



République algérienne démocratique et populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem

DEPARTEMENT D'AGRONOMIE

Mémoire de fin d'études

Présenté par

Belhadi Amel

Beddani Zineb

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER EN AGRONOMIE

Spécialité : Production Végétal

Thème

**Etude des caractères morpho-physiologique du poivron
(*Capsicum annuum L.*) en milieu de stress hydrique**

Devant le Jury

Président	Dr. Benabdoulmoumen Djilali	MCA	UAIB Mostaganem
Examineurs	Dr. Labdaoui Djamel	MCA	UAIB Mostaganem
Encadreur	Dr. Arbaoui Mohammed	MCA	UAIB Mostaganem
Co-Encadreur	Dr. GHelamallah Amine	MCA	UAIB Mostaganem

Année Universitaire : 2022 - 2023

Remerciements

Nous remercions dieu en dehors de qui il n'y a pas de dieu sur jalil grâce et grande équité.

*Nous adressons nos remerciements au Dr. **Arbaoui Mohammed** nous demandons au seigneur le tout-puissant de lui accorder la santé, la bonté et la récompense.*

*Nos remerciements à notre co-encadreur Dr. **Ghelamallah Amine** pour son aide à la réalisation de ce travail ;*

*Nous remercions Dr. **Benabdelmoumene Djillalid'** avoir accepté de présider ce jury.*

*Dr. **Labdaoui Djamel** d'être par les examinateurs de ce travail qu'il trouve ici mes sincères remerciements.*

Nous remercions les agents de la ferme de Mazagran pour leur aide et la réalisation de l'expérimentation.

Nous remercions nos professeurs qui nous ont conseillés et aidés avec leur savoir et leur vertu et ils ont fait tout ce qui était en leur pouvoir pour être comme ils le voulaient qu'Allah les récompense bien.

Dédicace

A mon père qui a travaillé si dur pour que j'atteigne ce niveau, il était avec moi à chaque pas que je faisais à travers les bons et les mauvais jours, merci papa.

A ma mère qui prie pour moi en tout temps et ne s'ennuie jamais et m'encourage et me motive tant sans ma vie académique que privé, merci maman.

A mes frère « Aboubakr » et « Abdelkadre » qui sont toujours avec moi contre vents et marées et ils sont mon soutien dans cette vie.

A la femme de mon frère qui m'encourage beaucoup et me remonte le moral et m'accompagne à chaque pas qui je fais.

A ma tante paternelle est aussi fatiguée pour moi.

Dédicaces à la famille « BEDDANI » et la famille « KHEDIM ».

Nous n'oublions pas nom plus nos proches et nos camarades étudiants avec qui nous avons partagé la vie douce et amère que ce soit à l'université ou à l'extérieur : « KEWTHER; MAGHNIA ; AMEL ; KHAWLA ; SARRA; RAHMA ; HAFIDA. ».

ZINEB

Dédicace

Je dédie ce travail à *ma merveilleuse mère*, mon
premierréconfort et soutien pour ses encouragements son amour et sa
tendresse sans pareil.

A mon *cher père* la joie de ma vie.

La première personne que j'appelle dans ma détresse et me vient
rapidement, je vous aime et merci.

A ma belle sœur « *Khaira* » et ses enfants « *Moad* » et « *Rahaf* », la
source de ma joie et de mon sourire.

A mes frères « *Mohammad* » et « *Jalal* ».

A ma compagne et la plus belle bénédiction de dieu pour moi, ma
meilleure amie dans le bonheur et la tristesse « *Bohra* ».

A mon binôme, je suis heureux de vous avoir choisi comme
collègue dans ce mémoire, merci pour votre aide « *Beddani Zineb* ».

Et à toutes les personnes qui m'ont rendu heureux et cher à moi et
à tous mes amis.

