

**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 des biotechnologies et agro-écologie

**Mémoire de fin d'études**

En vue de l'obtention du diplôme de Master dans le domaine SNV  
Faculté des sciences de la nature et de la vie

**Option :**

Biotechnologies végétales

**Thème**

**INTERET DE PRIMING ET DE DOUBLE PRIMING SUR LA  
GERMINATION ET LA CROISSANCE DU HARICOT  
(*Phaseolus vulgaris*).**

**Présenté par :**

**Date de soutenance : 06/07/2022**

- Benturkia Nesrine
- Bouchelaghem Soumia
- Amoura Amel

**Devant le jury :**

Mr. ZOUAOUI. A.	MCA	U. Blida 1	Président
Mr. SNOUSSI S.A	Professeur	U. Blida 1	Promoteur
Dr. BENZAHRA. S.	MCB	U. Blida 1	Examineur

**Promotion : 2021-2022**

## Remerciements

*Avant tout, nous remercions Dieu ALLAH tout puissant de nous avoir accordé la force, le courage et la patience pour terminer ce travail.*

*Nous remercions du fond du cœur Mr SNOUSSI S.A, qui a encadré cette étude au quotidien. Il fut toujours présent, en particulier lorsque nous nous sommes confrontés au doute, nous ne pouvons donc qu'être reconnaissantes pour : sa grande disponibilité, son ouverture d'esprit, son dynamisme et son optimisme, ainsi que pour ses multiples et précieux conseils scientifiques, professionnels ou tout simplement humains.*

*Nos sincères remerciements vont à Mr ZOUAOUI A. de nous avoir fait l'honneur d'accepter de présider le jury. Qu'il trouve notre reconnaissance et notre respect les plus sincères.*

*Nos remerciements, s'adressent particulièrement à Mme BENZAHRA S. pour sa participation comme examinatrice. C'est avec sincérité que nous exprimons notre gratitude et notre profond respect.*

*Nous remercions également Mr DEGAICHIA H. qui nous a aidés dans l'analyse statistique, pour sa simplicité et sa générosité qui sont la preuve de sa qualité humaine.*

*Nos vifs remerciements, vont également à l'ensemble des enseignants du département de Biotechnologie et des Sciences de la Nature et de la Vie.*

*Toute notre gratitude à nos collègues de promotion ainsi qu'au d'autres étudiants.*

## *Dédicaces*

*A la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur ; maman que j'adore*

*A l'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, a toi mon père.*

*Que dieu leur procure bonne santé et longue vie.*

*A mon mari « MUSTAPHA », pour tout l'encouragement, le respect que tu m'as offert, je te dédie ce travail, qui n'aurait pas pu être achevé sans ton éternel soutien et optimisme.*

*A mon adorable petit fils « WASSIM », qui sait toujours comment procurer la joie et le bonheur pour toute la famille.*

*A mes frères « YACINE » et « ZAKARIA », sans oublier mes belles-sœurs, ma grand-mère et mes beaux parents, a qui revient le grand plaisir en premier lieu pour leurs conseils, aides, et encouragements.*

*A toute ma famille, et mes amis,*

*A mes deux collaboratrices membres du trinôme « NESRINE » et « IMAN ».*

*Et a tous ceux qui ont contribué de près ou de loin a la réalisation de ce projet, je vous.*

*Merci.*

**SOUMIA**

## Dédicace

*Avec l'expression de ma reconnaissance, je dédie ce modeste travail à ceux qui, quels que soient les termes embrassés, je n'arriverais jamais à leur exprimer mon amour sincère.*

*A ma très chère mère, quoi que je fasse ou que je dise, je ne saurai point te remercier comme il se doit. Ton affection me couvre, ta bienveillance me guide et ta présence à mes cotés a toujours été ma source de force pour affronter les différents obstacles.*

*A mon très cher père, tu as toujours été à mes cotés pour me soutenir et m'encourager que ce travail traduit ma gratitude et mon affection.*

*A ma chère sœur « Ferial », et mon adorable petite sœur « Soumia » qui sait toujours comment procurer la joie et le bonheur pour tout la famille .*

*A mes chère frères « Abdeallah » et « Abdessamie » puisse dieu vous donne santé, bonheur, courage et surtout réussite*

*A mes amis « Nada », « Manal » et « Amani » qui n'ont pas cessée de me conseiller , encourager et soutenir tout au long de mes études , que dieu les protège et leurs offre la chance et le bonheur .*

*Sans oublier mon trinôme « Soumia » et « Amel » pour leurs soutien moral, patiences et leurs compréhensions tout au long de ce projet.*

**Nesrine**

## Dédicace

*Chers, mes parents, au meilleur père « Mustapha » à ma très chère maman, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leur confiance en moi*

*Merci d'être toujours là pour moi.*

*A ma chère grand-mère « Houria », puisse que Dieu ait pitié d'elle, je lui dédie mon diplôme et ma réussite.*

*A ma deuxième famille « Laoufi » et surtout mon cher « AbdElKader » et ma chère « Rachida ».*

*A mes oncles et mes tantes et toute ma famille pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire.*

*A mes chères amies « Sarah, Ikram, Djamilla, Bouchra » sans oublier « Benguedouar .F » Que Dieu les protège et leur offre la chance et le bonheur.*

*A mon trinôme, l'adorable « Soumia » et bien sûr « Nesrine », pour son soutien moral sa patience et sa compréhension tout au long de ce travail.*

**IMENE**

## Résumé

Ce travail de recherche qui s'inscrit dans cette optique, a pour objectif d'étudier l'intérêt du priming et de double priming sur la germination et la croissance du haricot (*Phaseolus vulgaris*).

Le but de notre travail est de réguler la germination de l'espèce d'haricot (*Phaseolus vulgaris*) à travers les deux techniques adoptées dans notre expérimentation et ce comparativement à un témoin ou la germination des graines à été réalisée par de l'eau courante.

Il a été constaté que le témoin présente une germination de 100% alors que le priming 40% et le double priming 50%

Après le stade de germination, les graines ont été repiquées dans les pots remplis de terre végétale pour la croissance et le développement des plantes. Des mesures ont été réalisées en cours de culture à savoir le rythme de croissance, la floraison et la nouaison, ou il a été observé que le double priming présente les meilleures performances au niveau des paramètres mesurés

**Mots clés :** Amorçage. Germination. Priming. Haricot. Double priming.

## **Abstract**

This research work, which falls within this perspective, aims to study the interest of priming and double priming on the germination and growth of beans (*Phaseolus vulgaris*).

The aim of our work is to regulate the germination of the bean species (*Phaseolus vulgaris*) through the two techniques adopted in our experimentation and this compared to a witness where the germination of the seeds was carried out by running water. .

It was found that the control has 100% germination while the priming 40% and the double priming 50%

After the germination stage, the seeds were transplanted into the pots filled with topsoil for plant growth and development. Measurements were made during cultivation, namely the rate of growth, flowering and fruit set, where it was observed that the double priming presents the best performance in terms of the parameters measured.

**Keywords:** Priming. Germination. Priming. Bean. Double priming.

## المخلص

يهدف هذا العمل البحثي، الذي يندرج ضمن هذا المنظور، إلى دراسة فائدة التحضير والتأهيل المزدوج على إنبات ونمو الفاصوليا (*Phaseolus vulgaris*).

الهدف من عملنا هو تنظيم إنبات أنواع الفول (*Phaseolus vulgaris*) من خلال تقنيتين تم اعتمادهما في تجربتنا وهذا مقارنة بشاهد حيث تم إنبات البذور عن طريق المياه الجارية.

وجد أن عنصر التحكم له إنبات 100% بينما التحضير 40% والفتيلة المزدوجة 50%.

بعد مرحلة الإنبات، تم زرع البذور في الأواني المملوءة بالتربة السطحية لنمو النبات وتطوره. تم إجراء القياسات أثناء الزراعة، وهي معدل النمو، الإزهار وثمار الثمار، حيث لوحظ أن التأسيس المزدوج يقدم أفضل أداء من حيث المعايير التي تم قياسها.

**الكلمات الرئيسية:** فتيلة. إنبات. فتيلة. فاصوليا. فتيلة مزدوجة.

## Liste des tableaux

---

---

Tableau N°01 : Classification Botanique Des Haricots .L-A Classification Décrite Par Chaux Et Foury (1994) Et Charles (1998).....	3
Tableau N° 2 : Valeurs Nutritives Du Haricot Vert . Source : Lombely2001.....	14
Tableau N 3 : Taux De Germination En Condition Contrôlée.....	34
Tableau N° 4 : Nombres Des Feuilles Par Traitement .....	38
Tableau N° 5 : Poids Frais Des Feuilles Par Traitement.....	38
Tableau N° 6 : Poids Sec Des Feuilles (G) Par Plante.....	40
Tableau N° 7 : Biomasse Sèche .....	42

## Liste des figures

---

Figure N° 1 : Cycle De Développement D'une Graine De Haricot .....	8
Figure N° 2 : Stades Phénologiques De Phaseolus Vulgaris L.....	9
Figure N°3 : Larve De Mouche .....	16
Figure N°4 : Pucerons . .....	16
Figure N°5 : Pyrale .....	16
Figure N°6 : Pythium. ....	17
Figure N°7 : Fusarium.....	17
Figure N°8 : Rhizoctonia.....	17
Figure 9 : Courbes D'hydratation Des Semences Et Phases De Germination Des Semences Traitées Et Non Traitées (Lutts Et Al., 2016).....	20
Figure N°10 : Courbe Théorique D'imbibition Des Semences.....	24
Figure 11. Schéma Du Mécanisme De L'apport D'oxygène A L'embryon, A Travers Les Enveloppes Séminales Imbibées Qui Renferment Des Composés Phénoliques.(D'après Côme, 1967).....	25
Figure 12 : Les Graines De Haricot ( Phaseolus Vulgaris ) .....	28
Figure N°13 : Application Du Priming Sur Les Graines De Haricot.....	29
Figure 14 : Germination Des Graines Du Haricot .....	30
Figure 15 : Dispositif Expérimental De L'essai .....	30
Figure 16 : Poids Frais Des Différente Organes De Partie Aérienne Du Haricot .....	32
Figure N°17 : Aspect Général Des Plantes Du Haricot.....	33
Figure N°18 :Hauteur Finale Des Plantes Du Haricot En (Cm). ....	36
Figure N° 19 : Diamètre Moyen Des Tiges Des Plantes Du Haricot En (Cm).....	37
Figure N° 20 : Poids Des Tiges Frais (G) .....	39



# Sommaire

# Sommaire

---

Remerciement

Dédicace

Liste des tableaux

Liste des figures

Résumé

Introduction .....01

## Chapitre1 : Généralité sur la culture du haricot

1. Généralité sur l'espace.....02

2. Zone de production en Algérie.....03

3. Classification Botanique de l'espace.....04

4. Classification génétique .....04

4.1.Variété fixée.....05

4.2.Hybride.....04

5. Caractéristiques culturelles .....05

6. Caractéristiques morphologiques.....06

6.1.Appareil végétatif.....06

6.1.1. Système racinaire.....06

6.1.2. Tige.....06

6.1.3. Feuille.....06

6.2.Appareil reproducteur.....06

6.2.1. Fleur.....06

6.2.2. Fruit.....07

7. Cycle biologique de haricot .....07

7.1.phase de germination.....07

7.2.phase de croissance.....07

7.3.phase de floraison et la pollinisation.....07

## Sommaire

---

---

7.4.phase de fécondation , de nouaison , de fructification.....	07
7.5.phase de développement.....	07
8. Écologie du haricot.....	09
8.1.Exigences climatique.....	09
8.1.1. Température.....	09
8.1.2. Lumière.....	09
8.1.3. Humidité.....	09
8.2. Exigences édaphique.....	09
8.2.1. Sol.....	09
8.2.2. PH .....	09
8.2.3. Salinité.....	09
8.3.Exigences hydriques.....	10
8.4.Exigences nutritionnelles.....	10
8.4.1. Besoins en azote (role, excès, carence).....	10
8.4.2. Besoins en potasse (role, excès, carence).....	10
8.4.3. Besoins en phosphore (rôle, excès, carerice).....	10
8.4.4. Besoins en calcium (rôle, excès, carence) .....	10
8.4.5. Besoins en magnésium (rôle, excès, carence) .....	10
8.4.6. Besoins en fer (rôle, excès, carence).....	10
9. Valeur alimentaire et énergétique de l'espace.....	17
10.Ravageurs , Maladies , et moyens de lutte .....	17
10.1. Ravageurs... ..	17
10.2. Maladies .....	17
10.3. Moyens de lutte .....	17
11.. Récolte.....	17

### Chapitre 2 : La technique du Priming

1. Définition .....	20
---------------------	----

## Sommaire

---

2. Les types de priming .....	20
2.1. Hydropriming ou redéshydratation .....	20
2.1.1. Simple hydropriming .....	20
2.1.2. Double hydropriming .....	21
2.2. Osmopriming .....	21
2.3. Chimiopriming .....	21
2.4. Hormopriming .....	22
3. Mécanisme du priming .....	22

### Chapitre 3 : Généralités sur la germination

1. Définition .....	22
2. Morphologie et physiologie de la germination .....	22
2.1 Morphologie de la germination .....	23
2.2 Physiologie de la germination .....	23
2.2.1 Sensibilité à l'oxygène.....	25
2.2.2 Sensibilité à la température.....	25
2.2.3 Sensibilité aux inhibiteurs de la respiration.....	25
3 Condition internes de la germination.....	25
4 Condition externes de la germination .....	25
4.1 Eau .....	25
4.2 Oxygène.....	25
4.3 Température.....	25
4.4 Lumière (Photosensibilité des semences ).....	26
5 Différents obstacles de la germination .....	27
5.1 Dormance embryonnaire.....	27
5.2 Inhibitions tégumentaires.....	27

# Sommaire

---

<b>Partie pratique</b> .....	<b>28</b>
<b>1. Objectif de l'essai</b> .....	<b>28</b>
<b>2. Présentation du site de l'essai</b> .....	<b>28</b>
<b>3. Matériel Végétal.</b> .....	<b>28</b>
<b>4. Installation et conduite de l'essai</b> .....	<b>29</b>
<b>5. Explication de l'expérience</b> .....	<b>29</b>
<b>5.1 Description des traitements</b> .....	<b>31</b>
<b>6 Paramètres étudiés</b> .....	<b>31</b>
<b>6.1 Paramètres relatifs à la germination des graines de haricot</b> .....	<b>31</b>
<b>6.2 Paramètres relatifs à la croissance et le développement des plantes</b> .	<b>31</b>
<b>6.2.1 Hauteur finale(cm)</b> .....	<b>31</b>
<b>6.2.2 Diamètre de tige ( cm )</b> .....	<b>31</b>
<b>6.2.3 Poids frais de partie aérienne(g)</b> .....	<b>31</b>
<b>6.2.4 Poids sec de partie aérienne (g)</b> .....	<b>31</b>
<b>6.2.5 Nombres des feuille et fruits .</b> .....	<b>32</b>
<b>Conclusion</b> .....	<b>43</b>
<b>Références bibliographique</b> .....	<b>44</b>
<b>Annexes</b>	

# Introduction

## Introduction

---

La biotechnologie est en train de se développer jour après jour. Les chercheurs défient tous les problèmes de développement de siècle qui affectent l'environnement et l'homme d'une façon plus précise.

