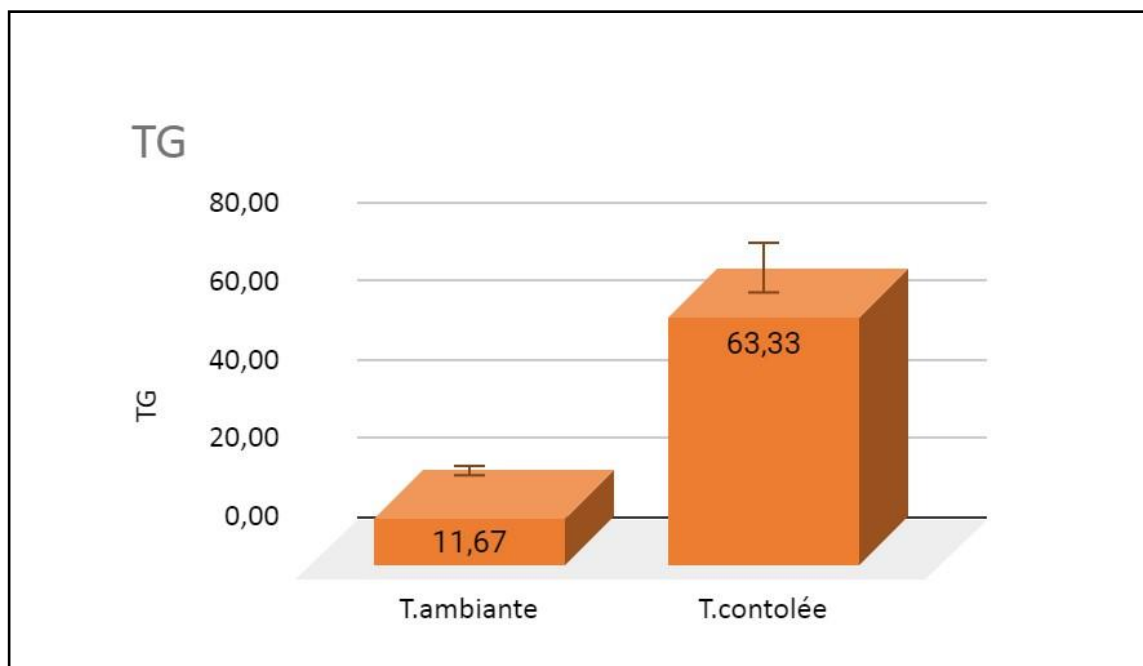


Figure 17 : Le taux de germination en %

b. Germination des graines en fonction des traitements

Nous avons réalisé des essais de germination selon trois traitements à avoir le priming, double priming et le témoin.

Les résultats concernant le comportement germinatif des graines étudiées en matière de capacité germinative et de durée médiane sous l'effet des différents traitements apparaissent sur le tableau.

Cette figure montre qu'à l'exception du témoin, la performance de priming et de double priming est plus élevée où nous pouvons voir que la moyenne de taux de germination au niveau des deux techniques est supérieure à 60% tandis que le pourcentage au niveau du témoin est de 38.33%.

Les mêmes observations concernant la vitesse de germination sont faites où nous pouvons voir que la vitesse au niveau du priming est de moyenne de 0.53 graines germées par jour où est la plus élevée par rapport au témoin et le double priming, et la performance chez le témoin est la plus basse en comparant avec les deux autres traitements avec une moyenne de 0.11 graines germées par jour comme illustré dans le tableau suivant :

	TG	VG
Témoin	38.33 ±14.78 a	0.11 ±0.07 a
Priming	66.66 ±16.33 b	0.53 ±0.19 b
Double priming	68.33 ±8.39 b	0.24 ±0.06 b

- TG = taux de germination
- VG = vitesse de germination

Tableau 6 : Comportement germinatif

La germination la plus performante est issue du double priming puis le priming et enfin, le témoin qui est le plus faible. Néanmoins, il y a lieu de noter que la germination au niveau de double priming, elle a commencé un peu plus tard par rapport au 2 autres traitements, comme illustré ci-dessous :

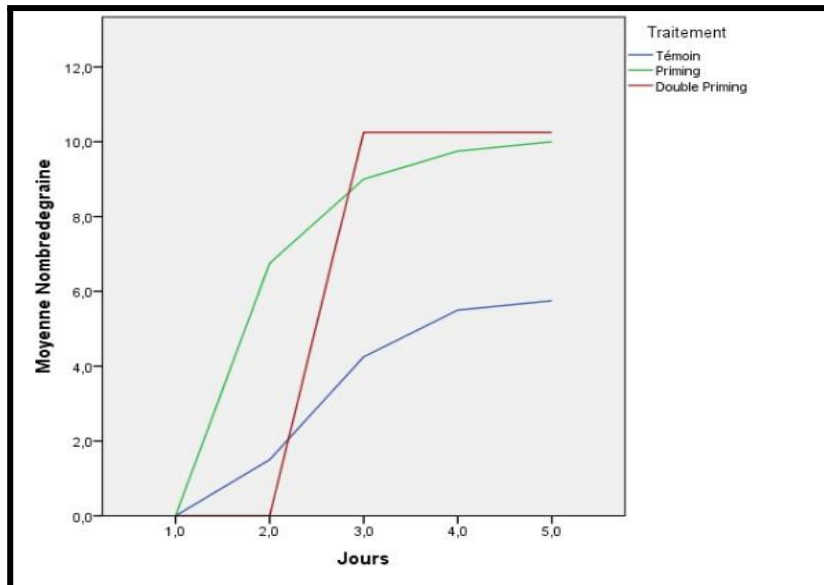


Figure 18 : Nombre de germination de graines par jour

3.2. Paramètres biométriques mesurés

Pour mettre en évidence la réponse des plantes de courgette soumises au priming et double priming, nous avons mesuré les paramètres biométriques suivants, comparativement au témoin.

3.2.1 Hauteur finale des plantes (cm)

La hauteur finale des tiges a été mesurée à partir de collet jusqu'à l'apex au niveau de chaque plante. Les résultats obtenus pour l'ensemble des traitements étudiés sont illustrés par la figure 19.