Amel

Résumé

La disponibilité de l'eau est l'un des facteurs les plus importants qui contribuent à la bonne et pleine croissance de toutes les plantes. Par conséquent de ces conditions dont souffre le domaine agricole en raison de manque d'eau. Nous avons fait une étude de l'effet de stress hydrique sur le comportement morpho-physiologique de la culture de poivron vert de variétés Magister hybride 1. Dans cette expérimentation nous avons traité le poivron avec deux doses d'eau 100% (1 litre) et 50% (0.5 litre) de la capacité de rétention en eau du sol. Les résultats ont montré que la dose de 50% a affecté les paramètres morphologiques étudiés (longueur des tiges, les racines et l'hauteur de la plante) cela a causé une carence en eux. Aussi le même pour les paramètres physiologiques nous obtenons une diminution dans le teneur en eau totale avec un moyenne de 78.27% de la dose 50% et 83.91% de la dose 100% le contenu relatif en eau foliaire un moyenne de 74.05% de la dose 50% avec 67.07% de la dose témoin .Mais nous avec trouvé une différence dans le taux de la chlorophylle dans les feuilles dont la moyenne de la dose 50% il été élevés un peu 2.71% par rapport à témoin de 2.31%.

Most clés : doses d'eau ; Morphologique ; Physiologique stress ; poivron

Abstract

Water availability is one of the most important factors contributing to the good and full growth of all plants. As a consequence of these conditions the agricultural domain suffers due to lack of water. We made a study of the effect of water stress on the morpho-physiological behavior of the Magister hybrid 1 variety green pepper culture. In this experiment we treated the pepper with two doses of 100% water (1 liter) & 50% (0.5 liter) of the water retention capacity of the water retention capacity of the soil. The results showed that the 50% dose affected the morphological parameters studied (stem length; roots and height of the plant) that caused a deficiency in them. Also the same for the physiological parameters we obtain a decrease in the total water content with an average of 78.27% of the dose 50% and 83.91% of the dose 100%, the relative leaf water content an average of 67.05% of the dose 50% with 67.07% of the control dose but we found a difference in the rate of chlorophyll in the leaves of which the average of the 50% dose was a little 2.17% compared to the control of 2.31%.

Keywords: Water doses; Morphology; stress Physiology; Pepper.

الملخص

يعد توافر المياه من أهم العوامل التي تساهم في النمو الجيد و الكامل لجميع النباتات و نظرا للظروف التي يعاني منها الميدان الزراعي قمنا بدراسة تأثير توتر المائي على السلوك الفسيولوجي لزراعة الفلفل الأخضر من صنف ماجيستار المهجن 1. في هذه التجربة قمنا باختبار الفلفل بجرعتين من الماء % 100 (1 لتر) و % 50 (0.5 لتر) من قدر التربة على الاحتفاظ بالمياه . أظهرت النتائج أن جرعة % 50 أثرت على المتغيرات المورفولوجية المدروسة (طول الساق، الجذور، و ارتفاع النبتة) التي أنقصت من تطورها . أيضا نفس شيء بالنسبة للمتغيرات الفسيولوجية تحصلنا على انخفاض في محتوى الماء الكلي بمعدل % 78.27 من جرعة % 50 و معدل % 83.91 من جرعة % 100 . و محتوى الماء النسبي بمعدل % 74.05 من جرعة % 50 و بمعدل % 67.01 في الجرعة شاهد. هناك فرق في نسبة الكلوروفيل في الأوراق التي يبلغ متوسط جرعته % 50 بمعدل % 2.71 مقارنة بالجرعة شاهد بمعدل % 2.31 .

الكلمات المفتاحية (جرعات الماء ، مورفولوجية ، توتر فسيولوجي ، فلفل)

Liste des Symboles

°C: Degré Celsius.

Cm : centimètre.

CRE : capacité de rétention.

g : gramme.

Kg : kilogramme.

L : litre.

LR : la longueur de racine.

LT : la longueur des tiges.

m : mètre.

m²: mètre carrée.

m³/ha: mètre cube par hectare.

ml : milli litre.

mm : milli mètre.

PH : poids humide.

PS : poids sec.

TER : Teneur en eau relative

TET :Teneur en eau totale

V : Volume.