La biotechnologie évolue aussi au biais de nouvelles techniques et de processus qui permettent l'amélioration de la croissance et du développement des plantes. Les avancés rapides de la recherche ont permis de trouver des nouvelles techniques de l'amélioration végétale. Qui assurent le bon déroulement de la pré-germination des graines afin d'obtenir un meilleur résultat avant l'émergence de la racine, et par voie de conséquence une croissance et un développement végétatif performant.

Dans ce présent travail, nous nous sommes intéressés aux procédés de l'hydro-priming et du double priming sur la germination des graines du haricot (*Phaseolus vulgaris*) avec comme objectifs d'identifier le meilleur procédé permettant une amélioration de la germination des graines et par la suite une croissance et un développement des plantes performant.

Notre travail comporte trois chapitres. On y trouve des rappels bibliographiques. Le matériel et les techniques utilisées, et enfin les résultats et discussions, et nous terminerons notre travail par une conclusion prescriptive.

# **Partie bibliographique**



**Chapitre 1**  
**Généralités sur le haricot**

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

---

## **1.1 Généralités sur le haricot :**

*Phaseolus vulgaris* (haricot commun) est une espèce végétale appartenant à la famille des légumineuses (sous-famille Faboideae, tribu *Phaseolae*, sous-tribu Phaseolinae) originaire d'Amérique centrale et des Andes (Amérique du Sud). **(Chaux et Foury 1994)**

Il est indispensable à notre alimentation (surtout depuis le début du 20e siècle). Il est cultivée dans le monde entier, des régions tempérées aux régions tropicales. Ses fruits (les gousses appelées « gousses » à maturité) peuvent être consommés frais (haricots verts) ou sous forme de graines (haricots secs) **(Baudoin ,2001)**

. Le haricot est une plante herbacée qui présente plusieurs types de taille selon les variétés, qu'il s'agisse d'un grimpant (appelé haricot bâton), ou d'un nain au port érigé et plus ramifié (presque toutes les cultures). **(Morel et al., 2021)**.

Le haricot constitue l'une des cultures les plus importantes sur le plan économique en Amérique latine et procure une source de revenu aux petits fermiers **(Salcedo, J.M. 2008)**

Les haricots communs sont principalement autogames. De nombreux auteurs ont rapporté dans la population les populations sauvages sont plus nombreuses que les populations cultivées . **(Pitrat et Foury,2018)**

## **1.1 Zones de production en Algérie :**

Les haricots sont largement cultivés et sont l'un des composants les plus importants de l'alimentation.

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

---

En Algérie, la consommation de légumineuses occupe une place importante dans le système de culture et l'alimentation de la population. La production reste faible et les importations augmentent. (Abdelguerfi et Al, .2001).

Les variétés les plus plantées en Algérie sont :

- Gale du haricot : Contender, Jedida, Molière.
- Haricots Adzuki décortiqués Coco de Prague, Pactole...
- Haricots blancs mange tout : Sidi Fredj, Blanc de Juillet.
- Décorticage de haricots : Coco blanc, Coco de Prague (Belaadi, 2014)

### **1.2 Classification Botanique des haricots :**

Le haricot est une légumineuse qui a été nommée pour la première fois comme *Smilax hortensis* par les botanistes Tragus et Fuchs en 1542 lorsque d'autres légumineuses moins connues ont été classées comme haricot (Belaadi, 2014).

Règne	Plantae
Sous règne	Tracheobionta
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Sous classe	Rosidae
Ordre	Fabales
Famille	Fabaceae
Genre	Phaseolus

**Tableau n°01 : classification botanique des haricots .L-a classification décrite par Chaux et Foury (1994) et Charles (1998).**

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

---

Il comprend de nombreuses espèces dont certaines ont été transférées au genre voisin Niébé. Les espèces les plus cultivées étant *P. vulgaris* (haricot commun) et *P. lunatus* (haricot de Lima). Il existe ainsi des variétés naines dressées de longueur fixe et variable, des variétés grimpantes de longueur variable et des variétés semi-torsadées. Le premier est généralement en avance et le second en retard. Au sein de chaque groupe, les variétés sont différenciées par la couleur et la taille des graines. **(Tragus et Fuchs 1542 )**

### **1.3 Classification génétique :**

Les haricots ou haricots communs (*Phaseolus vulgaris* L.), est une plante annuelle. Ce sont des légumineuses (Fabaceae), haricots, généralement cultivé , uniquement comme légume . La consommation se fait soit Fruits (cosses), haricots mungo ou "mange-tout" c'est-à-dire graines, qui sont riches en protéines. **(1)**

#### **1.3.1 Variété Coco Rosa**

Cette variété présente les caractéristiques suivantes :

- Variété naine de haricot à écosser, très rustique et productive. Les gousses larges, blanc crème panaché de rouge vif, de 11/13 cm, contiennent des grains roses marbrés de rouge.
- SEMIS : Mai à juin.
- RÉCOLTE : environ 3 mois après le semis pour une récolte en demi-sec. **(2)**

#### **1.3.2 Hybride**

Il n'existe pas de haricots hybrides F1, car pour obtenir des graines de haricots hybrides F1, il faut effectuer une insémination et une castration artificielles, répétées pour chaque fleur, en ne produisant que quelques graines à la fois , ce qui ruserait trop cher . **(3)**

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

---

### **1.4 Caractéristiques culturelles**

C'est une plante de saison chaude avec une température de croissance optimale de 17-25°C et une période de fructification de 25°C. Les haricots préfèrent un sol léger et bien drainé. Il a peu d'exigences : l'apport en Mn, Zn et Mo est un plus, et il est très tolérant aux carences en magnésium. **(Renard et al., 2007)**

### **1.5 Caractéristiques morphologiques.**

L'espèce *Phaseolus Vulgaris* L. est une plante appartenant à la sous-famille des Leguminosae et Butterfly.

#### **1.5.1 Appareil végétatif**

##### **• 1.5.1.1 Système racine.**

Les racines du haricot se forment progressivement après le stade de germination . Le système racinaire initial du haricot se forme à partir de la radicule, qui devient la racine primaire **(Chaux et Foury., 1994)**. De plus, la racine pivotante est facilement bloquée par des obstacles au sol. Les racines latérales peuvent se développer au-delà de la racine principale **(Guignard., 1998)**. Les systèmes racinaires en rotation peuvent descendre jusqu'à 1 m, avec le plus grand nombre de racines entre 0,1 et 0,3 m **(Renard et al., 2007)**

##### **• 1.5.1.2 Tige .**

Selon le type de port, on distingue deux grandes catégories de haricot **(Mansouri.2021)** :

- **Haricots grimpants** (à croissance bien définie, dits haricots grimpants) , qui ont un port sinueux. Ils ont l'avantage de prendre moins de place les haricots blancs, en revanche, ont de très longues tiges qui s'enroulent autour . Ils sont soutenus dans le sens inverse des aiguilles d'une montre et peuvent grimper sur deux mètres de haut, nécessitant l'installation des piquets, ce qui peut être compliqué.

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

---

- **Haricots nains** (à croissance indéterminée) Touffue ou érigés, ne dépassant pas plus de 60 cm de hauteur.

### • **1.5.1.3 Feuille** .

Les feuilles sont constituées de 3 folioles de forme ovale (trèfles) terminées en pointe et mesurant de 7.5 à 14 cm de longueur . Les deux premières feuilles au sommet de l'hypocotyle sont simples. Les feuilles suivantes sont alternativement combinées et disposées . **(Gallais et Bennfort., 1992).**

### **1.5.2. Appareil reproducteur**

#### • **1.5.2.1. Fleur**

C'est une hermaphrodite et fleurit de mai/juin à septembre. La couleur est vert-blanc à carmin, 4-10 . on y trouve fleurs symétriques réunies en grappes axillaires. Leur calice est constitué de 5 sépales fusionnés formant un labelle à 2 dents. Leur corolle en forme de papillon se compose d'un étendard principal dressé et de deux ailes très développées, recouvertes d'une coquille partiellement fusionnée qui cache 10 étamines et pistils. **(Chaux et Foury., 1994) .**

#### **5.2.2 le Fruit**

Ce sont des gousses allongées, généralement droites, plus ou moins longues et se terminant par un point. Leur largeur varie de 8 à 25 mm. Ils contiennent en moyenne 4 à 8 graines. Dans la paroi de la cabosse appelée cabosse, les faisceaux ligneux libérés se développent plus ou moins **(Goust et Seignobos., 1998).**

### **1.1.6.Cycle biologique du haricot**

#### **1.1.6.1. Phase de germination**

La germination des graines prend 4 à 8 jours, selon les conditions thermiques **(Hubert., 1978)**. Les cotylédons émergent du sol et la première paire de feuilles est apparue.

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

---

### **1.1.6.2 Phase de croissance**

Les cotylédons commencent à s'estomper 3 à 4 jours avant l'émergence (**Pitrat et Foury., 2003**), et soit 5 à 6 jours après l'apparition des premières feuilles de citrus aurantium . aussi 5-6 jours après l'apparition des premières feuilles, les secondes feuilles d'aurantium commencent à apparaître. Au bout d'un mois, les tiges de haricot développent une dizaine de feuilles trilobées, atteignant finalement une hauteur de 30 à 40 cm au-dessus du sol chez les variétés naines (**Dupont et Guinard, 1989**).

### **1 1.6.3. Floraison et pollinisation**

Le processus de floraison commence environ trois semaines à un mois après le semis et dure un mois et demi, selon les conditions climatiques. Les jeunes gousses atteignent leur taille définitive en une dizaine de jours environ.

Le haricot est une plante autogame. Les insectes sont un problème considérable pour ceux qui souhaitent récolter des graines pour le semis, car ils sont un vecteur important pour la pollinisation croisée (hybridation), et chez les haricots, les fleurs restent acceptables après ouverture. (**Lecomte ,1997**)

#### **•1.1.6.4 phase de fécondation. De nouaison et de fructification ..**

La fécondation est principalement autogame. Après la double fécondation du sac embryonnaire commence à se former le zygote primaire et le para-zygote . Ce dernier étant enfermé dans l'œuf. Protégé par des étamines l'œuf fécondé auxiliaire formera le tissu végétatif de la protéine, tandis que l'œuf fécondé primaire est à l'origine de la nouvelle plante. Le zygote primaire subit de nombreuses divisions mitotiques pour former un embryon, qui a deux cotylédons lobés en forme de feuille remplis de réserves. Les embryons mûrs sont protégés dans des graines matures dormantes à l'intérieur du fruit « gousse ».

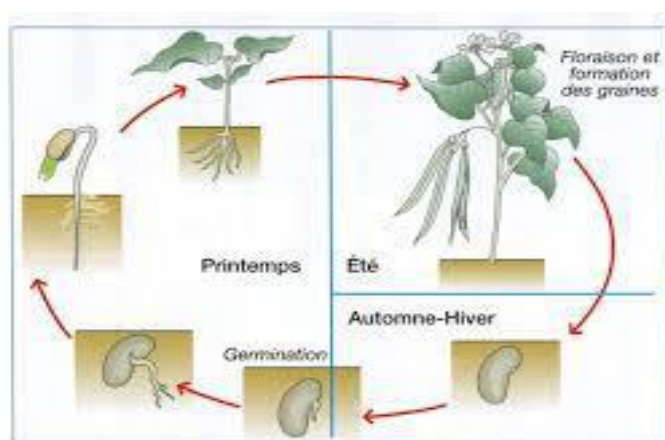
#### **•1. 1.6.5 Développement et maturité des fruits.**

Après avoir atteint la taille définitive, la durée de formation est de 15 à 30 jours .Après 20 à 20 jours les gousses s'ouvrent d'elles-mêmes, les graines mûrissent. Le cycle nutritionnel complet du haricot dure de 75 à 130 jours (**Lecomte., 1997**).

## Chapitre 1 : Généralités sur le haricot

Lorsque les conditions sont favorables et que la dormance est levée, les graines deviennent actives et germent, et la racicule pénètre dans le tégument et s'enfonce dans le sol.





La tige pousse vers le ciel et les cotylédons au sol poussent vers la direction de la lumière. La plantule est autotrophe et pousse jusqu'au stade adulte de la floraison. La plante adulte présente un organe végétatif partagé par l'organe racinaire souterrain et la tige organe (rainure). Tiges) se développent dans l'air (**Meyer et al., 2008**)



**Figure n° 1 : Cycle de développement d'une graine de haricot .**



## Chapitre 1 : Généralités sur le haricot

	
A : stade germination	B : stade croissance
	
C : stade floraison	D : stade nouaison

**Figure n° 2 : Stades phénologiques de Phaseolus vulgaris L.**

### 7. Écologie du haricot .

#### • 7.1 Exigences climatiques.

##### 7.1.1 Température :

- Le haricot se sème en sol réchauffé (10°minimum).
- Les organes aériens gèlent à 0°c.
- La croissance est stoppée si la température descend en dessous de 10°C (zéro de végétation).

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

---

- La température optimale se situe entre 18 et 25 °C . (4)

### **1.7.1.2 Lumière**

La lumière est un facteur important dans la croissance des légumineuses. Pour une bonne croissance, les légumineuses ont besoin de 10 à 12 semaines de plein soleil avant la récolte. La lumière du soleil est la principale source d'intensité lumineuse et peut fournir aux plantes les minéraux dont elles ont besoin pour pousser. Les jardiniers peuvent également utiliser la lumière artificielle et les serres pour fournir aux plantes la lumière dont elles ont besoin pour se développer correctement.(Peron,2006)

### **1.7.1.3 Humidité**

Les haricots ont besoin de chaleur pour germer et s'établir le plus rapidement possible. Si le sol se réchauffe suffisamment, c'est rapide et régulier.

Selon (Guillaume,2004) , les légumineuses tolèrent très mal les pluies de rotation de la végétation . Son cycle court et sa relative tolérance à la rareté de l'eau lui permettent d'être envisagée pour la récolte lors des premières pluies ( avril) et (juillet).

## **1.8.2 Exigences édaphiques**

### **1.8.2.1. Sol**

Les haricots préfèrent un sol léger et homogène Et un sol sain, le sol se réchauffe rapidement. En raison de la germination de sa peau, le haricot est très compactage et sous-préparation faciles Le sol. Les haricots sont difficiles à faire germer dans un sol pas très épuisant. (E. Morel et all ., 2021)

### **1.8.2.2. PH**

Le sol est légèrement acide à neutre. Dans ce contexte, il est intéressant de noter que les sols de la région de l'Adrar ont généralement un pH alcalin à légèrement alcalin. De plus, selon l'échelle développée par Boyer en 1982, dans laquelle il délimitait des intervalles de tolérance au pH, les haricots tolèrent généralement les sols dans la plage de pH de 5,0 à 7,5. Aussi, selon la même source, la limite de pH optimale est de 5,4 à 7,0 .

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

---

### **1.8.2.3. Salinité :**

Le sol doit avoir une salinité comprise 2 à 3 mmhos/cm (1.25 à 1.92g/l) . Par rapport aux espèces tolérantes, la sensibilité des légumineuses au sel se manifeste par une moindre résistance des tissus à la déshydratation initiale (capacité d'absorption d'eau réduite) (**Hamza. 1980**). De ce fait , le haricot demeure une espèce très sensible à la salinité .