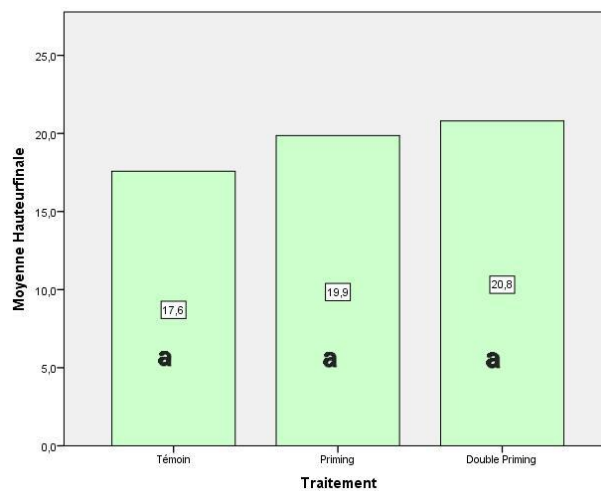


Figure 19 : Hauteur finale des plantes de courgette en cm

Les résultats montrent que la meilleure performance a été enregistrée au niveau des plantes issues de double priming (T3) avec une hauteur finale de 20,8 cm par rapport aux traitements priming (T2) de 19,9 cm.

A l'inverse, le traitement témoin (T1) semble donner le résultat le moins important de 17,6 cm.

Néanmoins, les plantes issues du traitement (T3) du double priming semble présenter une hauteur finale légèrement plus élevée.

3.2.2 Diamètre des tiges (mm)

Le diamètre des tiges des plantes a été mesuré à l'aide d'un pied à coulisses et les résultats obtenus sont présentés dans le tableau suivant :

Traitements	Paramètres
Témoin	0.69 ±0.12 a
Priming	0.70 ±0.18 a
Double priming	0.85 ±0.76 a

Tableau 7 : Diamètre des tiges en mm.

D'après les résultats révélés dans le tableau, on peut conclure que la meilleure aptitude semble être constatée au niveau des tiges de plantes issues de double priming (T3) avec un diamètre de 0.85 mm, par rapport au traitement de priming (T2) de diamètre de 0.70 mm.

A l'inverse, le traitement témoin (T1) semble donner le diamètre des tiges le moins important.

3.2.3 Poids de tiges des plantes (g)

Le poids des tiges des plantes a été mesuré à l'aide d'une balance de précision. Les résultats relatifs au paramètre mesuré, sont présentés dans la figure ci-dessous :

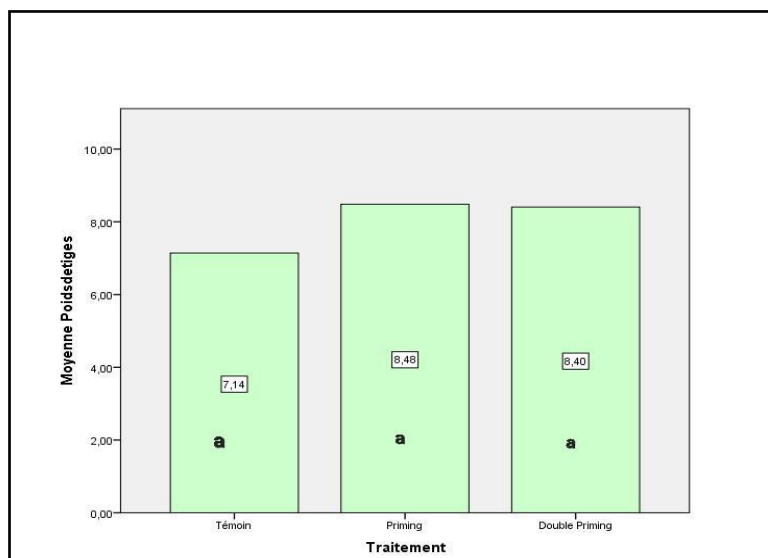


Figure 20 : Poids des tiges des plantes en gramme

Les résultats obtenus montrent que la meilleure performance a été enregistrée au niveau des plantes issues du priming (T2) de 8.40g et de double priming (T3) de 8.40g par rapport au témoin (T1) de 7.14g.

3.2.4 Nombre des feuilles

L'effet traitement n'exerce aucune action remarquable sur les paramètres mesurés. Le nombre moyen de feuilles était légèrement plus élevé au niveau du priming avec une valeur de 13,20 feuilles.

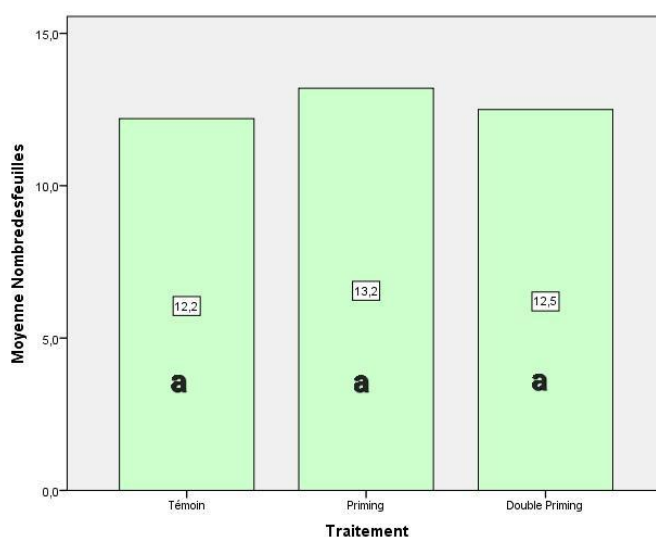


Figure 21 : Nombre des feuilles par plante

3.2.5 Poids frais et sec des feuilles (g)

	Témoin	Priming	Double Priming
Poids frais (g)	13,37 A	15,80 A	12,28 A
Poids sec (g)	1,85 A	2,466 A	1,963 A

Tableau 8 : comparative du poids frais et sec par traitement

Les traitements n'exercent aucun effet remarquable sur les 2 paramètres mesurés, néanmoins nous constatons que la technique de priming présente les paramètres mesurés les plus importants.