% : Pourcentage.

Liste de tableaux

Première partie : Etude bibliographique

Tableau 1 : Principaux pays producteurs des cultures maraîchères dans le monde (tonnes) p2

Tableau 02 :Chaleur et humidité de l'aire pour une culture poivron.....p11

Tableau 03: Besoins en eaup12

Tableau 04 : fertilisation du poivron.....p14

Tableau 05 : Impacts du stress hydrique sur la morphologie, la physiologie et la biochimie de la plante.....p19

Troisième partie : résultats et discussion

Tableau 01.ANOVA à 1 facteur à $p < 0.05$ longueur de la tige, racine et hauteur de la partie aérienne de la variété de poivron magister F1 stressée au manque d'eau.....p41

Tableau 02.ANOVA à 1 facteur à $p > 0.05$ du nombre des fruits par plante de la variété de poivron magister F1 stressée au manque d'eau.....p42

Tableau 03.ANOVA à 1 facteur à $p < 0.01$ du calibre du fruit de la variété de poivron magister F1 stressée au manque d'eau.p43

Tableau 04.ANOVA à 1 facteur à $p < 0.01$ poids du fruit de la variété de poivron magister F1 stressée au manque d'eau.....p44

Tableau 05.ANOVA à 1 facteur à $p < 0.05$ rendement par plant de la variété de poivron magister F1 au manque d'eau.....p45

Tableau 06.ANOVA à 1 facteur de la teneur en eau totale du poivron stressé au manque d'eau.....p46

Tableau 07.ANOVA à 1 facteur du contenu relatif en eau foliaire de la variété du poivron stressée au manque d'eau.....p47

Tableau 08.ANOVA à 1 facteur de chlorophylle de la variété de poivron stressée au manque d'eau.....p48

Liste de figures

Première partie : Etude bibliographique

Figure 01. Production du poivron dans la région de Mostaganem 2003-2014	p3
Figure 02. Racine de poivron.....	p5
Figure 03. Tige de poivron.....	p5
Figure 04. Feuilles de poivron.....	p6
Figure 05. Fleurs de poivron.....	p6
Figure 06. Différentes stades du poivron.....	p7
Figure 07. Semis des graines de poivron en pépinière.....	p8
Figure 08. Plantules de poivron en pépinière.....	p8
Figure 09. Système d'irrigation de poivron.....	p15

Deuxième partie : Etude expérimentale

Figure 10. Poivron de la variété magister hybride 1	p27
Figure 02. Plantation des plantes de poivron sous serre.....	p28
Figure 03. Serre expérimentale de FIRMA de Mazgrane.....	p30
Figure 04. L'irrigation par goutte à goutte.....	p32
Figure 05. Engrais El RAED.....	p33
Figure 06. Vaporisation du fertilisant sur les feuilles	p34
Figure 07. Irrigation manuelle.....	p36
Figure 08. Préparation des disques foliaires.....	p37
Figure 09. Disques dans la boîtes de pétri remplis d'eau distillée bondant 24 h.....	p37
Figure 10. Après 2 heures dans l'étuve à 100°C.	p37
Figure 11. Plante de poivron dans l'étuve à 105°C bondant 24 h.....	p38
Figure 12. Préparation le taux des chlorophylles dans les feuilles.	p40

Troisième partie : Résultats et discussion

Figure 01. Longueur de la tige, racine et hauteur de la partie aérienne de la variété da poivron magister F1 stressée au manque d'eau.	p42
Figure 02. Nombre de fruits par plant de la variété magister F1 stressée au manque d'eau.....	p43

Figure 03. Calibre du fruit de la variété magister F1 stressée au manque d'eau.....	p44
Figure 04. Poids du fruit en grammes de la variété de poivron magister F1 stressée au manque d'eau.....	p45
Figure 05. Rendement de fruit par plant de la variété de poivron magister F1 stressée au manque d'eau.	p46
Figure 06. Teneur eau totale de la variété de poivron magister F1 stressée au manque d'eau au stade floraison.....	p47
Figure 07. Contenu relatif en eau foliaire du poivron variété magister stressée au manque d'eau au stade floraison.	p48
Figure 08. Taux de chlorophylle de la variété de poivron magister F1 stressée au manque d'eau au stade floraison.	p49