### **1.8.3 Exigences hydrique**

Les haricots ne supportent pas le stress hydrique, ce qui peut compromettre le rendement et la qualité de la récolte. Dans une année où la pluviométrie moyenne ne dépasse pas 100 à 200 ml pendant le cycle de croissance de la plante, celle-ci a besoin de 180 à 200 ml d'eau pour boucler le cycle. Les besoins en irrigation dépendront des réserves d'humidité du sol disponibles au moment de la plantation.

### **1.8.4 Exigences nutritionnelles**

#### **1.8.4.1 Azote**

L'azote est disponible dans les sols acides (6-8) et moins en dehors de cette zone. L'azote est mobile dans les légumineuses et est un élément de croissance végétative. Pour une bonne croissance végétative, il doit y avoir suffisamment d'azote dans le sol, mais il ne faut pas ajouter d'azote au sol en excès afin que la croissance végétative ne s'arrête pas. (**A.Kouassi,2005**)

Symptômes de carence en azote :

- 1- Mauvaise croissance et retard de croissance en cas de carence sévère.
- 2- Les feuilles deviennent plus petites.
- 3- La couleur des feuilles est jaune pâle.
- 4- Les symptômes de carence commencent à partir des feuilles basales puis se transmettent aux feuilles supérieures.
- 5- Les pétioles des feuilles forment un angle aigu avec la tige
- 6- Les branches sont ligneuses, fines et petites, de couleur rouge ou brune. (**A.Kouassi,2005**)

#### **1.8.4.2. La potasse**

C'est un élément essentiel de la qualité du produit car il donne du goût sucré au fruit, mais peut également accumuler des sucres sous forme d'amidon dans les tubercules .Les céréales et les racines. Le potassium aide également les tiges des plantes à rester rigides

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

---

La carence en potassium se manifeste par :

- Si des taches ou de la rouille apparaissent, les bords des feuilles vont brunir,
- Vos fruits sont petits et peu sucrés, et en cas de chlorose, d'enroulement et de nécrose des feuilles, vous devez ajouter du potassium.

### **1.8.4.3 Phosphore**

Le phosphore est l'élément principal des plantes. Il a plusieurs effets sur les plantes. Il approuve

- Croissance : son action est conjuguée à celle de l'azote. Les besoins en azote et en phosphore évoluent simultanément,
- Le développement des racines et l'augmentation de la masse des racinelles, bénéfiques à la nutrition et à la croissance des plantes,
- Une maturation précoce est propice à un développement racinaire rapide,
- La rigidité des tissus, donc plus résistants à la verse et aux maladies causées par les champignons,
- Fertilisation et résultats,
- Qualité du produit (tissu riche en phosphore). **(Zeng et al ., 2012)** .

La carence en phosphore des plantes ralentit la croissance et affaiblit les plantes. Les feuilles plus âgées deviennent violettes, principalement en dessous, et se dessèchent anormalement tôt. Réduction significative de la floraison, des graines et des fruits **(Richardson et al., 2009)**.

### **1.8.4.4 Calcium**

Le calcium sous forme de pectinate de calcium est responsable de la cohésion des parois cellulaires végétales. Lorsque le calcium est déficient, de nouveaux tissus, tels que les extrémités des racines, les jeunes feuilles et les extrémités des pousses, ont tendance à se déformer en raison d'une mauvaise formation de la paroi cellulaire. Le

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

---

calcium est également utilisé pour activer certaines enzymes et envoyer des signaux qui coordonnent certaines activités cellulaires. ( **Troy Buechel .2021**)

Une carence en calcium peut se produire si les niveaux de la solution d'engrais sont en-dessous de 40-60 ppm et/ou si les niveaux de potassium, de magnésium ou de sodium sont trop élevés.

### **1.8.4.5 Magnésium**

Plusieurs enzymes des cellules végétales ont besoin de magnésium pour fonctionner correctement. Cependant, le rôle le plus important du magnésium est celui d'atome central dans la molécule de chlorophylle. La chlorophylle est le pigment qui donne aux plantes leur couleur verte et réalise le processus de photosynthèse. Il aide également à activer plusieurs enzymes végétales nécessaires à la croissance et aide à la synthèse des protéines. Le magnésium étant mobile dans la plante, les symptômes de carence apparaissent d'abord sur les feuilles les plus âgées, qui jaunissent avec des veines vertes (chlorose interveineuse). La disponibilité du magnésium n'a pas été significativement affectée par le pH du milieu de croissance. Cependant, à mesure que le pH du milieu de culture augmente, il devient plus facilement absorbé par les plantes. Une carence en magnésium est généralement causée par un manque d'application, mais elle peut être causée par des niveaux élevés de calcium, de potassium ou de sodium dans le milieu de croissance. causéesité du produit (tissu riche en phosphore). ( **S.Parent , 2021** ) .

### **1.8.4.6 Fer**

Le fer entre dans la composition de plusieurs enzymes et de certains pigments. Il aide également à réduire les niveaux de nitrates et de sulfates et la production d'énergie dans les usines. Bien que le fer ne soit pas utilisé dans la synthèse de la chlorophylle (le pigment vert des feuilles), il est toujours nécessaire à sa formation ; les plantes qui ont besoin de fer subissent parfois une chlorose dans les nouvelles feuilles. ( **S.Parent ,2021**)

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

---

Une carence en fer peut provoquer une chlorose interveineuse des nouvelles feuilles (feuilles jaunes et nervures vertes). Pour déterminer la cause de la carence, examinez d'abord la cause profonde ; ceux qui sont malades ou stressés par un excès d'eau ne peuvent pas absorber efficacement les nutriments, ce qui entraîne une chlorose. Laisser le substrat sécher entre les arrosages pour soulager le stress et appliquer n Si les racines sont malades, utiliser un fongicide approprié . (S.Parent,2021).

### **1.9 La valeur alimentaire et énergétique de haricot.**

Le haricot mungo est relativement riche en vitamines, fibres, sels minéraux (dont l'iode) et oligo-éléments (Broughton et al ., 2003).

qui sont présentés dans le Tableau n° 2.

	100g
Eau	93.32
Protéines	1.83
Matière grasse ( lipides)	0.22
Glucides	6.97
Fibres	2.70
Calories	31
Vitamines	B. C. E

**Tableau N° 2 : Valeurs nutritives du haricot vert . Source : Lombely2001**

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

---

### **1.10 Ravageurs , maladies et moyens de lutte**

#### **1.10.1 Ravageurs :**

De très nombreux ravageurs sont susceptibles de s'attaquer aux cultures des Haricots  
Parmi ces ravageurs , nous pouvons citer :

**1/ La mouche** des semis est une espèce très polyphage qui se retrouve dans plusieurs cultures. Lorsque les plantes sont en début de Croissance . Le haricot est parmi Les cultures les plus à risque . Les dégâts de la mouche des semis peuvent être de deux types : directs et indirects. Les dommages directs ; sont occasionnés lorsque les larves s'alimentent des Tissus de la plante.

Les dommages indirects ; est résultent de la transmission de pathogènes ou de lésions qui Favorisent certaines maladies **(Sébastien Boquel,. Et al.2015)**

**2/ Les pucerons** qui sont porteurs de virus qui peuvent Causer des dommages et réduire considérablement Rendements, surtout s'ils arrivent tôt dans la saison. Les pucerons piquent et introduisent des virus, affectant plus ou moins de plantes, selon le stade de maturité. Cette Les feuilles de la plante changeront de couleur Rayées du vert au jaune, elles cloquent. Les symptômes causés par le virus sont graves Fonctionnalité. **(Myriam Gagnon,2018)**

**3/ Les pyrales** dans les haricots en particulier peuvent être un problème, Parce que les chenilles restent à l'intérieur des gousses, alors Difficile à contrôler. Lorsque le risque de dommages augmente La population européenne de pyrale du maïs est élevée et introuvable Plantes hôtes autres que les légumineuses.

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



**Figure n°3 : Larve de mouche**



**Figure n°4 : Pucerons**



**Figure n°5 : Pyrale**




### **1.10.2. Maladies**

Le haricot est une plante sensible à l'excès d'eau, et son système racinaire reste majoritairement en surface. Cependant, il est plus résistant aux maladies des racines que le pois. D'autre part, les fleurs sont fragiles, surtout dans les climats humides. Diverses maladies l'affectent, des racines aux gousses, à travers les tiges et les feuilles. On y trouve les champignons du sol tels que *Pythium*, *Fusarium* et *Rhizoctonia* peut pénétrer rapidement Système racinaire et affaiblir les plantes stressées, si Les racines



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

restent trop longtemps dans l'eau. Puis ils deviennent bruns, et le développement des plantes va ralentir. Les plantes auront une apparence rabougrie, tout au plus Complètement sec.. La gravité des dommages variera en fonction du stade et de l'état de stress Cultures, historique de rotation, sensibilité des variétés et conditions du sol. Selon le niveau d'infection, la population peut être gravement touchée.(M.Gagnon,2018) .

		
<b>Figure n°6 : Pythium</b>	<b>Figure n°7 : Fusarium</b>	<b>Figure n°8 : Rhizoctonia</b>

### **1.10.3 Moyens de lutte**

La prévention des maladies par des pratiques culturales adaptées est la première approche Un combat efficace devient le premier choix. Cette section suggère quelques pratiques culturales telle que la rotation , le drainage de surface ,le travail du sol , l'irrigation, la pression des mauvaises herbes , les engrais verts, qui sont des sources de contamination . (Salcedo, J.M. 2008.)

### **1.11 Récolte**

La fréquence de récolte sera ajustée en fonction des fèves exportées. Pour les haricots premium (Kenya), récolte tous les jours. Pour les variétés Bobby, la récolte se fait tous les trois jours . Il faut les conserver fréquence de récolte tout au long de la production

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

pour éviter d'impacter le rendement La commercialisation a été rejetée par un tri important. Le produit sera récolté manuellement, et cueillir avec des tiges. Une attention particulière est requise pour maintenir la qualité du produit Récolte, c'est-à-dire :

- Ne pas surcharger la caisse de récolte (risque d'écrasement) .

- Évitez de placer le produit en plein soleil pour maintenir la fraîcheur du produit .

- Mettre les récoltes dans un entrepôt frigorifique dès que possible, y compris.

**Chapitre 2**  
**La technique du priming.**

## **Chapitre 2 : La technique du priming.**

---

### **1. Définition**

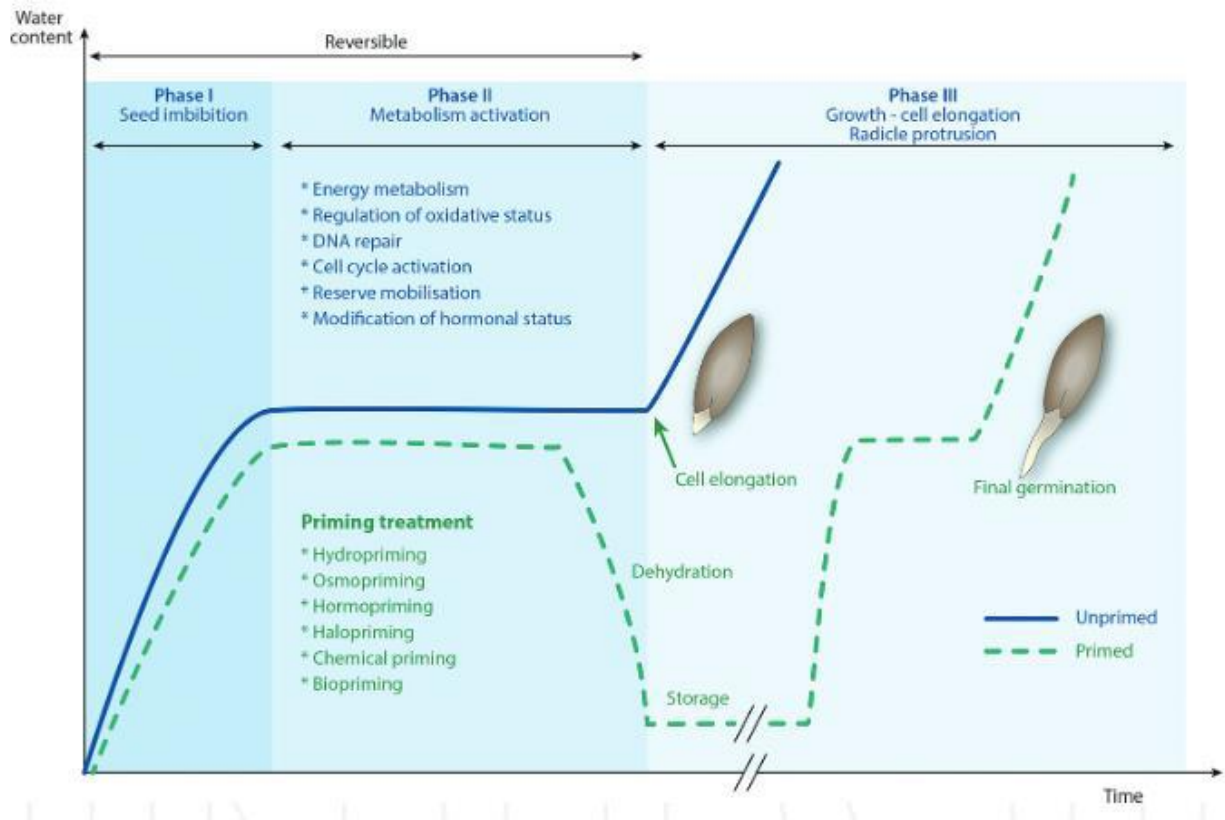
Les traitements prégerminatifs (ou de prégermination) représentent des méthodes physiologiques qui améliorent la production végétale en modulant les activités métaboliques de la germination avant l'émergence de la radicule (**Bradford, 1986; Taylor and Harman, 1990**), c'est à dire au cours de la phase réversible de la germination, au cours de laquelle la semence peut revenir à son état initial sans dommages (**Bayard, 1991**).

Au cours du priming, 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 radicule (**McDonald, 2000**)

Beaucoup d'auteurs ont montré, chez différentes espèces de grandes cultures telles que le haricot, la lentille, le blé, le maïs, le riz, le pastèque, le melon, la tomate, la carotte et

Le priming des semences permet la levée de la dormance, l'accélération et la synchronisation de la germination (**Heydekker et al., 1973; Welbaum et al., 1998; McDonald, 2000**) ainsi qu'une meilleure croissance, une floraison plus précoce, une plus grande tolérance aux stress abiotique et un rendement plus élevé (**Harris et al., 2002; Ashraf et Foolad, 2005; Basra et al., 2006; Moosavi, 2009 ; Boucelha et Djebbar, 2015**).

## Chapitre 2 : La technique du priming.



**Figure 9 :** Courbes d'hydratation des semences et phases de germination des semences traitées et non traitées (Lutts et al., 2016)

### 1. 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).

#### a. Hydropriming ou redéshydratation

**a.1 Simple hydropriming :** C'est la technique de traitement prégerminatif la plus simple. Elle consiste à imbiber avec de l'eau les semences puis à les redéshydrater avant le semis (Tarquis et Bradford, 1992). Cette technique est

## **Chapitre 2 : La technique du priming.**

peu coûteuse et évite l'utilisation de produits chimiques qui peuvent être préjudiciables pour l'environnement (McDonald, 2000; Ghassemi-Golezani et al., 2008).