5.2.6 Nombre des fruits par traitement

L'apparition des fruits a été suivi quotidiennement jusqu'au dernier jour, où le nombre moyen de fruits produits est représenté ci-dessous :

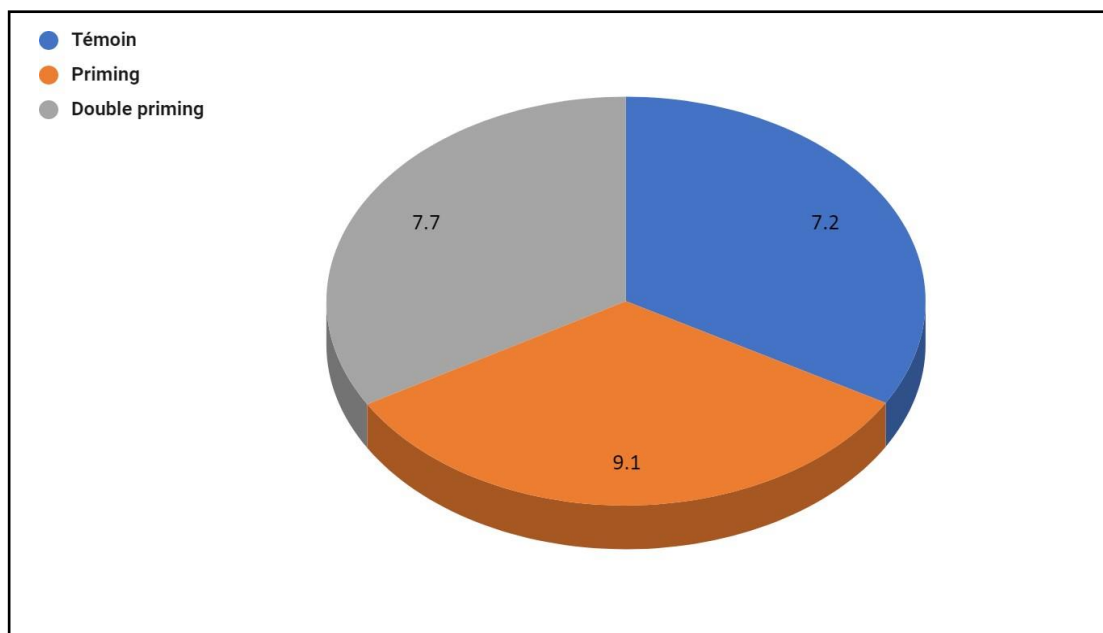


Figure 22 : Nombre de fruit par traitement

Nous avons constaté selon la figure 31 que L'effet traitement N'avait aucune action significative sur les paramètres mesurés. Néanmoins, le priming semble présenter un nombre de fruits un peu élevé.

3.2.7 Biomasse fraîche et sèche (g)

La biomasse fraîche et la biomasse sèche représentent le poids total des feuilles et des tiges par plante. L'effet traitement n'exerce aucun effet remarquable sur les 2 paramètres mesurés. Néanmoins, la technique du priming semble favoriser une production de biomasse fraîche et sèche la plus importante. Les résultats ont été illustrés de la manière suivante :

	Témoin	Priming	Double Priming
Poids frais (g)	20,51 A	24,29 A	20,61 A
Poids sec (g)	2,57 A	3,29 A	2,75 A

Tableau 9 : Biomasse fraîche et sèche produite par traitement

Concernant la biomasse fraîche, nos résultats montrent que le priming a un plus grand impact et un effet notable où la biomasse sèche et fraîche chez le priming est plus élevée que chez le témoin et le double priming comme les graphes ci-dessus montrent :