Sommaire

Première partie : Etude bibliographique

Introduction.....p1

Chapitre 1.Etude de la culture du poivron

1. Importance économique.....p2
 - 1.1.Dans le monde.....p2
 - 1.2.En Algérie.....p3
 - 1.3.A Mostaganem.....p3
2. Généralités sur la culture.....p4
 - 2.1.Origine et classification.....p4
 - 2.2.Description de la plante.....p4
 - 2.3.Cycle de développement de la plantep7
 - 2.4.Phase pépinière.....p7
 - 2.5.Plantation.....p9
 - 2.6.Stades végétatifsp9
 - 2.7.Exigences culturales.....p10
 - 2.7.1. Travail du sol.....p13
 - 2.7.2. Fertilisation.....p13
 - 2.7.3. Irrigation.....p15
 - 2.7.4. Travaux d'entretien.....p15
 - 2.8. Récolte.....p16

Chapitre 2. Manque d'eau et son effet sur la culture

1. Importance de l'eaup17
2. Etude du stress hydrique.....p17
 - 2.1. Définition.....p17
 - 2.2. Différents stress.....p18
 - 2.3. Effet du stress sur la plante.....p18
 - 2.4. Mécanismes d'adaptation de la plante.....p20
 - 2.5. Solutions apportées.....p23

Deuxième partie : Etude expérimentale

1. Objectif de l'essai.....	p27
2. Matériel et Méthodes.....	p27
1.1.Matériel végétal.....	p27
1.2.Méthodes d'étude.....	p28
1.3.Expérimentation.....	p28
1.3.1. Dispositif expérimental.....	p28
1.4.Itinéraire technique.....	p30
1.4.1. Obtention des plants.....	p30
1.4.2. Transplantation.....	p30
1.4.3. Irrigation.....	p31
1.4.4. Désherbage.....	p33
1.4.5. Application du stress hydrique.....	p33
1.5.Paramètres mesurés.....	p35
1.5.1. Paramètres physiologiques.....	p35
1.5.1.1.Teneur en eau relative.....	p35
1.5.1.2.Teneur en eau totale.....	p37
1.5.1.3.Teneur en chlorophylle.....	p38
1.5.2. Paramètres morphologiques.....	p39
1.5.2.1. Nombre de fruits par bouquet.....	p39
1.5.2.2. Calibre du fruit.....	p39
1.5.2.3. Poids du fruit.....	p39
1.5.2.4. Rendement par plant.....	p39
1.5.2.5. Rendement total.....	p39
3. Analyse statistique.....	p39

Troisième partie : Résultats et discussion

1. Interprétation des résultats.....	p41
1.1. Longueur de la tige, racine et hauteur de la partie aérienne.....	p41
1.2. Nombre des fruits par plant.....	p42

1.3. Calibre du fruit.....	p43
1.4. Poids du fruit.....	p44
1.5. Rendement par plant.....	p45
2. Paramètre physiologique	p46
2.1. Teneur en eau totale (TET).7.....	p47
1.2. Contenu relatif en eau dans les feuilles (CRE).....	p48
1.3. Taux de chlorophylle dans les feuilles.....	p49
3. discussion	p51
Conclusion.....	p52
Annexe.....	p55

Première partie
Etude bibliographique

Introduction

La culture du poivron occupe une place prépondérante dans l'économie agricole Algérienne. Sa culture est très exigeante en humidité de sol. Celui-ci doit avoir 80-85% d'humidité afin d'obtenir de bons rendements. Lorsque l'humidité relative de l'air est basse (inférieure à 60%) et la température est élevée, les fruits ne grandissent pas. Le poivron fatigue rapidement le sol. Les besoins de la culture se situent aux environs de 400 mm pendant la période végétative et de 200 à 400 mm pendant la période de cueillette, soit 600 à 800 mm/cycle (ITCMI, 2010).