**a.2 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).

### **b. 1.2 Osmopriming :**

C'est le type de prétraitement de semences le plus communément utilisé. Il consiste à faire subir aux grains un traitement prégerminatif osmotique seul ou suivi d'une redéshydratation. Cette hydratation contrôlée des semences est réalisée grâce à des agents osmotisants tels que : le polyéthylène glycol (PEG), les sels ( $\text{KNO}_3$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{KCl}$ ) ou les polyols (mannitol) (Bradford, 1986; Yari et al. 2010). Plusieurs auteurs ont montré que les plantules issues de grains osmo-conditionnés avaient une émergence accélérée se traduisant par un taux final d'implantation plus élevé, voire même des effets favorables sur le rendement (Bradford, 1986, Boucelha et Djebbar, 2015).

### **c. 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. Ce traitement permet l'activation de certaines voies de signalisation permettant de meilleures performances germinatives. Ceci est possible par l'implication du  $\text{Ca}^{2+}$  suite à une incubation en présence de  $\text{CaCl}_2$ , d'une part, et du NO par utilisation du nitroprussiate de sodium.

## **Chapitre 2 : La technique du priming.**

### **d. 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.

## **2. Mécanismes du priming**

Il a été bien montré que les effets positifs du priming sont associés à diverses modifications physiologiques, biochimiques, cellulaires, moléculaires et génétiques. Certaines conséquences du priming sont peut-être dues à la méthylation de l'ADN ou à la conformation spatiale de la chromatine (Boucelha et al., 2019). Ainsi, les phénomènes épigénétiques sont d'une importance capitale pour la compréhension de nombreux phénomènes en biologie des plantes .

Il jouent un rôle déterminant dans l'adaptation des plantes à leur environnement (Hebrard, 2012). Ces changements épigénétiques sont modulés lors du développement et de l'exposition au stress, résultant en un mécanisme de défense plus efficace (Bruce et al., 2007 ; Tanou et al., 2012).

**Chapitre 3**  
**Généralité sur la germination**



## **Chapitre 3 : Généralité sur la germination**

---

### **1/ Définition**

La germination fait référence à l'émergence et au développement des organes de base de l'embryon de la graine qui, pour l'espèce considérée, démontrent que la graine est capable de produire des plantes normales (**Chaux et Foury, 1994**).

La germination fait référence à l'ensemble des phénomènes par lesquels un semis commence une vie active dans la vie lente d'une graine mature et se développe grâce à l'énergie contenue dans la réserve de graines (**Maciejewski, 1991**).

La germination des graines est un phénomène naturel qui se produit lorsque les graines sont trempées dans l'eau dans des conditions favorables de température, d'oxygène et d'obscurité (**Baumgartner et Emonet, 2007**).

Un signe clair de l'achèvement de la germination est l'émergence de la radicule du tégument (**Hopkins, 2003**). Selon **labbe (2004)**, la germination conduit à l'activation de l'activité enzymatique dans toutes les parties de la graine (embryon et tissu de réserve), conduisant à la croissance de l'embryon et à la formation du germe.

### **2/ Morphologie et physiologie de la germination.**

- **2.1. Morphologie de la germination .**

Les graines sont constituées de trois éléments différents (**Young et Young, 1986**).

L'élément le plus externe est une couche protectrice appelée « écorce de graine ». Plus loin, les graines d'albumine contiennent un tissu de réserve appelé « albumine » ou « endosperme » chez les angiospermes. Le noyau de la graine est l'embryon.

Cette dernière est constituée d'un ou plusieurs cotylédons (un pour les monocotylédones, deux pour les dicotylédones) de la radicule (future racine) et

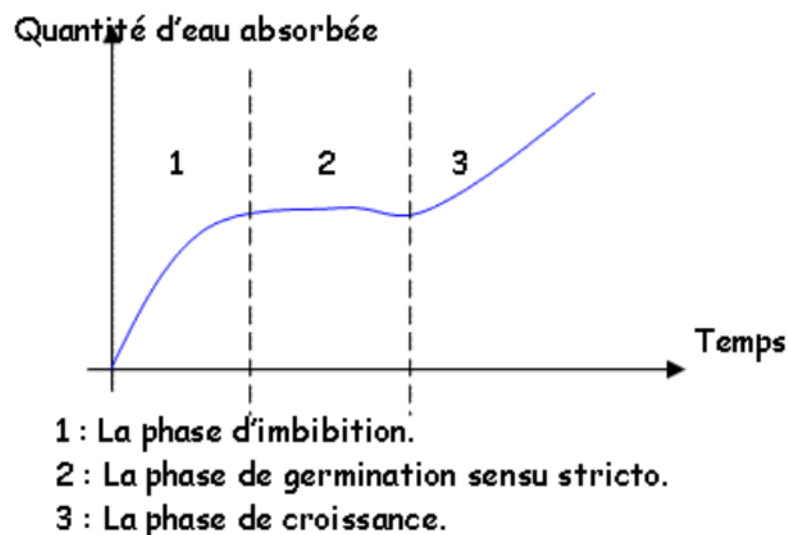
## Chapitre 3 : Généralité sur la germination

du germe (bourgeon apical) de l'épicotyle (future tige) et enfin reliant les parties aériennes à la future partie souterraine de la plante. D'une manière générale, tant que de l'eau, de l'oxygène et des conditions de température suffisantes sont fournies, (Srivastava, 2002). Les graines mûriront, se reposeront, puis germeront.

Les gaines dormantes ont alors besoin d'un autre signal, principalement l'environnement, comme la température ou la lumière, pour germer

### • 2.2 Physiologie de la germination .

Divers travaux démontrent que le processus de germination comprend en fait plusieurs phases physiologiques successives(Fig10.)



**Figure n°10 : Courbe théorique d'imbibition des semences**

. Dans la phase 1, l'eau va vers l'embryon : On assiste à la reprise des activités métaboliques (il faut de l'énergie). Dans ce cas, la respiration est très active. Chez certaines graines, l'énergie vient de la fermentation. La seconde phase se termine par la sortie de la radicule. Cette sortie marque le passage d'un état physiologique réversible à un état irréversible. La troisième phase : on assiste à

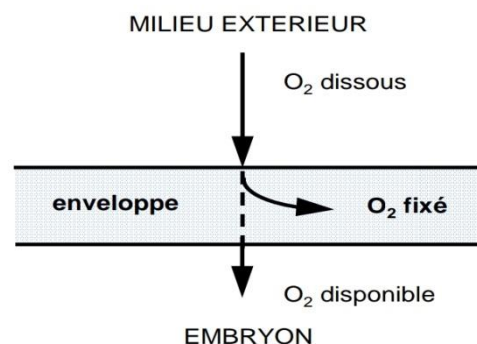
## Chapitre 3 : Généralité sur la germination

la croissance et au développement des racines et de la tige. Les réserves sont mobilisées dès la première phase (on a des synthèses d'hormones comme les gibberellines).

### 2.2.1 Sensibilité à l'oxygène :

Lorsqu'une graine est imbibée, l'oxygène doit traverser les enveloppes en se dissolvant dans l'eau d'imbibition. Ainsi, plus les enveloppes sont minces, plus le débit d'oxygène vers l'embryon peut être important. Cependant, la présence fréquente de composés phénoliques dans les enveloppes diminue la quantité d'oxygène disponible pour l'embryon. En effet, ces composés qui se dissolvent dans l'eau d'imbibition se comportent comme un véritable piège à oxygène car ils s'oxydent en présence de ce gaz sous l'action de polyphénoloxydases (figure 11).

**Figure 11** : Schéma du mécanisme de l'apport d'oxygène à l'embryon, à travers les enveloppes séminales imbibées qui renferment des composés phénoliques. (d'après Côme, 1967).



### 2.2.2-Sensibilité à température :

Sur l'embryon de la plupart des plantes il a été obtenu que la germination et la croissance sont différemment sensibles à la température. Les embryons (débarrassés de leurs téguments), germent bien entre 5°C et 20°C mais très difficilement entre 25°C et 30°C (Fig.10).

### 2.2.3-Sensibilité aux inhibiteurs de la respiration :

## **Chapitre 3 : Généralité sur la germination**

---

Pendant la section de la germination, le cycle des pentose-phosphates prédomine sur le cycle de Krebs alors que c'est l'inverse qui se produit pendant le croissance. Ainsi, les inhibiteurs de le glycolyse, du cycle de Krebs ou de la chaine des oxydations respiratoires stimulent la germination, mais ils inhibent la respiration. Or, ils favorisent le fonctionnement du cycle des pentose-phosphates

### **3/ Conditions internes de la germination.**

- Avant la germination, les graines doivent remplir un certain nombre de conditions internes
- A maturité, toutes les parties qui le composent sont parfaitement différenciées
- La deuxième condition est que, grâce à l'activité d'enzymes et de voies spécifiques, la graine embryonnaire acquiert de l'amidon, des protéines, des lipides et des nutriments.
- La troisième condition est la longévité des graines, c'est-à-dire la durée pendant laquelle une graine survit et conserve sa puissance. La dernière condition varie selon les espèces (**Abdellaoui, 2014**).

### **4/ Conditions externes de germination**

La germination n'est pas possible que lorsque l'eau, la température et l'oxygène sont garantis :

- Eau : Elle clairement indispensable et doit être fournie en quantité suffisante dans le milieu extérieur (**Heller et al, 2004**). L'eau dissout l'oxygène et le laisse attendre l'embryon.
- Oxygène : Seul l'oxygène dissous dans l'eau absorbante est utilisé par l'embryon pour ces besoins métaboliques. Ce gaz est très insoluble dans l'eau.

## **Chapitre 3 : Généralité sur la germination**

---

La germination implique beaucoup d'oxydation. Les graines ne peuvent germer que dans l'eau courante (**Diehl, 1975**).

- **Température** : Pour chaque plante et chaque stade de végétation, il existe des températures minimales, optimales et maximales ( **Diehl, 1975**).. Les taux de germination augmentent (**Gate et Giban, 2003**).lorsque les températures augmentent.
- **Lumière** : L'effet de la lumière peut être nécessaire ou néfaste à la germination selon la photosensibilité de l'espèce. Il existe plusieurs types de photosensibilité : La photosensibilité positive : elle est présente dans 70% des graines et elle nécessite de la lumière. C'est un cas rare.

### **5/ Différents obstacles de la germination .**

#### **5.1 Dormance embryonnaire**

La germination n'est pas possible tant que l'embryon n'a pas atteint la fin de sa vie. Grandir. Cependant, la différence de température entre le jour et la nuit semble plus favorable à la germination que des températures stables tout au long de la journée (**Geneve, 2003**).

#### **5.2. inhibition tégumentaire .**

Les vésicules séminales entourant l'embryon constituent des barrières plus ou moins efficaces au passage de l'eau ou de l'oxygène , et leur rôle dans la germination peut être très important .

Comme l'imperméable à l'eau certaines graines ne germent pas car leur coque ne laisse absolument pas passer l'eau. Dans des conditions humides, ces graines ne gonflent pas, restent sèches et résistant à l'écrasement (**Y.Crosaz.1995**) .

# Partie pratique

**Chapitre 1**  
**Matériels et méthodes**

# **Chapitre 1 : Matériels et méthodes**

---

## **1. L'objectif de l'essai**

Cet essai a été réalisé sur l'espèce de haricot (*Phaseolus vulgaris*), variété coco rosa soumise à trois traitements différents de priming et de double priming en comparaison avec un témoin n'ayant pas reçu la technique de priming.

L'expérimentation a débutée le mois de février jusqu'au mois de mai 2022.

## **2. Présentation du site de l'essai**

L'essai a été réalisé au laboratoire du Biotechnologie production végétale de la faculté des sciences de la nature et De la vie, de l'université Saad dahleb Blida01, sous serre en polycarbonate.

## **3. Matériel Végétal testé**

Les



semences utilisées pour étudier l'intérêt de priming et de double priming sur la germination et le croissance du haricot (*Phaseolus vulgaris*), ont été ramenées de l'ITCMI de staouali

## **4. Installation et conduite de l'essai**

### **4.1 Essai de germination des graines de haricot**

L'essai de germination a été porté sur la germination des graines de haricot, Il a été réalisé dans les boîtes de pétri.

### **4.2. Essai plantules .**

Un essai plantules en pots des germes de haricot a été mene sous serre en polycarbonate .



## **Chapitre 1 : Matériels et méthodes**

---

Le sol utilisé pour l'essai en pot étant la terre rouge mélangée à la tourbe , a fin d'éviter la compaction du milieu .

Les graines de la variété Coco rosa , après germination ont été repiquées à raison de 02 germes par pot , pour un total de 10 pots par traitement soit 30 pots au totale.

### **5 Explication de l'expérience**

On a fait pour chaque traitement 4 boîtes de Pétri, nous avons réalisé le priming définitif le 12 / 02/ 2022 .

- quatre lots de graines ont subi une simple redéshydratation qui consiste à imbiber les graines dans de l'eau distillée pendant 24 h. Cette imbibition est suivie d'un séchage à l'air libre , jusqu'à ce que Les graines reprennent leur poids initial.

- Une seconde expérience été réalisée et consiste à mettre un autre lot de semences ayant subi un double hydropriming, c'est-à-dire que les graines sont imbibées dans de l'eau distillée pendant 24 h puis redéshydratées . Cette opération est répétée une deuxième fois.

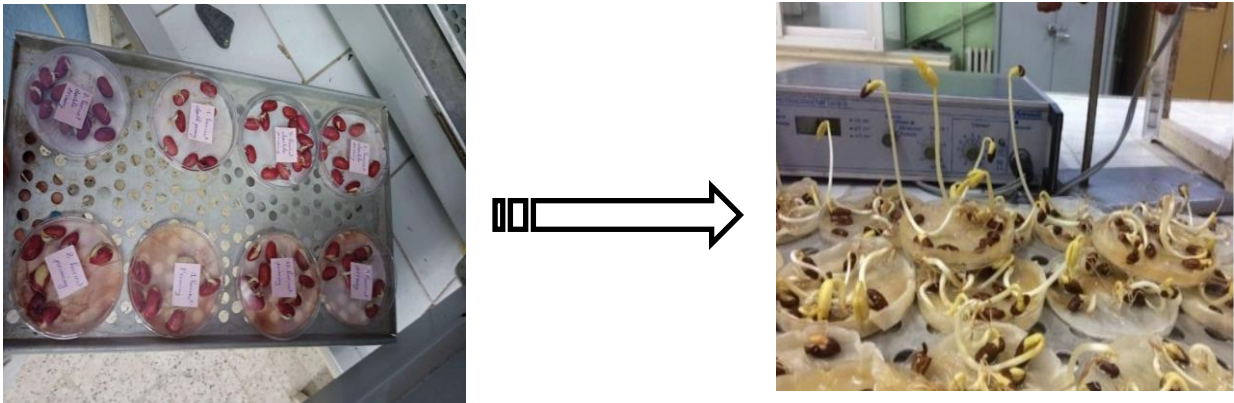


**Figure n°13 : Application du priming sur les graines de haricot .**

- Nous avons réalisé un lot témoin qui n'a pas subi de traitement préalable avant la mise en germination des graines .

Les graines prétraitées ou pas sont mises à germer dans des boîtes de Pétri, de 90 mm de diamètre, tapissées d'une couche de papier absorbant imbibée d'eau distillée. Chaque boîte de Pétri contient 15 graines.

## Chapitre 1 : Matériels et méthodes



**Figure 14 : Germination des graines du haricot**

- Le semis des graines a été effectué directement au sol le 07 /03/2022 et suivi immédiatement avec une irrigation .La profondeur de semis est de l'ordre de 2 cm .