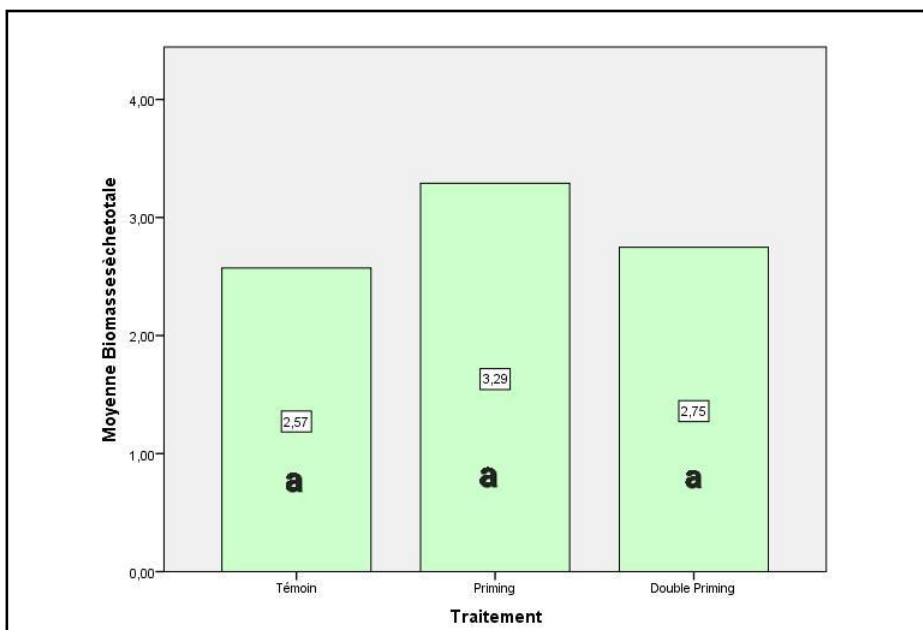


Figure 23 : Biomasse sèche totale

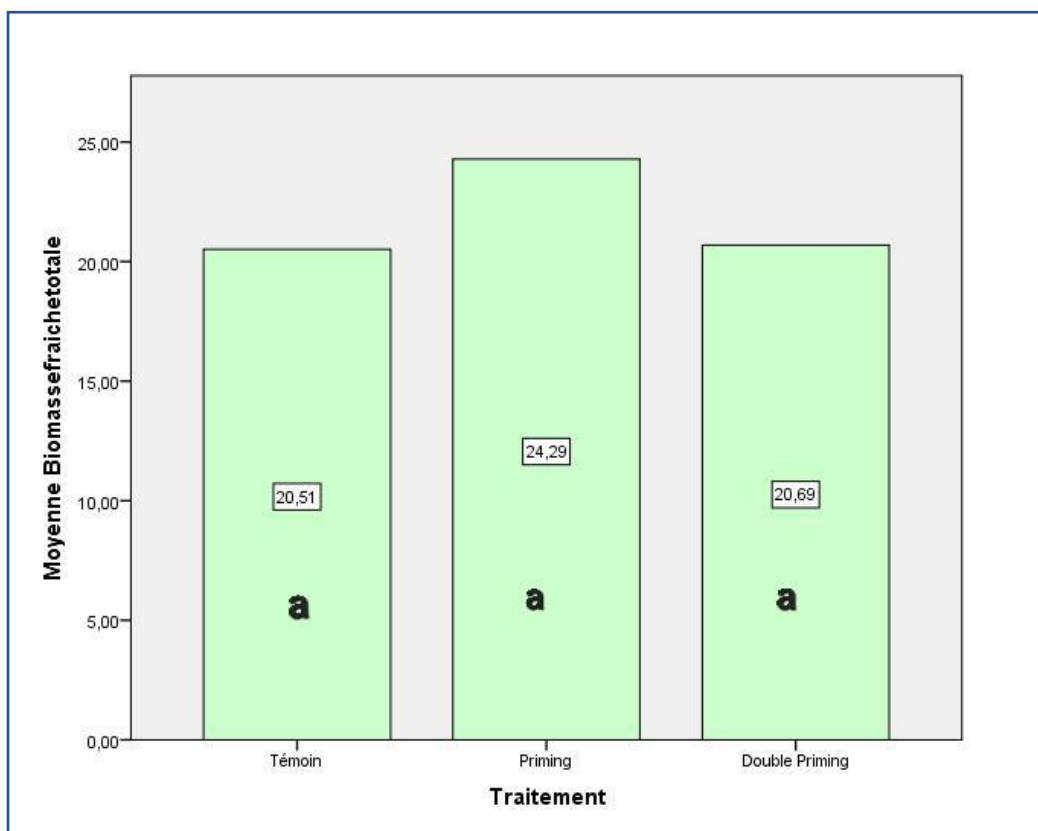


Figure 24 : Biomasse fraîche totale

Conclusion :

À l'issue de cette étude sur l'importance de la technique de priming et du double priming en comparaison avec un témoin, Il en ressort les remarques importantes suivantes

La germination de la courgette est beaucoup plus importante au niveau de la technique du double priming 68,33% et ce comparatif à la technique de priming et témoin qui sont de 66,66 et 38,33% respectivement.

En ce qui concerne les résultats relatifs aux paramètres de croissance, Il a été constaté que l'effet traitement n'exerce aucune action remarquable sur les paramètres biométriques mesurés. Néanmoins, la technique de double priming semble améliorer légèrement les paramètres mesurés lesquels la hauteur finale des plantes, et les diamètres des tiges.

Enfin, pour ce qui est de la phase de développement, il a été constaté que le priming semble améliorer : le nombre de fruits, et la biomasse fraîche et sèche des plantes.

Références

- Akbari G, Sanavy SA, Yousefzadeh S (2007) Effect of auxin and salt stress (NaCl) on seed germination of wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.). *Pak J Biol Sci* 10:2557–2561
- Amzallag GN, Lerner HR, Poljakoff-Mayber A (1990) Exogenous ABA as a modulator of the response of sorghum to high salinity. *J Exp Bot* 54:1529–1534
- Angrish R, Kumar B, Datta KS (2001) Effect of gibberellic acid and kinetin on nitrogen content and nitrate reductase activity in wheat under saline condition. *Indian J Plant Physiol* 6:172–177
- Ashraf M, Foolad RM (2005) Pre-sowing seed treatment—a shotgun approach to improve germination, plant growth and crop yield under saline and non-saline conditions. *Adv Agron* 88:223–271
- Bailly C, Benamar A, Corbineau C, Co[^]me D (1998) Free radical scavenging as affected by accelerated ageing and subsequent priming in sunflower seeds. *Physiol Plant* 104:646–652
- Basra SMA, Pannu IA, Afzal I (2003) Evaluation of seedling vigor of hydro and matrimprimed wheat (*Triticum aestivum* L.) seeds. *Int J Agric Biol* 5:121–123
- Basra SMA, Farooq M, Tabassum R (2005) Physiological and biochemical aspects of seed vigour enhancement treatments in fine rice (*Oryza sativa* L.). *Seed Sci Technol* 33:623–628
- Basra S.M.A., Pannu I.A., Afzal I. (2003). Evaluation of seedling vigor of hydro and matrimprimed wheat (*Triticum aestivum* L.) seeds. *Int.J. Agric. Biol.*, 5(2): 121-123.
- Bennett MA, Waters L (1987) Seed hydration treatments for improved sweet maize germination and stand establishment. *J Am Soc Hortic Sci* 112:45–49
- Bennett AJ, Whipps JM (2008) Dual application of beneficial microorganisms to seed during drum priming. *Appl Soil Ecol* 38:83–89
- BENSALD S., 1985. Contribution à la connaissance des espèces arborescentes, germe et croissance d'*Acacia raddiana*, Mémoire de Magistère. Ed institut national agronomique (I.N.A) El Harrach. Algérie, 70p.
- Beweley J.D. 1997. Seed germination and dormancy. *Plant Cell* 9: 1055–1066
- Binet P., Brunel J.P. 1968. *Physiologie végétale : Photosynthèse*. Paris, Doin (éd.). 793 p.

- Boucelha L., Djebbar R. (2015). Influence de différents traitements de prégermination des graines de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. sur les performances germinatives et la tolérance au stress hydrique. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 19(2): 132-144
- Bouredja N. 2014. Contribution à l'étude de *Retama monosperma* (L.) Boiss. : Recherche des conditions optimales de germination, caractérisation des polysaccharides pariétaux et biométrie des fibres des gousses. Thèse de doctorat, université Djilali Liabès. 127 p.
- Bradford K.J. (1986). Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions. *Hort Science.*, 21: 1105-1112.
- Bradford K.J. (1995). Water relations in seed germination. In: replication was not detected during priming although Kigel J, Galili G, eds. *Seed development and germination*. New York: Marcel DekkerInc., 351-396.
- Cayuela E, Perez-Alfocea F, Caro M, Bolarin MC (1996) Priming of seeds with NaCl induces physiological changes on tomato plants grown under salt stress. *Physiol Plant* 96:231–236
- Chaussat R. ; Ledeff Y .1975. La germination des semences. Ed. Bordars, Paris, 232p.
- CHAUSSAT R; LEDEUNFF Y., 1975. La germination des semences. Ed. Bordas. Paris. BRUXELLES MONTREAL. pp : 20-21, 32.
- Chen K, Arora R (2011) Dynamics of the antioxidant system during seed osmopriming, post-priming germination, and seedling establishment in spina (*Spinacia oleracea*). *Plant Sci* 180:212–220
- Cheng Z., Bradford K.J. (1999). Hydrothermal time analysis of tomato seed germination responses to priming treatments.*Journal of Experimental Botany*, 33: 89-99.
- CHERFAOUI., ABDELKADAR., 1987 : Contribution à l'étude comparative de germination des semences de quelque *Atriplex* de provenance Djelfa. Thèse de magistère, p 65.
- Claude H., Claud J., Bernard M., 1998- *Biologie et physiologie de la plante*, Éditions Nathan, 39p.