Le but essentiel de tout système d'irrigation consiste à mettre à la disposition de la plante la quantité d'eau nécessaire à ses besoins en temps opportun. Toute erreur en irrigation a des conséquences graves sur la production puisque la faculté restauratrice des racines du poivron est faible (Skiredj et al., 2005).

Actuellement en Algérie, la distribution de l'eau à la parcelle repose essentiellement sur l'expérience acquise par les irrigants. Or la programmation des arrosages doit concilier les besoins en eau d'une culture et les contraintes exogènes au système sol-plante-atmosphère. Le rôle d'un arrosage gravitaire, pour une culture maraîchère dont le système racinaire est bien développé, est de reconstituer la réserve hydrique du sol puis de la gérer. Dans le but de comparer divers rythmes de consommation et doses d'irrigation appliquées à la culture du poivron, l'essai réalisé consistait à combler les réserves en eau du sol à la suite de dessiccations différentes et de déterminer celui qui peut être toléré et dont, on escompte une production aussi élevée et rentable que possible.

La méthode la plus accessible et la plus facile à mettre en œuvre comme indicateur du "stress hydrique" de la plante suite à un manque d'eau est celle du bilan hydrique. Dans ce travail nous avons étudié l'effet du stress hydrique sur la morpho-physiologie du poivron vert de la variété Magister hybride 1.

1. Importance économique

Dans le monde

Le poivron reste l'une des spéculations les plus cultivées à travers les différents continents. Nous constatons de ce fait, à travers le tableau 1, une évolution progressive dans le temps de la superficie mondiale réservée aux cultures du poivron plein champ et sous serre. Cette évolution a été particulièrement marquée durant la dernière décennie.

De plus, la production mondiale du poivron a connu une évolution progressive au cours du temps en enregistrant une quantité de l'ordre de 360081 millions de tonnes en 2000 pour atteindre une valeur de 496134 millions de tonnes en 2013, ce qui représente une augmentation annuelle d'environ 16%. Cette nette progressive est en rapport direct avec l'élévation des superficies cultivées qui ont largement dépassé les 538330 millions d'hectares en 2013.

La production du poivron a montré entre 2001 et 2010, une évolution assez intéressante cela en fonction des superficies qui lui étaient réservés, elle est développée plus chaque année jusqu'aujourd'hui.

Tableau 1. Principaux pays producteurs des cultures maraichères dans le monde (tonnes) (FAO, 2015).

N°	Pays	Production (tonnes)	N°	Pays	Production (tonnes)
01	Chine	583321399	11	Espagne	12701300
02	Inde	121015200	12	Nigeria	11923961
03	USA	34279961	13	Brésil	11458208
04	Turquie	28280809	14	Japon	11314562
05	Iran	23651582	15	Indonésie	10243856
06	Egypte	19590963	16	Ukraine	9872600
07	Russie	15485353	17	Algérie	6788809
08	Vite Nam	14975501	18	Philippine	6367844
09	Mexique	13238236	19	France	5235330
10	Italie	13049171	20	Pakistan	5059691

Chapitre 01. Etude la culture de poivron

1. 2. En Algérie

L'Algérie est de loin le principal producteur avec une production moyenne annuelle de l'ordre de 6788809 tonnes soit 01% de la production mondiale totale, et 09% de la production dans le bassin méditerranéen.

1.3. A Mostaganem

La production du poivron dans la région de Mostaganem est développée chaque année plus selon les statistiques de DSA de la wilaya en 2015.