**Figure 15 : Dispositif expérimental de l'essai .**

### **5-1 description des traitements .**

- **T1** : Traitement témoin .
- **T2** : Traitement priming .
- **T3** : Traitement Double priming .

# **Chapitre 1 : Matériels et méthodes**

---

## **6. Paramètres étudiés**

### **6.1 Paramètres relatifs à la germination des graines.**

Trois paramètres ont été estimés pour ce essai :

- Taux de germination des graines (%).
- La vitesse de germination.

### **6.2 Paramètres relatifs à la croissance et le développement des plantes.**

#### **6.2.1 Hauteur finale (cm) .**

On a Mesuré la longueur de la tige tous les 2 jours, dès l'apparition des vraies feuilles, à compter du 14 mars 2022. Des mesures ont été faites sur toutes les plantes testées par traitement ..

La cinétique de croissance finale a été évaluée pour une durée de deux mois (60 jours).

#### **6.2.2 diamètre de tige (cm) .**

On a mesuré avec une appareil appelé la comparateur , Elle est parfois nécessaire d'inspecter l'alésage du cylindre en divers points . Comme son nom l'indique , cet instrument ne fait pas de mesures absolues , mais des écarts par rapport à une note donnée .

#### **6.2.3 Poids frais de partie aérienne.**

Dix plantes ont été prélevées pour chaque traitements. Nous avons procédé en une séparation des feuilles et des tiges pour les peser à l'aide d'une balance.

- Poids frais des feuilles en g .
- Poids sec des tiges en g .

#### **6.2.4 Poids sec de partie aérienne**

Les organes des plantes utilisés pour déterminés le poid frais de partie aériennes , pour les différentes traitements ont été placés dans l'étuve à 75°C jusqu'à déterminer le poids sec .

## Chapitre 1 : Matériels et méthodes

### 6.2.5 Nombres des feuille et fruits .

Le nombre des feuilles et fruits a été calculé après chaque coupe pour chaque traitements de dispositif expérimentale.



Figure 16 : Poids frais des différent organes de partie aérienne du haricot .

**Chapitre 2**  
**Résultats et discussion**

## **Chapitre 2 : Résultats et discussion**

### **5.1 Aspect général des plantes de haricot**

L'effet du priming et de double priming sur les plantes du haricot (*Phaseolus vulgaris*), variété coco rosa était bien remarquable durant notre expérimentation et ceci tout au long des trois stades. (Germination, croissance et développement)



**Figure n°17 : Aspect général des plantes du haricot.**

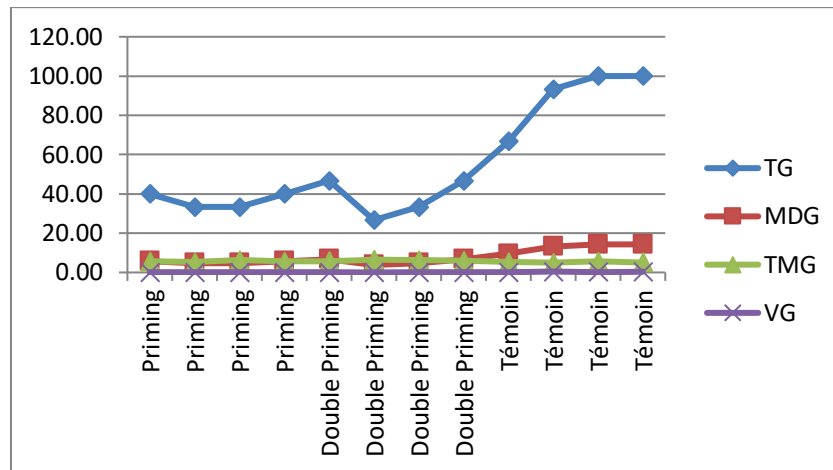
### **5.2 Résultats relatifs à l'essai de germination**

Il est rappelé qu'un essai préliminaire a été réalisé en condition contrôlées et en condition in situ (ambiante), à savoir sous serre en polycarbonate.

#### **5.2.1 Germination en condition contrôlée.**

Les graines de haricot ont été placées dans une étuve à 25°C jusqu'à la germination complète. Les résultats sont présentés dans le diagramme ci-dessous.

## Chapitre 2 : Résultats et discussion



**Tableau n 3 : taux de germination en condition contrôlée**

Selon les résultats obtenus dans le diagramme ? nous pouvons dire que les graines issues du traitement T1 présentent le taux de germination le plus élevé entre (30% et 100%).

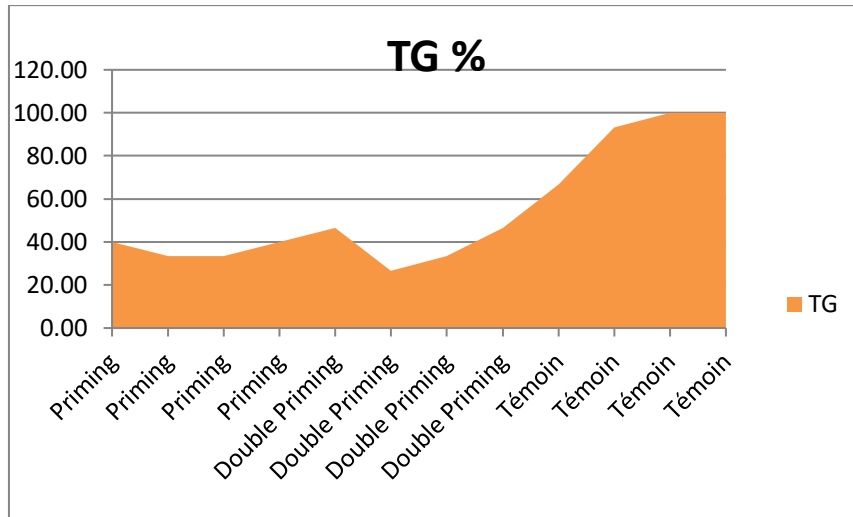
A l'inverse, les graines mises à germer dans le traitement T3 présentent le taux de germination le plus faible entre (30% et 50% )

Nous pouvons dire aussi que la vitesse de germinations dans le traitement T1 et plus rapide que les deux autres traitements testés.

### 5.2.2. Germination en condition in situ (ambiante)

Les graines de concombre ont été placées dans une serre en polycarbonate à la température ambiante jusqu'à la germination complète. Les résultats sont présentés dans diagramme ci-dessous :

## Chapitre 2 : Résultats et discussion



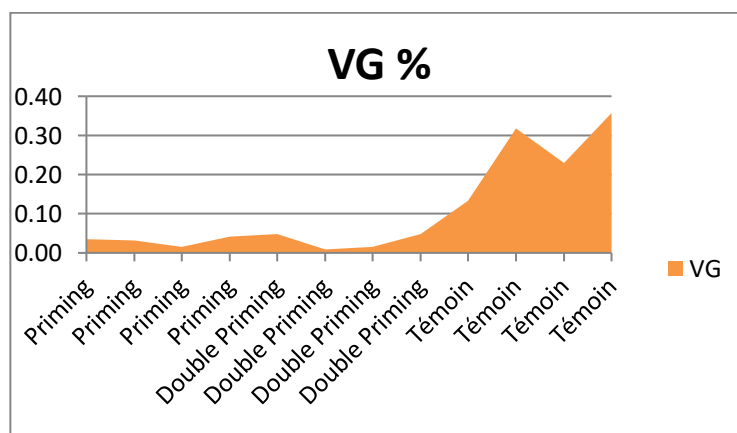
**Diagramme n : Taux de germination en condition in situ ( ambiante % )**

Selon les résultats obtenus dans diagramme ? nous pouvons dire que les graines issues du traitement T1 présentent le taux de germination le plus élevé entre (60% et 100% ) .

A l'inverse , les graines mises à germer dans le traitement T3 présentent le taux de germination le plus faible entre (20% et 40% ) .

### Vitesse de germination en condition in situ ( ambiante)

selon les resultats obtenus dans le diagramme nous constatons que la vitesse de germination en T1 est plus rapide que les deux autres traitement T2 et T3.



**Diagramme n : Vitesse de germination en condition in situ**



## Chapitre 2 : Résultats et discussion

### 5.3 Résultats relatifs à l'essai de croissance.

#### 5.3.1- Hauteur finale des plantes (cm)

Les résultats relatifs à la hauteur finale des plantes de haricot sont représentés dans la figure.

L'analyse de la variance montre qu'il y a une différence significative du facteur Traitement sur le paramètre mesuré ( $p < 0.05$ ).

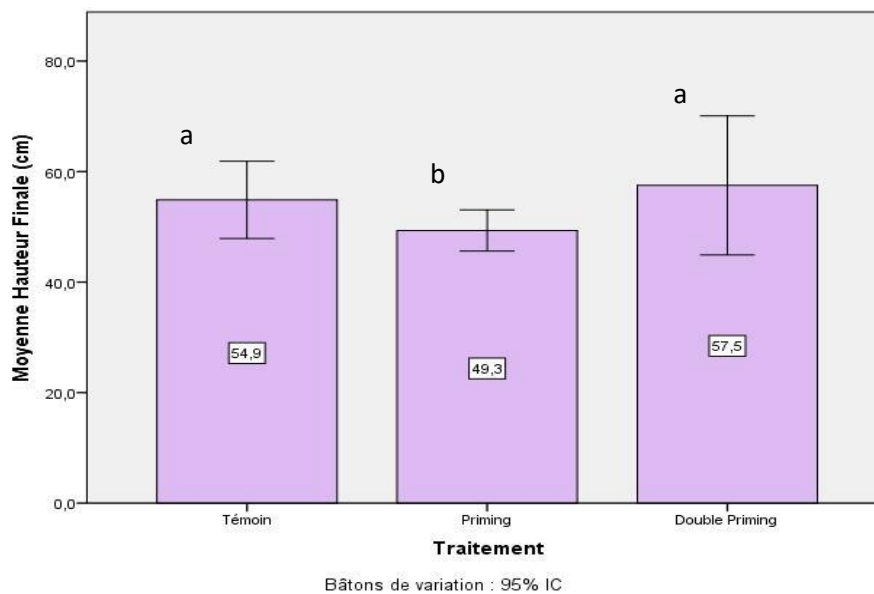


Figure n°18 : Hauteur finale des plantes du haricot en (cm).

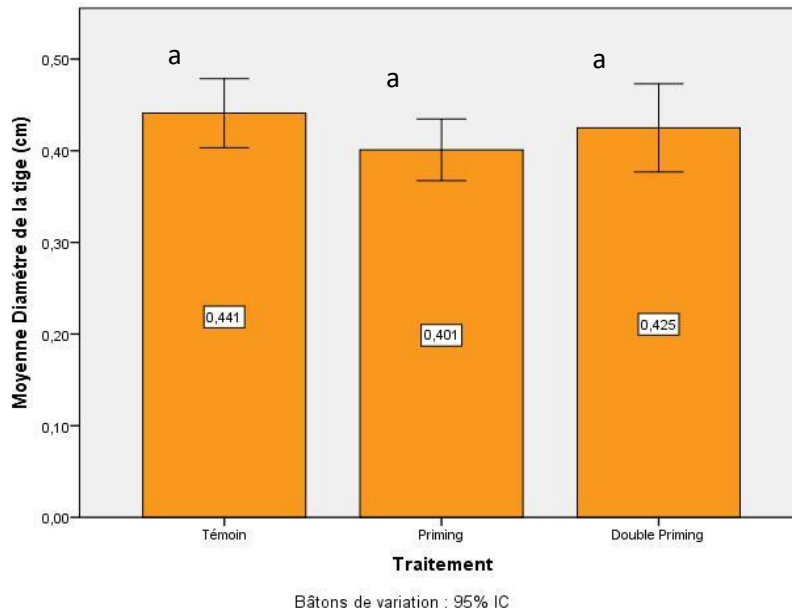
Les résultats montrent que la hauteur finale du témoin et des traitements T3 (double priming) appartient au groupe homogène (a), qui présentent des valeurs maximales de (57.5-54.9cm) suivi du traitement T2 du groupe homogène (b) avec (49.3 cm).

## Chapitre 2 : Résultats et discussion

### 5.3.2 Diamètre moyen des tiges (cm)

Les résultats relatifs au diamètre des tiges des plantes de haricot sont représentés dans la Figure suivante .

Il faut noter que le diamètre de tige des plantes du haricot ne présente aucun effet remarquable en fonction des trois traitements testés.



**Figure n° 19 : Diamètre moyen des tiges des plantes du haricot en (cm)**

Les traitements testés présentent un seul groupe homogène (a) , Tous les traitements présentent presque les mêmes valeurs de diamètre qui varient entre 0.40 et 0.44 cm .

### 5.3.3. Nombres des feuilles .

Les résultats relatifs de nombre de feuille des plantes de haricot sont représentés dans le tableau.

## **Chapitre 2 : Résultats et discussion**

---

Traitement	Paramètre
T1	8.30 ± 2.91 a
T2	9.80 ± 1.32 b
T3	9.20 ± 1.75 b

**Tableau n° 4 : Nombres des feuilles par traitement.**

L'analyse de variance montre qu'il y a une différence significative du facteur traitement sur le paramètre mesuré .

Les traitements testés sont classés en deux groupes homogènes (a) et (b) , respectivement . Néanmoins les plantes issus du traitement T2 présentent un nombre des feuilles le plus élève, alors que le traitement T1 presente une valeur minimale de (8.30 feuilles ) .

### **5.3.4 Poids des feuilles frais (g)**

Les résultats relatifs de poids des feuilles frais des plantes de haricot sont représentés dans le tableau.

Traitement	Paramètre
T1	12.80 ± 1.24 a
T2	16.72 ± 1.88 b
T3	16.46 ± 1.99 b

**Tableau n° 5 : Poids frais des feuilles par traitement.**

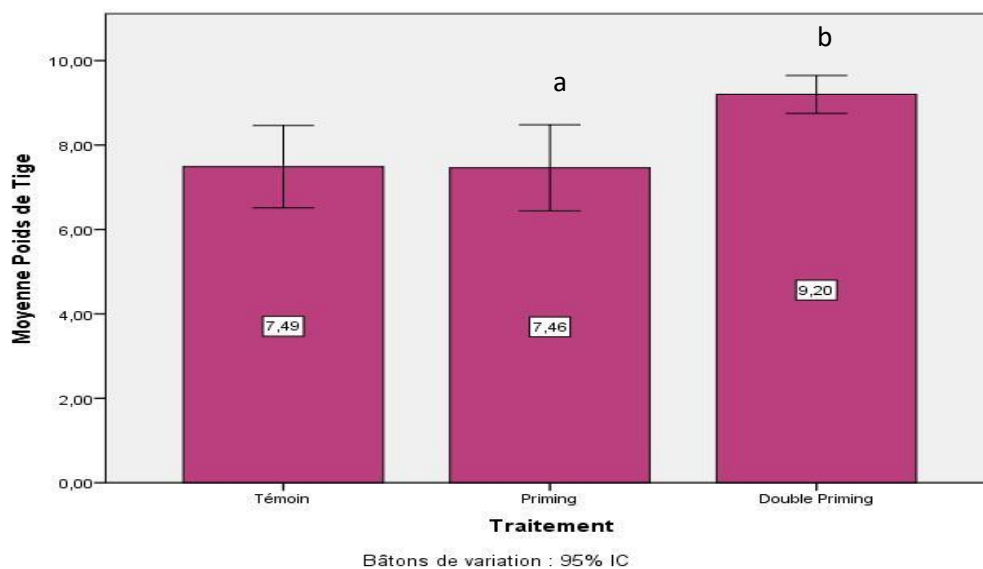
## Chapitre 2 : Résultats et discussion

L'analyse de la variance montre qu'il y a une différence significative du facteur traitement sur le paramètre mesuré .