- Côme D., 1967- L'inhibition de germination des graines de pommier(*pirus malus L.*) non dormantes, Rôle possible des phénols tégumentaires.*Ann.sci.Nat.Bot .*, Vill, pp 371-478.
- Côme D., 1970- Les obstacles à la germination, Collection monographie de physiologie végétal, Masson et cie. Paris, 126p.
- CÔME D., 1970. Les obstacles à la germination (monographie et physiologie végétale). Ed. Masson et Cie (Paris), 162p.
- Demir I, Ozuaydın I, Yasar F, Staden JV (2012) Effect of smoked-derived butenolide priming treatment on pepper and salvia seeds in relation to transplant quality and catalase activity. *S Afr J Bot* 78:83–87
- Deymie B., (1984): Factors affecting germination such as dormancy of germination capacity are basic quality traits.
- DEYSSON G., 1967. Physiologie et biologie des plantes vasculaires, croissance, production, écologie, physiologie. Ed Société d'édition déneigement supérieur. Paris, 335p.
- Dhillon, M.K., Singh, R., Naresh, J.S., & Sharma, H.C. (2005). The melon fruit fly, *Bactrocera cucurbitae*: A review of its biology and management. *Journal of Insect Science*, 5(1), 40. <https://doi.org/10.1093/jis/5.1.40>
- DOMINIQUE S., 2007 : Les bases de la production végétale tome III, la plante. Ed. Collection sciences et technique agricole paris, p 304.
- Ehsanfar S, Modarres-Sanavy SA, Tavakkol-Afshari R (2006) Effects of osmopriming on seed germination of canola (*Brassica napus L.*) under salinity stress. *Commun Agric Appl Biol Sci* 71:155–159

- EVENARI M., 1957. The physiological action and biological importance of germination inhibitors. Symp. Soc. Exp. Biol. 11 : 21-43. Univ. Press. Cambridge. 13. Evolution 16 (9). pp : 481-483.
- Foti R, Aburenia K, Tigerea A, Gotosab J, Gerec J (2008) The efficacy of different seed priming osmotica on the establishment of maize (*Zea mays* L.) caryopses. J Arid Environ 72:1127–1130
- Fujita M, Fujita Y, Noutoshi Y, Takahashi F, Narusaka Y, Yamaguchi-Shinozaki K, Shinozak K (2006) Crosstalk between abiotic and biotic stress responses: a current view from the points of convergence in the stress signaling networks. Curr Opin Plant Biol 9:436–442
- Ghassemi-Golezani K., Chadordooz-Jeddi A., Nasrullahzadeh S., Moghaddam M. (2010). Influence of hydro-priming duration on field performance of pinto bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars. African Journal of Agricultural Research, 5(9): 893-897.
- Ghassemi-Golezani K., Sheikhzadeh-Mosaddegh P., Valizadeh M. (2008). Effects of hydro-priming duration and limited irrigation on field performance of chickpea. Res. J. Seed Sci., 1: 34-40
- Harb EZ (1992) Effect of soaking seeds in some growth regulators and micronutrients on growth, some chemical constituents and yield of faba bean and cotton plants. Bull Faculty Agric Univ Cairo 43:429–452
- Harris D, Joshi A, Kham PA, Khan PA, Gothkar P, Sodhi PS (1999) On-farm seed priming in semi arid agriculture: development and evaluation in maize, rice and chick pea in India using participatory methods. Exp Agric 35:15–29
- Harris D., Rashid A., Hollington P.A., Jasi L., Riches C. (2002). Prospects of improving maize yields with ‘onfarm’ seed priming: In: Rajbhandari, N.P., Ransom J.K., Adikhari K., Palmer A.F.E. (Eds.). Sustainable Maize production systems for Nepal. NARC and CIMMYT, Kathmandu. 180-185.
- Hasanuzzaman M, Anwar Hossain M, Fujita M (2010) Selenium in higher plants: physiological role, antioxidant metabolism and abiotic stress tolerance. J Plant Sci 5:354–375
- Heller Relier R., 1982- Physiologie végétale, 2 Développement, Paris.new york, milan, pp 151 .
- Heller Relier R.,1990- Physiologie végétale, Développement tome-II-, Masson.4 édition, p157.

- Heller Relier R., Esnault R., Lance C., 1990- Physiologie végétal. Masson. paris, 4 édi. 162p.
- Heller Relier R., Esnault R., Lance C., 2000- Physiologie végétale 2-développement, Dunod, Paris 2^e édition, p 254.
- Heller R., Esnault R., Lance C., (2000) : Physiologie végétale et développement 6^eme édition. Ed. DUNOD. Paris. 366p.
- Heller R., Esnault R., Lance C. 1990. Abrégés de physiologie végétale (Tome II). Masson (ed.) Paris, 266 p.
- Heller R.; Esnault S et Lance C., 1990 - Physiologie Végétale, Masson Paris p16.
- Heydecker W., Higgins J., Gulliver R.L. (1973). Accelerated germination by osmotic seed treatment. Nature., 246: 42-44.
- Hopkins W.G., (2003). Physiologie végétale. Traduction de la 2^eme édition américaine par Serge R. Ed. de Boeck, p.66-81.
- Iqbal M, Ashraf M (2005) Changes in growth, photosynthetic capacity and ionic relations in spring wheat (*Triticum aestivum* L.) due to presowing seed treatment with polyamines. Plant Growth Regul 46:19–30
- JEAM P, CATMRINE T, GIUES L., 1998. Biologie des plantes cultivées. Ed. L'Arpers, Paris. 150p.
- JEAM P, CATMRINE T., GIUES L., 1998 : Biologie des plantes cultivées. Ed. L'Arpers, Paris, p 46, 47, 150.
- Jisha K. C., Vijayakumari K., Puthur Jos T. (2013). Seed priming for abiotic stress tolerance