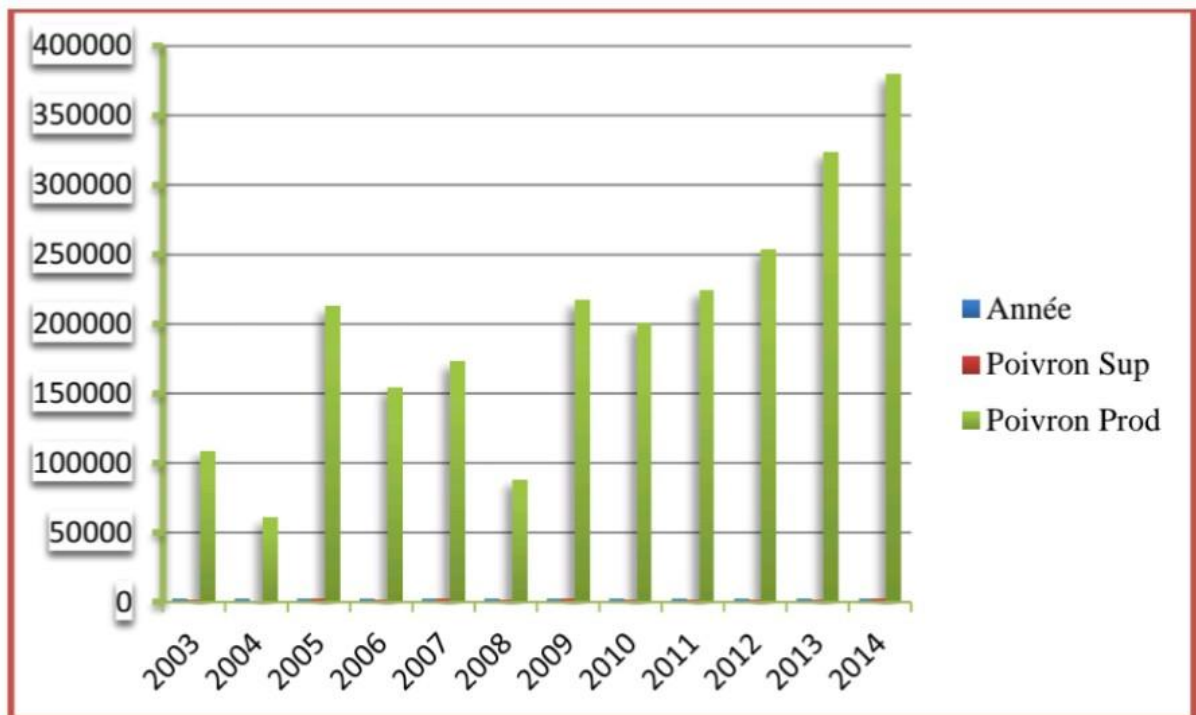


Figure 01 : Production du poivron dans la région de Mostaganem 2003-2014 (DSA, 2015)

Dans les années 80, la wilaya de Mostaganem a induit dans ses activités agricoles, pour la première fois la plasticulture dans la région de Siret pour la culture de poivron.

Cette technique s'est propagée par la suite, dans tout le territoire de la wilaya qui a connu un développement intensif de la production de poivron.

Entre 2005 et 2014, la superficie couverte en serre a connu une évolution sensible en passant de 1258 ha en 2006 à 1548 ha en 2013. Par contre, nous notons une réduction de sa superficie durant l'année 2014 où elle a enregistré 1192 ha. (DSA, 2015).

Chapitre 01. Etude la culture de poivron

Entre 2013 et 2014, la région a connu une augmentation sensible des superficies cultivées en tomate et poivron. Ceci est dû à l'implantation de nombreux agriculteurs venus des régions de Chlef et Tipaza pour exploiter les zones du littoral conçues pour la production de la tomate primeur (ITCMI, 2010).

2. généralités sur la culture

2.1. Origine et classification

Le poivron (*Capsicum annum*L) est originaire d'Amérique centrale et d'Amérique du sud, elle a un peu plus d'un siècle abordé et conquis tous les continents dans leurs parties tropicales sous tempérées chaudes.

Il est cultivé dans toutes les régions tropicales du monde, ainsi que dans les régions tempérées chaudes (Polese et Devaux, 2007).

➤ Classification

Règne : *plantae*

Division : *agnoliophyta*

Classe : *magnoliopsid*

Ordre : *solanales*

Famille : *solanaceae*

Genre : *capiscum*

Espèce : *capiscumannum*L.