On note que les traitements testés sont classés en 2 groupes homogènes (a) et (b) respectivement . On a enregistré une valeur maximale de (16,72g) au niveau du traitement T2, et une valeur minimale de (12.80g) au niveau du traitement T1 .

### 5.3.5 Poids des tiges frais (g)

Les résultats relatifs de poids des tiges frais des plantes de haricot sont représentés dans la figure .



**Figure n° 20 : Poids des tiges frais (g)**

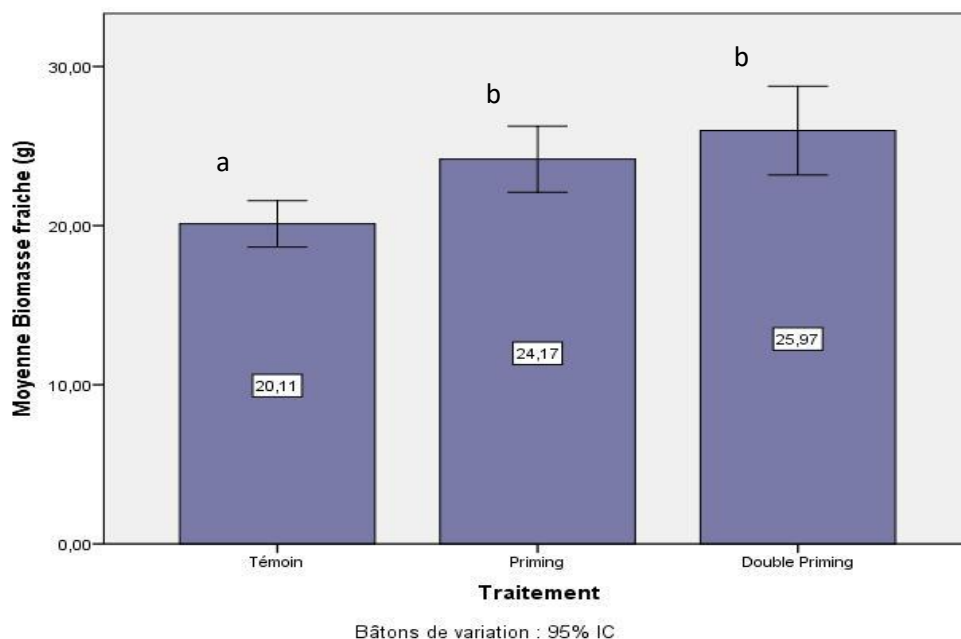
Le traitement T3 présente les valeurs les plus élevées avec (9.20g) , et une valeur minimale du traitement T2 avec (7.46g) .

### 5.3.6 Biomasse fraîche (g)

Les résultats relatifs de biomasse fraîche des plantes de haricot sont représentés dans la figure.

L'analyse de la variance montre qu'il y a une différence significative sur le paramètre mesuré .

## Chapitre 2 : Résultats et discussion



**Figur n 21 : Biomasse fraîche (g)**

Les traitements T2 et T3 appartiennent au groupe homogène (b), ce qui veut dire qu'ils ne présentent pas de différence significative. Alors que le traitement T1 appartient au groupe homogène (a). Les plantes issues du traitement T3 semblent présenter une valeur la plus importante.

### 5.3.7 Poids sec des feuilles (g) .

Les résultats relatifs du poids sec des feuilles des plantes de haricot sont représentés dans la figure.

Traitement	Paramètre
T1	2.30 ± 0.22 a
T2	3.45 ± 0.38 b
T3	3.28 ± 0.39 b

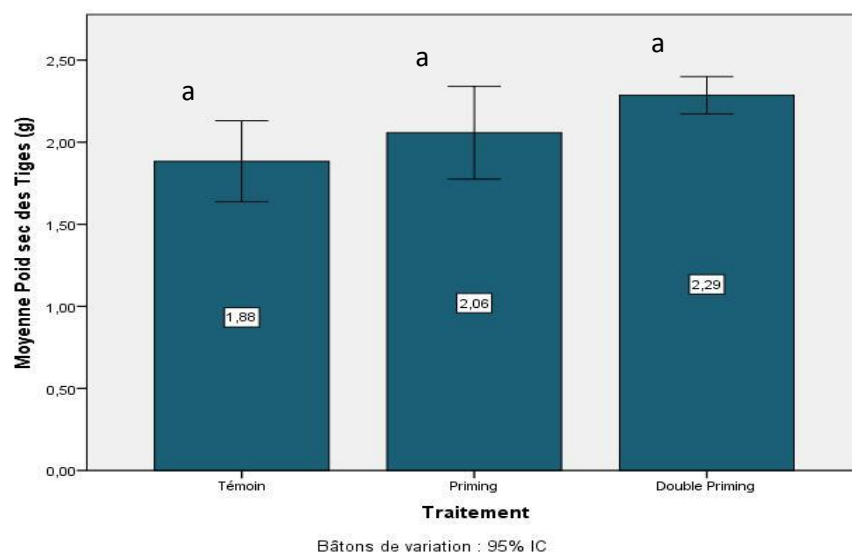
**Tableau n° 6 : Poids sec des feuilles (g) par plante.**

## Chapitre 2 : Résultats et discussion

Les meilleurs traitements sont T2 et T3 qui appartient au groupe homogène (b) avec des valeurs de ( 3.45-3.28 g ) , suivi par le traitement T1 qui appartient au groupe homogène (a) , avec une valeur la plus faible de (2.30g)

### 5.3.8 poids sec des tiges (g)

Les résultats relatifs de le poids sec des tiges des plantes de haricot sont représentés dans la figure.



**Figure n 22 : poids sec des tiges (g)**

L'analyse de la variance montre qu'il n'y a pas une différence significative du facteur traitement sur le paramètre mesuré. Les traitements testés sont tous classés dans un seul groupe homogène (a) .

## **Chapitre 2 : Résultats et discussion**

### **5.3.9. Biomasse sèche.**

Les traitements testés sont classés en deux groupes homogènes à savoir : (b) pour les traitements T2 et T3 , et en dernier lieu le traitement (a) pour le traitement T1

Traitement	Paramètres
T1	20.11 ± 1.89 a
T2	24.17 ± 2.90 b
T3	25.97 ± 2.24 b

**Tableau n° 7 :** Biomasse sèche

# **Conclusion**



## Conclusion

---

A l'issue de notre travail, nous pouvons dire que les principaux résultats relatifs à la germination et la croissance des haricots (*Phaseolus vulgaris*) se résument comme suite :

Selon les résultats issus de la germination, nous constatons que le traitement témoin (T1) présente les paramètres mesurés relatifs à la germination à savoir le taux de germination final et la vitesse de germination les plus performants.

En ce qui concerne les résultats relatifs à la croissance, il est constaté que selon les paramètres mesurés, le traitement double priming (T3) se classe le meilleur par rapport aux deux autres traitements.

# **Références bibliographiques**

## Références bibliographiques

---

**Chaux C., Foury C., (1994).** Maitrise de facteurs de production, qualité et traitement des semences, mise en culture par semis en place en production légumière. Tome 1. Généralité. Tec et Doc. Lavoisier. Pp277-431-445

**BAUDOIN J.P., 2001** .contribution des ressources phylogénétiques à la sélection variétale de légumineuses alimentaires tropicales. Biotechnologyagronomy society environment. (4) :221-230.

**E. Morel, E. Laurent et C. Etourneau . (2021) :** Semences potagères Le haricot porte-graine .(4) : 8pp

**Salcedo, J.M. (2008).** Directives pour la régénération : haricot commun. In : Dulloo M.E.,Thormann I., Jorge M.A. and Hanson J., editors. Crop specific regeneration guidelines [CDROM].CGIAR System-wide Genetic Resource Programme (SGRP), Rome, Italy. 10 pp.

**Abdelguerfi-Laouar M., Hamdi N., Bouzid H., Zidouni F. Laib M., Bouzid L et Zine F. (2001) :** Les legumineuses alimentaires en algerie . situation etat des ressources phytogénétique . Volume : INRAA, 171-189

**Belaadi Manel (2014)** Etude de l'effet de la salinité sur la germination et la croissance de quelques variétés d'Haricot (*PHaseolus vulgaris L.*) . Mémoire de master . université de Guelma . 54pp

**Renard S., Goffork J.P., Frankinet. (2007) :** Optimisation de l'efficience de l'azote dans les rotations intégrant les cultures de légumes industriels en Hesbaye. Les dossiers de la recherche agricoles.37 pp

**MANSOURI Lahouaria Mounia.(2021)** Etude des effets des facteurs biotique Et abiotiques sur la nodulation chez le haricot (*PHaseolus vulgaris L.*). Thèse Doctorat .Université Mustapha Ben Boulaid-Batna2 . 206 pp

## Références bibliographiques

---

**Goust J. et et Seignobos., (1998).** Le haricot vert, Edit,Arles/ Actes Sud, Paris. 92P.

**Hubert., 1978** Recueil de fiches techniques d'agriculture spéciale à l'usage des lycées agricoles à Madagascar Antan anarivo, BDPA. 40pp

**Pitrat M. et Foury. F., (2018).** Histoires des légumes, des origines au XXI siècle. Edit. INRA, Paris, Pp22-28

**Dupont F., Guignard J., (1989).** Haricot nain (Bulletin des variétés). Edit. Masson Collection :Abrégés pharma. Paris .510p.

**Lecomte B. (1997) :** Etude du développement embryonnaire in vivo et in vitro dans le genre Phaseolus L. Thésedoct .Sci .Agron .Gembloux, Belgique : Faculté universitaire des Science agronomiques de Gembloux , 186p.

**Kouassi ,Anne-Sophie . 2005.** Haricot et azote etat des connaissances et recommandation –guide de culture. United information 120,13-16.

**Troy Buechel .2021** Promix <https://www.pthorticulture.com/fr/zone-du-savoir/le-role-du-calcium-en-horticulture/>

**Susan Parent . 2021** Premier tech <https://www.pthorticulture.com/fr/zone-du-savoir/le-role-du-magnesium-en-horticulture/>

**Broughton, W.J. (2003).** Roses by Other Names : Taxonomy of the Rhizobiaceae. Journal of Bacteriology. 185 : 2975-79.

**Sébastien Boquel, Jean-Philippe Légaré , et Joseph Moisan . 2015** La mouche des semis – canada .6 pages

## Références bibliographiques

---

**Myriam Gagnon, 2018** Guide de production des légumes de transformation  
Haricot . P40

**Guignard, J.L. (1998).** Boutanique. Les familles de plantes (Eds). Masson,  
159pp

**Gallas A. Et Bennfort H., 1992.** Amélioration des espèces végétales cultivées,  
Objectifs et critères de la sélection- Paris. Ed : INRA. PP75-142.

**MACIEJEWSKI J., 1991.** Semences et plantes ; Agriculture d'aujourd'hui.  
Tec et Doc.5.

**HOPKINS W.G., 2003.** Physiologie végétale. Traduction de la 2eme édition  
américaine par SERGE R. Ed de Boeck. Pp 309-362.

**LABBE M., 2004.** Ces étonnantes graines germées. Auvers sur oise : Labbé.  
Revue succinctes de livres et d'essais (critiques).

**BAUMGARTNER M. et EMONET E., 2007.** Les graines germées. Haute  
école de santé Genève. Filière Diététique.

**YOUNG J. A. and YOUNG C. G., 1986** – Collecting, processing and  
germinating seeds of Wild land plants. Timber Press. Port lard (OR) 236 p

**SRIVASTAVA L. M., 2002** – Plant growth and development. Hormones and  
Environment. Academic Press, San Diego (CA) 772.

- **DIEHL R., 1975.** Agriculture générale : Technique saisonnière de la  
production végétale. 2eme édition. Pp 275- 286- 290.

**Boucelha L., Djebbar R. 2015.** Influence de différents traitements de  
prégermination des graines de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. Sur les

## Références bibliographiques

---

performances Germinatives et la tolérance au stress hydrique. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ* 19(2) : 132-144.

**Boucelha L., Djebbar R. and Abrous-Belbachir O. 2019.** *Vigna unguiculata* (L.) Walp. Seed priming is related to redox status of plumule, radicle and cotyledons. *Functional Plant Biology.*, DOI : 10.1071/FP18202.

**Brack Egg A., 2003.** *Perú : diez mil años de domesticación.* Lima : Editorial Bruño.

**Bradford K. J. 1986.** Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions. *Hort Science* 21 : 1105-1112.

**Bray C. M., Davison P. A., Ashraf M., Taylor R. M. 1989.** Biochemical processes during the osmopriming of seeds. Department of Biochemistry and Molecular Biology, University of Manchester, Oxford Road, *Annals of Botany.* 63 : 185-193.

**Bray E. et Ziegler P. 1989.** Biosynthesis and degradation of starch in higher plants. *Annual Review of Plant Physiol. And plant mol. Bio.* 40 : 95-117.

**Bruce T. J. A., Matthes M. C., Napier J. A., Pickett J. A. 2007.** Stressful “memories” of plants : evidence and possible mechanisms. *Plant Science* 173 :603-608.

**Camara B., Sanogo S., Cherif M., Kone D. 2018.** Effet du stress salin sur la germination des graines de trois légumineuses (*Phaseolus vulgaris*, *Glycine max* et *Vigna unguiculata*). *J. Appl. Biosci.* 124 : 12424-12432.