- Kaur S, Gupta AK, Kaur N (2002) Effect of osmo- and hydropriming of chickpea on seedling growth and carbohydrate metabolism under water deficit stress. *Plant Growth Regul* 37:17–22
- Kaya MD, Okcu G, Atak M, Cikili Y, Kolsarici O (2006) Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Eur J Agron* 24:291–295
- Khan MA, Gul B, Weber DJ (2002) Improving seed germination of *Salicornia rubra* (Chenopodiaceae) under saline conditions using germination-regulating chemicals. *West N Am Nat* 62:101–105
- Laurent M. ; Mouhammed N. 1991 : Palmier dattier sa culture et production dans le monde arabe. Ed: Manchate EL-Maârib. 120p
- Lee-suskoon KM, Hyeum J, Beom HS, Minkyong K, Euiho P (1998) Optimum water potential, temperature and duration for priming of rice seeds. *J Crop Sci* 43:1–5
- Mazliak P. 1982. *Physiologie végétale et métabolisme*, Herman (éd.), Paris. 230 p.
- MAZLAIK P., 1982-*Physiologie végétale, croissance et développement*. Tome .2.Ed. Hermann éditeurs des sciences et des arts, collecte méthodes, Paris. p 575.
- Mazilak P., (1982). *Croissance et développement. Physiologie végétale II*.Hermann ed, Paris, collection Méthodes :465.
- Mazliak P. (1998). *Physiologie végétale. IICroissance et Développement*. Hermann ed, Paris.
- Mazliak P., 1998- *Physiologie végétal II*, Hermann éditeurs des science et des arts, Paris, pp 216-239.
- McDonald M.B. (2000). Seed priming. In Black M and Bewley JD (eds.), *Seed technology and its biological basis*.Sheffield Academic Press Ltd, Sheffield, England, pp. 287-325.

- MEYER S; REEB C; BOSDEVEIX R., 2004. Botanique, biologie et physiologie végétale. Ed. Moline, Paris, 461p.
- MICHEL V., 1997. La production végétale, les composantes de la production. Ed. Danger, Paris, 478p.
- Parera CA, Qiao P, Cantliffe DJ (1993) Enhanced celery germination at stress temperature via solid matrix priming. *Hortic Sci* 28:20–22
- Passam HC, Kakouriotis D (1994) The effects of osmoconditioning on the germination, emergence and early plant growth of cucumber under saline conditions. *Sci Hortic* 57:233–240
- Radi AF, Shaddad MAK, El-Enany AE, Omran FM (2001) Interactive effects of plant hormones (GA₃ or ABA) and salinity on growth and some metabolites of wheat seedlings. In: Horst WJ, Schenk MK, Burkert A, Claassen N, Flessa H, Frommer WB, Goldbach H, Olf HW, Romheld V (eds) *Plant nutrition, food security and sustainability of agro-ecosystems through basic and applied research. 14th international plant nutrition colloquium, Hannover, Germany*, pp 436–437
- Rehman H. Aziz T. Farooq M. Abdul Wakeel. Rengel Z. (2012). Zinc nutrition in rice production systems: a review
- Shao CX, Hu J, Song WJ, Hu WM (2005) Effects of seed priming with chitosan solutions of different acidity on seed germination and physiological characteristics of maize seedling. *J Zhejiang Univ (Agric & Life Sci)* 31:705–708
- Soltner D., *Les bases de la production végétale tome III, la plante*. Ed. Collection sciences et techniques agricole, Paris, p :304.
- Su J, Hirji R, Zhang L, He C, Selvaraj G, Wu R (2006) Evaluation of the stress-inducible production of choline oxidase in transgenic rice as a strategy for producing the stress-protectant glycine betaine. *J Exp Bot* 57:1129–1135
- Taylor A.G., Allen P.S., Bennett M.A., Bradford K.J., Burriss J.S., Misra M.K. (1998). Seed enhancements. *Seed Science Research.*, 8: 245-256.
- Taylor A.G., Harman G. E. (1990). CONCEPTS AND TECHNOLOGIES OF SELECTED SEED TREATMENTS. *Annu. Rev. Phytopathol.* 1990. 28:321-339. Department of Horticultural Sciences I, and of Horticultural Sciences and Plant Pathology, New York State Agricultural Experiment Station, Cornell University, Geneva, New York 14456

- Tarquis A.M., Bradford K.J. (1992). Prehydration and priming treatments that advance germination also increase the rate of deterioration of lettuce seeds. *Journal of Experimental Botany.*, 43: 307-317.
- Thomas UC, Varughese K, Thomas A, Sadanandan S (2000) Seed priming—for increased vigour, viability and productivity of upland rice. *Leisa India* 4:14
- Varier A., Vari A.K., Dadlani M. (2010). The subcellular basis of seed priming. The authors are in the Indian Agricultural Research Institute. *Current Science.*, 99(4-25): 450-456.
- Yagmur M, Kaydan D (2008) Alleviation of osmotic strength of water and salt in germination and seedling growth of triticale with seed priming treatments. *Afr J Biotechnol* 7:2156–2162
- Yari L., Aghaalikani M., Khazaei F. (2010). Effect of seed priming duration and temperature on seed germination behavior of bread wheat (*Triticum Aestivum* L.). *Journal of Agricultural and Biological Science.*, 5(1): 1-6

Annexes

Phase de germination

Test ANOVA

		Somme des carrés	ddl	Moyenne des carrés	F	Signification (p)
TG	Inter- groupes	2274.07	2.00	1137.04	6.14	0.02
	Intra- groupes	1666.67	9.00	185.19		
	Total	3940.74	11.00			
MDG	Inter- groupes	10.11	2.00	5.05	6.14	0.02
	Intra- groupes	7.41	9.00	0.82		
	Total	17.51	11.00			
VG	Inter- groupes	0.36	2.00	0.18	12.42	0.00
	Intra- groupes	0.13	9.00	0.01		
	Total	0.50	11.00			

Annexe 1 : Test ANOVA des données de comportement germinatif

TG			
Test de Tukey ^a			
		Sous-ensemble pour alpha = 0.05	
Traitement	N	1	2
Témoin	4.00	38.33	
Priming	4.00		66.67
Double Priming	4.00		68.33
Signification		1.00	0.98
Les moyennes des groupes des sous-ensembles homogènes sont affichées.			
a. Utilise la taille d'échantillon de la moyenne harmonique = 4,000.			

Annexe 2 : Test ANOVA du taux de germination

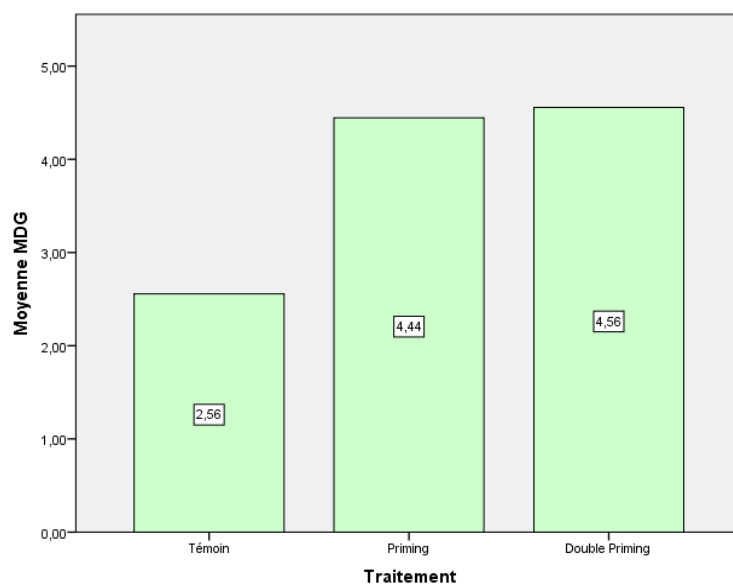
MDG			
Test de Tukey ^a			
		Sous-ensemble pour alpha = 0.05	
Traitement	N	1	2
Témoin	4.00	2.56	
Priming	4.00		4.44
Double Priming	4.00		4.56

Signification		1.00	0.98
Les moyennes des groupes des sous-ensembles homogènes sont affichées.			
a. Utilise la taille d'échantillon de la moyenne harmonique = 4,000.			

Annexe 3 : Test ANOVA de la moyenne de germination

VG			
Test de			
Tukey ^a			
		Sous-ensemble pour alpha = 0.05	
Traitement	N	1	2
Témoin	4.00	0.11	
Double Priming	4.00	0.24	
Priming	4.00		0.53
Signification		0.35	1.00
Les moyennes des groupes des sous-ensembles homogènes sont affichées.			
a. Utilise la taille d'échantillon de la moyenne harmonique = 4,000.			

Annexe 4 : Test ANOVA du taux de germination



Annexe 5 : La moyenne de germination

Phase de croissance :

		Hauteurfinale	Diamètre	Poidsdetiges	Nombredfruits	Poidssecdefeuilles
Témoin	Moyenne	17.58	0.69	7.14	7.20	1.85
	Ecart-type	6.06	0.12	2.83	3.05	0.44
Priming	Moyenne	19.86	0.70	8.48	9.10	2.47
	Ecart-type	4.26	0.18	3.09	3.54	0.89
Double Priming	Moyenne	20.80	0.85	8.41	7.70	1.96
	Ecart-type	7.03	0.76	2.98	2.50	0.81
Total	Moyenne	19.41	0.75	8.01	8.00	2.09
	Ecart-type	5.85	0.45	2.93	3.06	0.77

Annexe 6: Moyenne des mesures biométriques

Tests de normalité							
Traitement		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistique	ddl	Significati	Statistique	ddl	Significati
		ue		on	ue		on
Nombre des feuilles	Témo	0.27	10.	0.04	0.86	10.	0.08
	in		00			00	
	Primi	0.20	10.	,200*	0.95	10.	0.70
	ng		00			00	
	Doubl	0.18	10.	,200*	0.91	10.	0.26
	e		00			00	
	Primi						
	ng						
Poids des feuilles	Témo	0.17	10.	,200*	0.95	10.	0.71
	in		00			00	
	Primi	0.21	10.	,200*	0.95	10.	0.68
	ng		00			00	
	Doubl	0.24	10.	0.11	0.89	10.	0.17
	e		00			00	
	Primi						
	ng						
Hauteur finale	Témo	0.11	10.	,200*	0.98	10.	0.94
	in		00			00	
	Primi	0.16	10.	,200*	0.90	10.	0.22
	ng		00			00	
	Doubl	0.27	10.	0.03	0.86	10.	0.07
	e		00			00	
	Primi						
	ng						
Diamètre	Témo	0.19	10.	,200*	0.92	10.	0.38
	in		00			00	
	Primi	0.17	10.	,200*	0.95	10.	0.62
	ng		00			00	
	Doubl	0.18	10.	,200*	0.94	10.	0.56
	e		00			00	

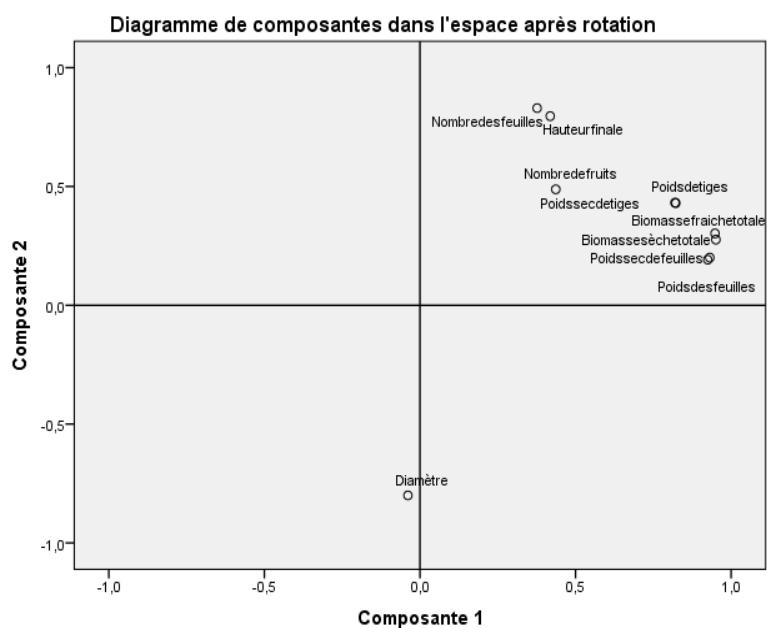
	Priming						
Poidsdetiges	Témoign	0.19	10.00	,200*	0.94	10.00	0.57
	Priming	0.24	10.00	0.10	0.90	10.00	0.22
	Double Priming	0.21	10.00	,200*	0.89	10.00	0.15
Nombredefruits	Témoign	0.20	10.00	,200*	0.87	10.00	0.09
	Priming	0.21	10.00	,200*	0.94	10.00	0.60
	Double Priming	0.27	10.00	0.04	0.88	10.00	0.12
Biomassefraichetotale	Témoign	0.15	10.00	,200*	0.96	10.00	0.80
	Priming	0.16	10.00	,200*	0.92	10.00	0.40
	Double Priming	0.23	10.00	0.13	0.86	10.00	0.07