(1) :[https://www.quelleestcetteplante.fr/especes.php ?genre=Phaseolus&variete=vulgaris](https://www.quelleestcetteplante.fr/especes.php?genre=Phaseolus&variete=vulgaris)

## Références bibliographiques

---

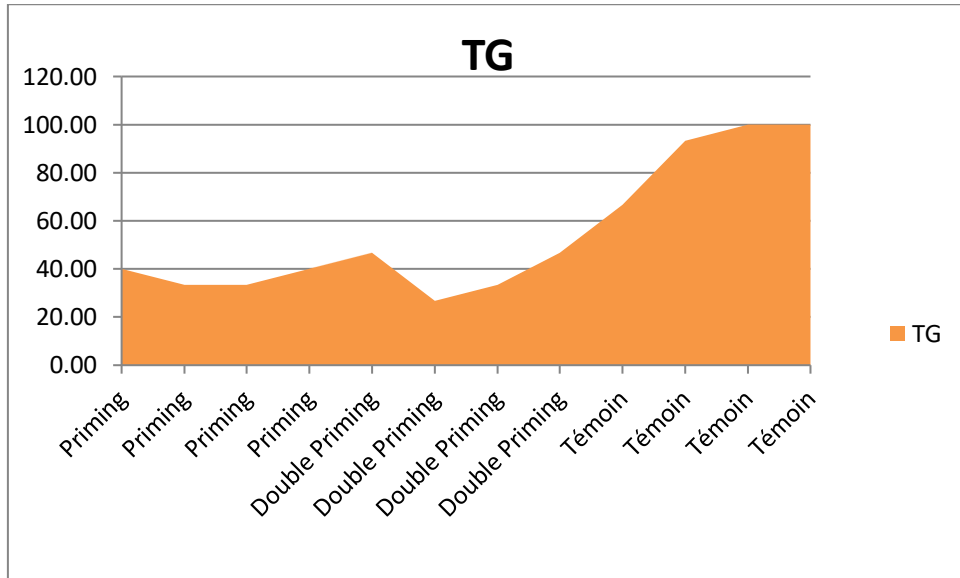
(2) : <https://goldenfield-dz.com/produits/semences/haricots-petit-pois/haricots/?lang=fr>

(3) : <https://www.jardinier-amateur.fr/forum-jardinage/graines-de-haricots,s12278.html#:~:text=Il%20n'y%20a%20pas,de%20travail%2C%20trop%20co%C3%BBteux>

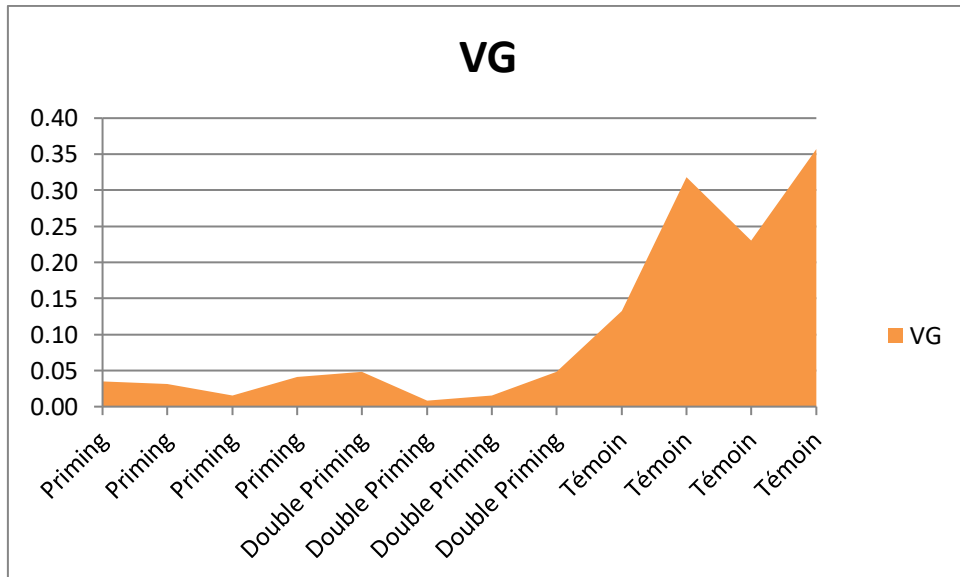
# **Annexes**



# Annexes

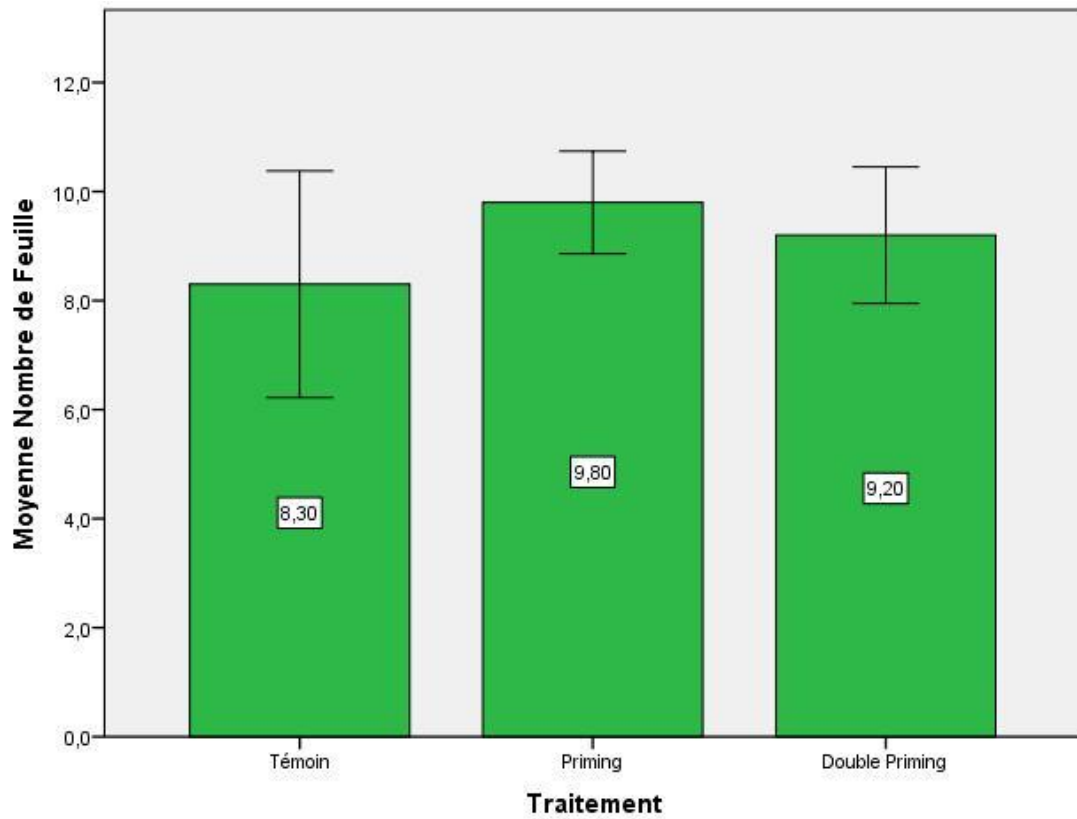


Taux de germination

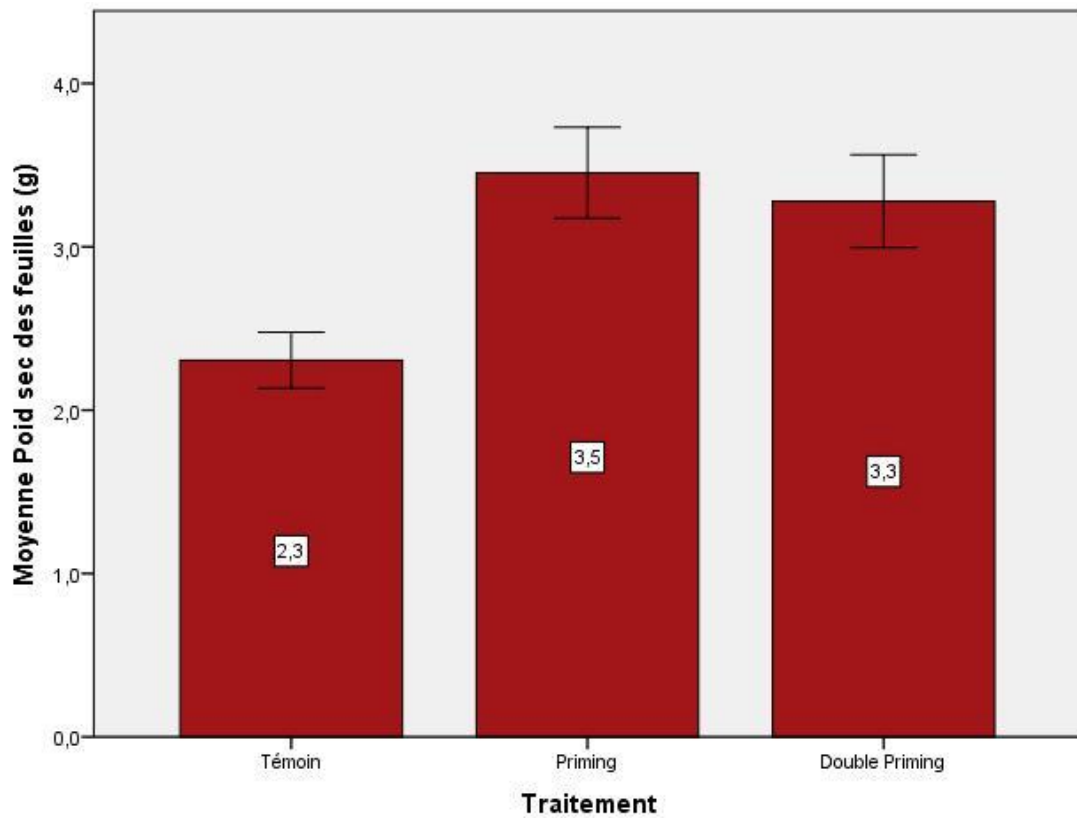


Vitesse de germination

## Annexes

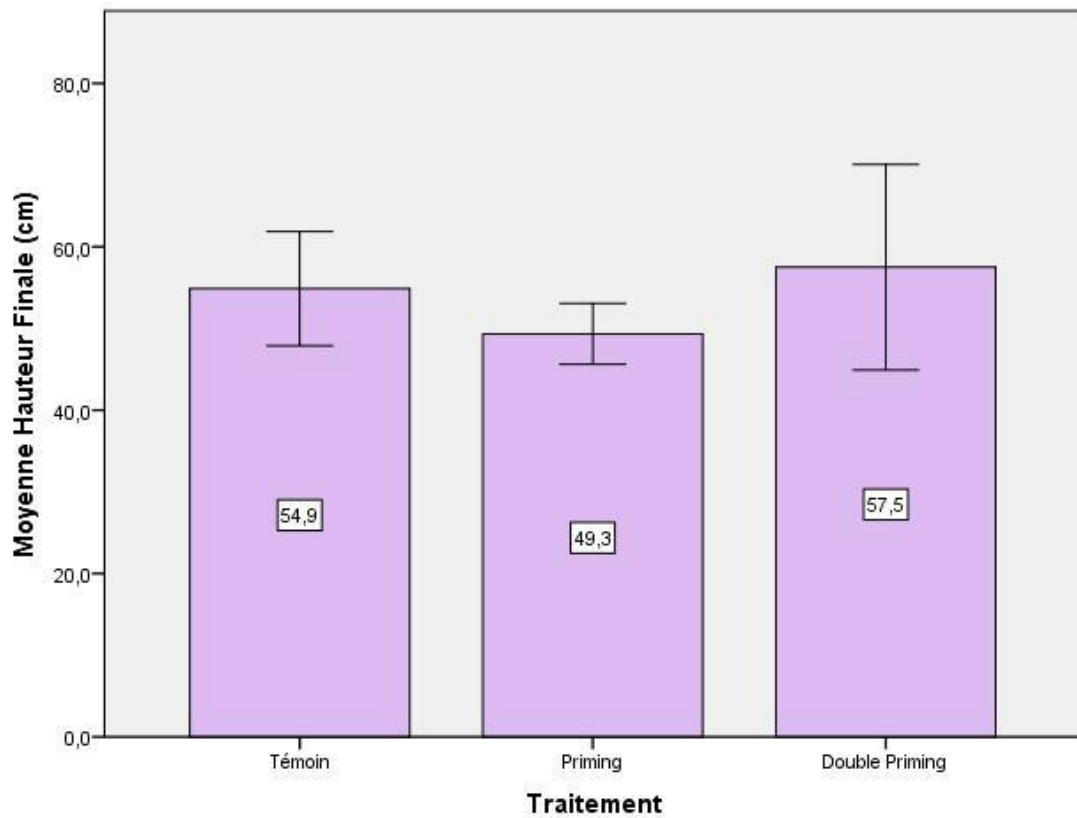
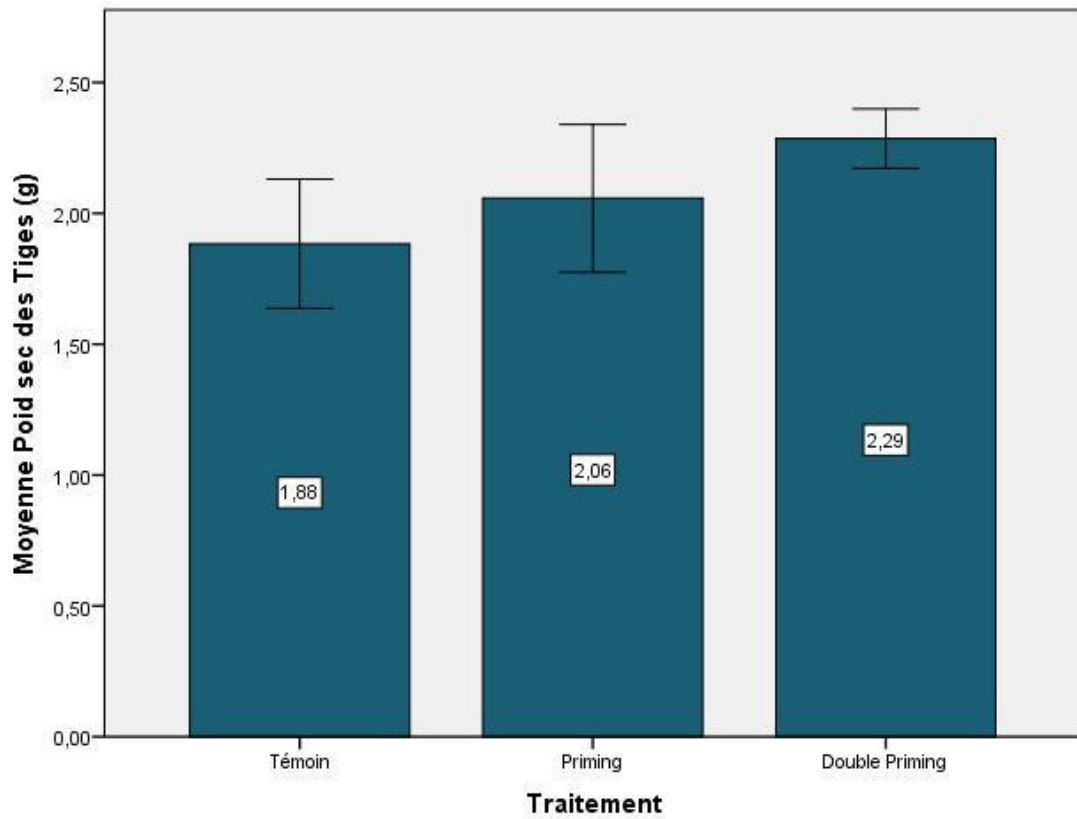


Bâtons de variation : 95% IC

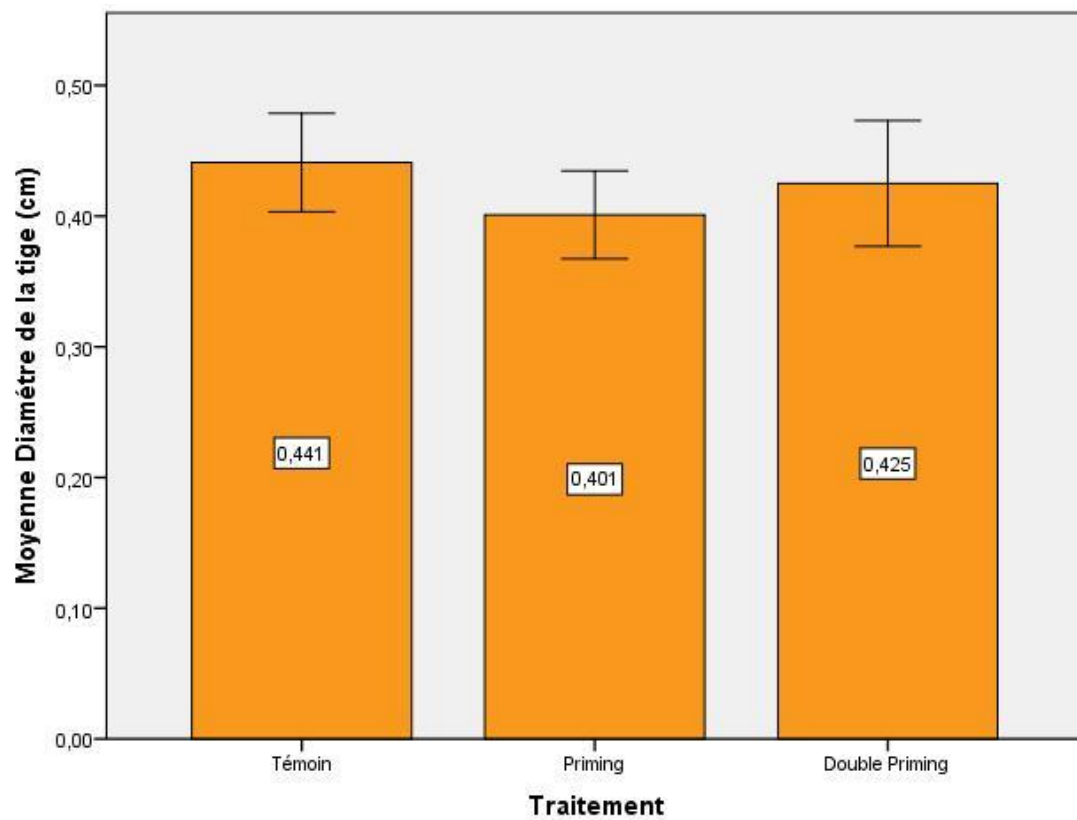
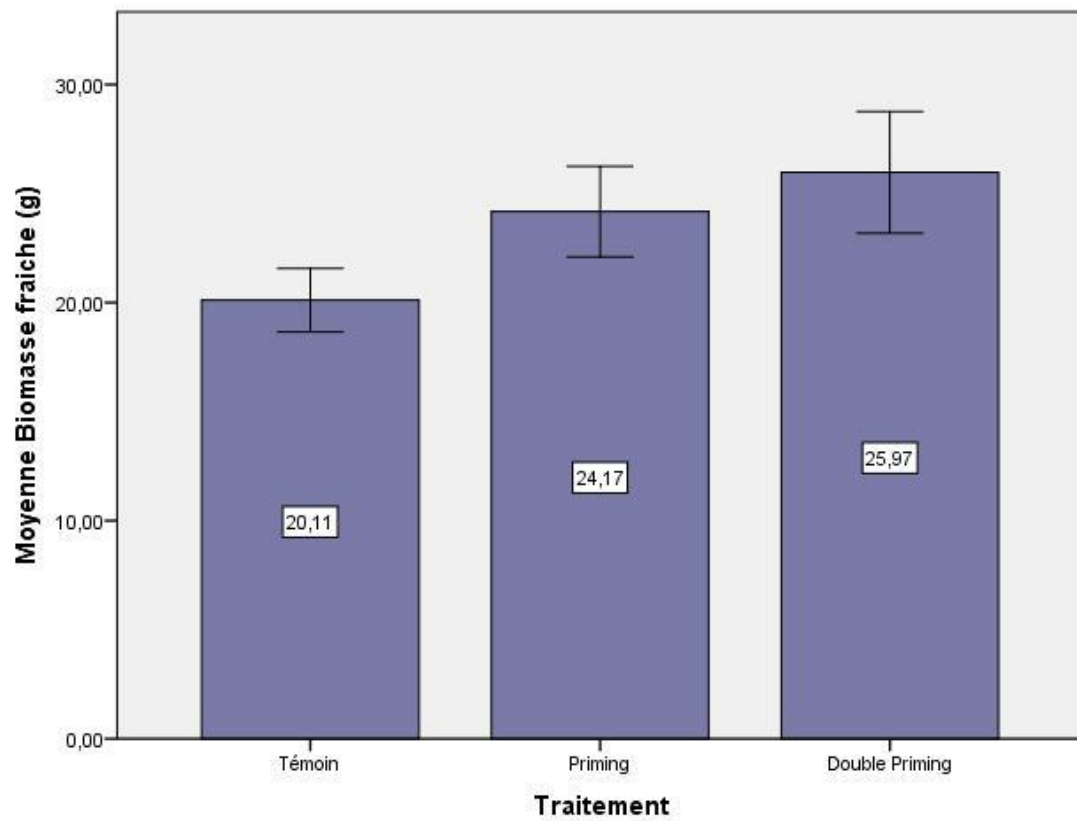


Bâtons de variation : 95% IC

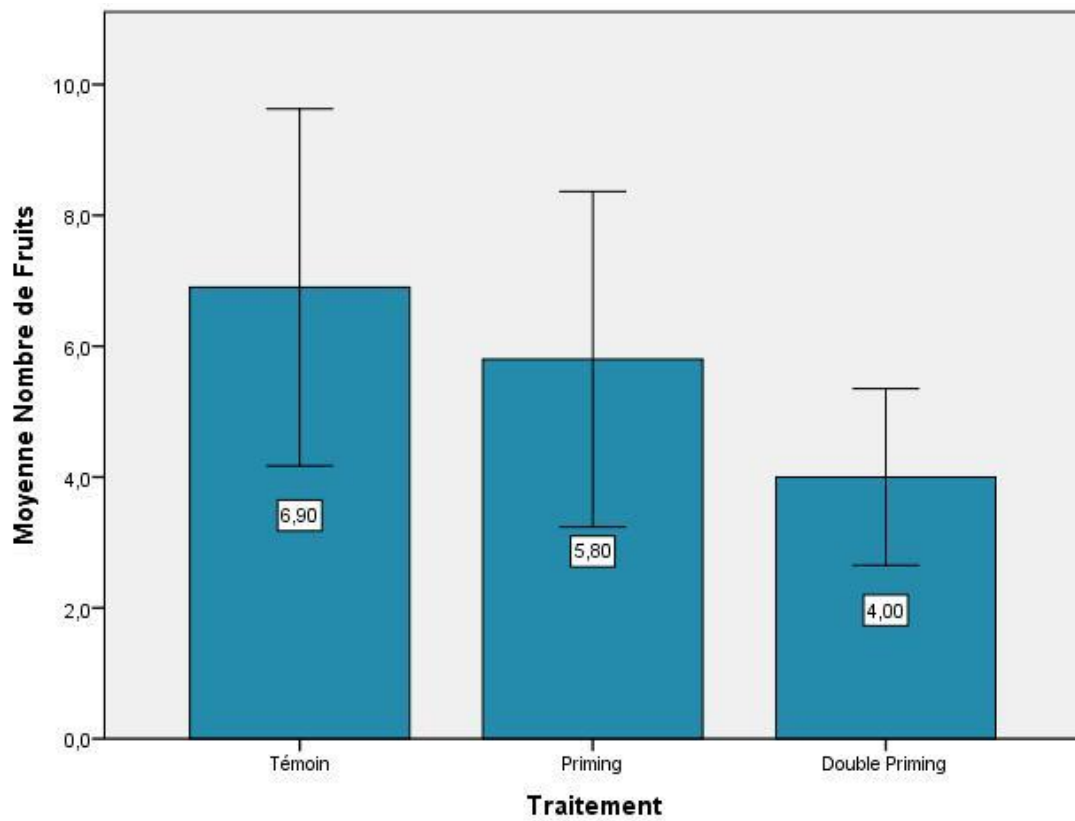
## Annexes



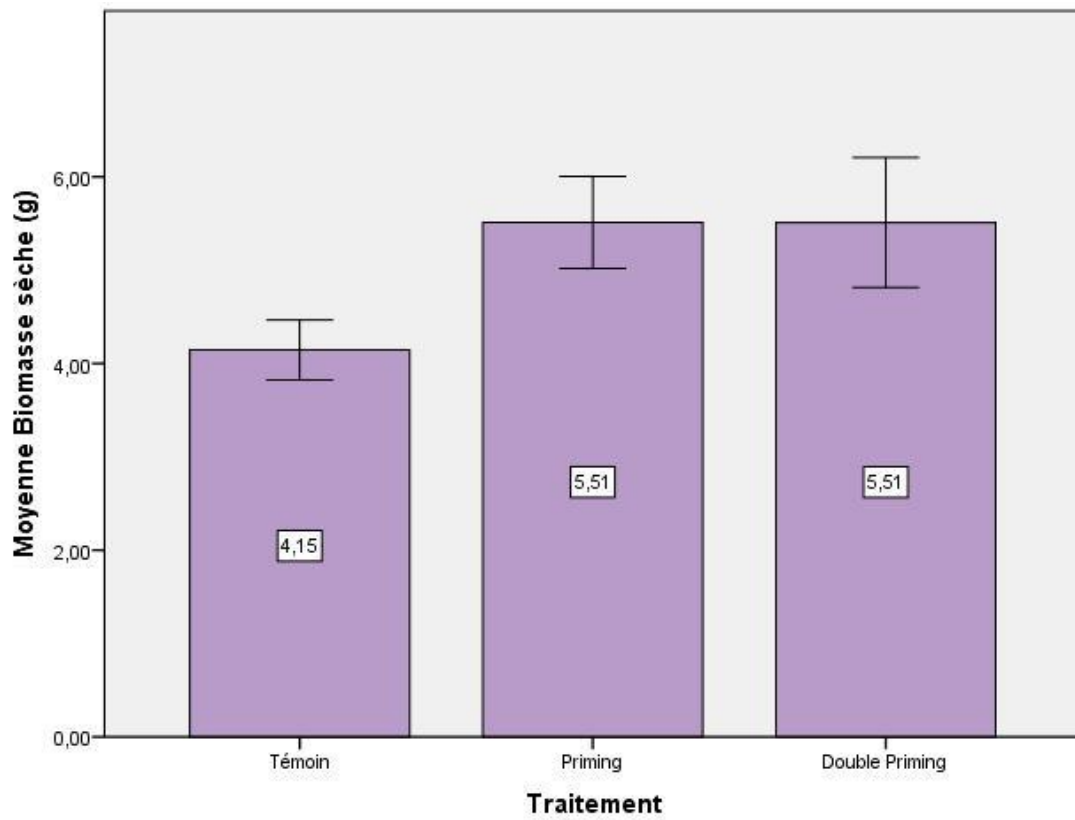
## Annexes



## Annexes

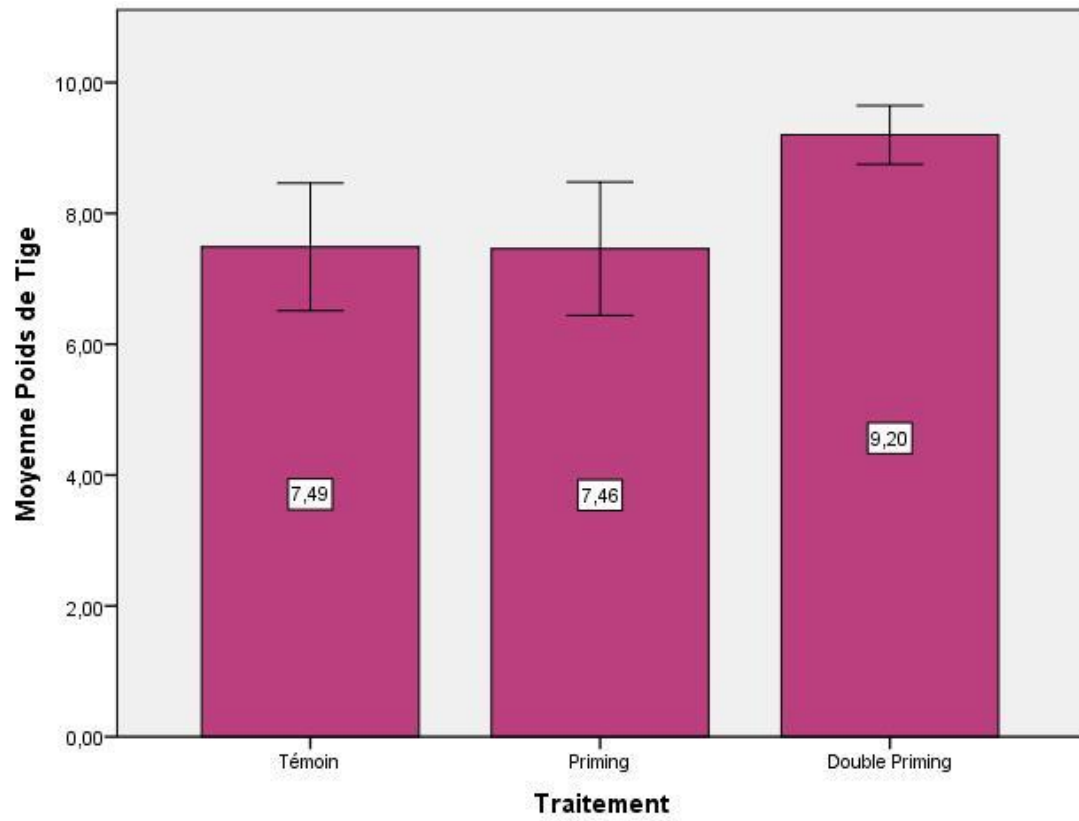


Bâtons de variation : 95% IC



Bâtons de variation : 95% IC

## Annexes



Bâtons de variation : 95% IC

## Annexes

---

---

### Hauteur finale (cm)

Traitement	Paramètres	
T1	Moyenne 54.89	± 9.10 b
T2	Moyenne 49.33	±4.85 a
T3	Moyenne 57.50	±17.60 a

### Diamètre(cm)

Traitement	Paramètres	
T1	Moyenne 0.44	±0.05 c
T2	Moyenne 0.40	±0.05 b
T3	Moyenne 0.43	±0.07 a

### Nombre des feuilles

Traitement	Paramètres	
T1	Moyenne 8.30	±2.91 a
T2	Moyenne 9.80	±1.32 a
T3	Moyenne 9.20	±1.75 b

### Poids des feuilles frais (g)

Traitement	Paramètres	
T1	Moyenne 12.80	±1.24 a
T2	Moyenne 16.72	±1.88 b
T3	Moyenne 16.46	±1.99 b

## Annexes

---

---

### Poids des tiges frais (g)

Traitement	Paramètres	
T1	Moyenne 7.49	±1.37 a
T2	Moyenne 7.46	±1.42 a
T3	Moyenne 9.20	±0.36 b

### Nombre des fruits

Traitement	Paramètres	
T1	Moyenne 6.90	±3.81 b
T2	Moyenne 5.80	±3.58 a
T3	Moyenne 4.00	±1.89 b

### Poids sec des feuilles

Traitement	Paramètres	
T1	Moyenne 2.30	±0.22 a
T2	Moyenne 3.45	±0.38 b
T3	Moyenne 3.28	±0.39 b

### Poids sec des tiges

Traitement	Paramètres	
T1	Moyenne 1.88	±0.34 a
T2	Moyenne 2.05	±0.39 a
T3	Moyenne 2.28	±0.09 a



## Annexes

---

---

### Biomasse fraîche

Traitement	Paramètres	
T1	Moyenne 20.11	±1.89 a
T2	Moyenne 24.17	±2.90 b
T3	Moyenne 25.97	±2.24 b

### Biomasse sèche

Traitement	Paramètres	
T1	Moyenne 4.14	± 0.41 a
T2	Moyenne 5.51	± 0.68 b
T3	Moyenne 5.51	± 0.55 b