Annexe 7: Normalité des mesures biométriques

ANOVA à 1 facteur						
		Somme des carrés	ddl	Moyenne des carrés	F	Signification
Nombre des feuilles	Inter- groupes	5.267	2.000	2.633	0.324	0.726
	Intra- groupes	219.700	27.000	8.137		
	Total	224.967	29.000			
Poids des feuilles	Inter- groupes	64.950	2.000	32.475	1.421	0.259
	Intra- groupes	617.070	27.000	22.854		
	Total	682.020	29.000			
Hauteur finale	Inter- groupes	54.835	2.000	27.417	0.788	0.465
	Intra- groupes	939.200	27.000	34.785		
	Total	994.035	29.000			
Diamètre	Inter- groupes	0.171	2.000	0.085	0.408	0.669
	Intra- groupes	5.656	27.000	0.209		
	Total	5.827	29.000			
Poids des tiges	Inter- groupes	11.349	2.000	5.675	0.644	0.533
	Intra- groupes	237.789	27.000	8.807		
	Total	249.138	29.000			

Nombredefruits	Inter- groupes	19.400	2.000	9.700	1.037	0.368
	Intra- groupes	252.600	27.000	9.356		
	Total	272.000	29.000			
Poidssecdefeuilles	Inter- groupes	2.146	2.000	1.073	1.953	0.161
	Intra- groupes	14.832	27.000	0.549		
	Total	16.978	29.000			
Poidssecdetiges	Inter- groupes	0.055	2.000	0.027	0.330	0.722
	Intra- groupes	2.234	27.000	0.083		
	Total	2.288	29.000			
Biomassefraichetotale	Inter- groupes	90.762	2.000	45.381	0.852	0.438
	Intra- groupes	1438.700	27.000	53.285		
	Total	1529.462	29.000			
Biomassesèchetotale	Inter- groupes	2.801	2.000	1.401	1.469	0.248
	Intra- groupes	25.750	27.000	0.954		
	Total	28.551	29.000			

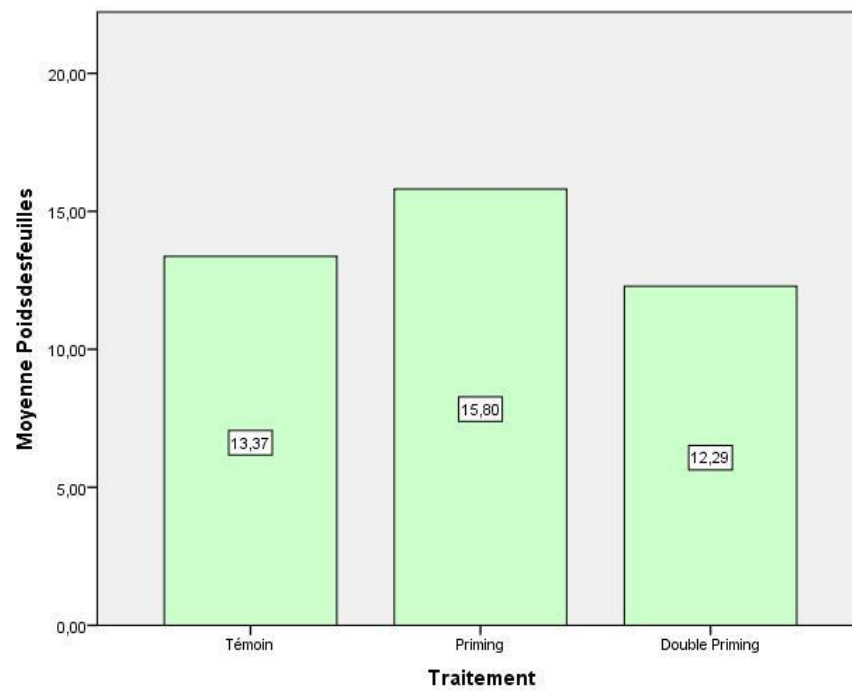
Annexe 8 : Test ANOVA des données de mesures biométriques



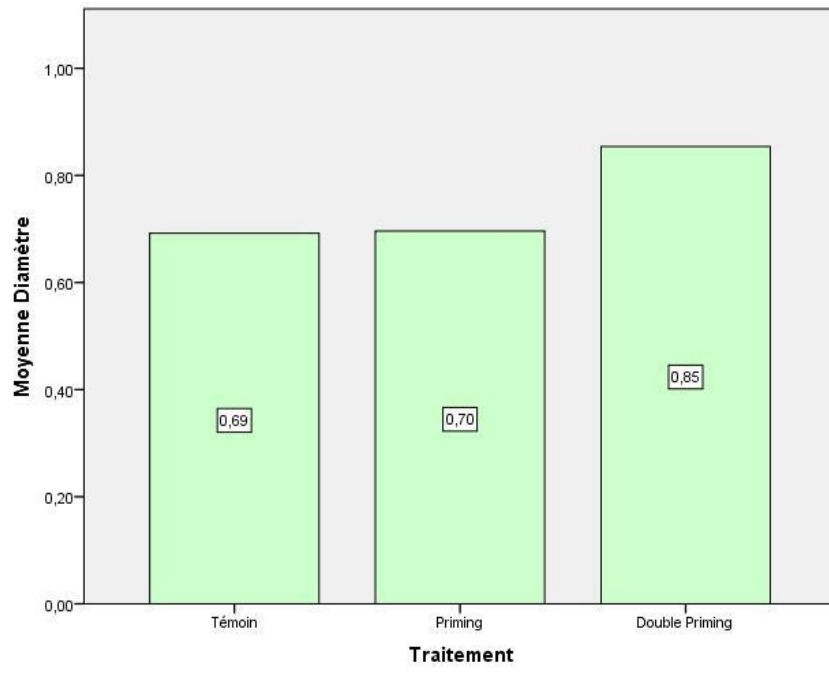
Matrice des coefficients des coordonnées des composantes		
	Composante	
	1	2
Nombre des feuilles	-0.115	0.397
Poids des feuilles	0.240	-0.145
Hauteur finale	-0.093	0.365
Diamètre	0.214	-0.475
Poids de tiges	0.138	0.030
Nombre de fruits	0.000	0.173
Poids sec de feuilles	0.239	-0.142

Poids sec de tiges	0.140	0.028
Biomasse fraîche totale	0.216	-0.085
Biomasse sèche totale	0.224	-0.102
Méthode d'extraction : Analyse en composantes principales.		
Méthode de rotation : Varimax avec normalisation de Kaiser.		

Annexe 9: groupe homogène des paramètres biométriques



Annexe 10 : Poids des feuilles par traitement en (g)



Annexe 11 : Diamètre des tiges par traitement en (mm)