2.2. Description de la plante

➤ Racines

Chez le poivron le système racinaire est pivotant et peut atteindre 70 à 80 cm, les racines adventives se développent et acquièrent une forme barbue. Le développement horizontal des racines serait de 50 à 90 cm, par ailleurs sa faculté assimilatrice est relativement faible par rapport à celle de la tomate (Ducreux, 1975).



Figure 02. Racine de poivron

➤ **Tiges**

Elle est ligneuse à la base et herbacée plus haut, suivant les variétés et les conditions de cultures, la croissance étant déterminée, ou indéterminée (Bonnal, 1981).



Figure 03. Tige de poivron (originale ; 2023)

➤ Feuilles

Elles ont une forme ovoïde de couleur verte, très souvent dotée d'une base asymétrique, lisse ou très rarement couverte de poils fins selon la variété. Les variétés à gros fruits portent normalement des feuilles grandes, longues, alors que celle de petits fruits se distingue par des feuilles petites et étroites (Kolev, 1976).



Figure 04. Feuilles de poivron (originale ; 2023)

➤ Fleurs

Blanchâtres, pendantes ou dressées, elles sont situées à l'aisselle des feuilles, tandis que les pétales et les sépales sont soudés à la base. La grandeur de la fleur est l'un des critères de distinction des variétés (Laumonier, 1979).



Figure 05. Fleurs de poivron (originale ; 2023)

2.3. Cycle de développement de la plante



Figure 06. Déférénts stade du poivron

2.4. Phase pépinière

- Labour par piochage à la daba (15 – 20 cm) tout en incorporant du compost/fiente de volailles bien décomposé à raison de 10 kg pour une planche 5 m².
- Dresser la planche suivant les dimensions d'un mètre de large et de longueur variable pour faciliter l'entretien.
- Ttracer les lignes de semis de profondeur d'environ 1 cm, distantes de 15 à 20 cm puis semer une graine chaque 1 cm et recouvrir d'une fine couche de sable.



Figure 07. Semis des graines de poivron en pépinière

- Arroser immédiatement avec un arrosoir à pomme fine pour ne pas déterrer les semences.
- Compte tenu des nombreux ravageurs du poivron, il est recommandé de protéger la pépinière avec un filet anti-insecte.
- Arroser régulièrement en évitant les heures chaudes pour ne pas brûler les jeunes plants.
- Désherbage manuel des mauvaises herbes et arrachage des plants malades.
- Séjour des plants en pépinière (30 à 45 jours) jusqu'au stade 5 – 7 feuilles
- La pépinière peut être faite dans les alvéoles.



Figure 08. Plantules de poivron en pépinière

2.5. Plantation

Le sol doit être profond, de texture moyenne, se ressuyant bien, bien aéré, légèrement motteux. La culture peut se conduire à plat en saison fraîche et en sol drainant. En sol de texture argilo- limoneuse, et en période pluvieuse, la conduite sur planche est préférable. Cette technique est souvent utilisée en association avec le paillage du sol et l'irrigation au goutte-à goutte. La densité et les écartements entre plants dépendent des moyens matériels de culture et de la superficie en culture. Les rangs simples assurent une meilleure aération, une facilité de 9 récoltes. Sur le rang, les plants peuvent être disposés de 0,40 m (variété à végétation limitée) à 0,50 m (variété à végétation plus vigoureuse). L'écartement entre rangs va dépendre des outils de travail. Le jumelage des rangs sur planches est souhaitable, car cela permet d'élever la densité à 22 000 plants par hectare environ ; par exemple planches à 1,70 m.

– 1,80 m entre-axes, plantation en quinconce à 0,50 m d'écartement sur lignes jumelées distantes de 0,50m – 0,60m. Sur grandes surfaces l'élargissement des passages à l'écartement des roues de tracteur pour l'exécution des traitements, le ramassage des récoltes, sera à préciser. La plantation est une opération délicate ; elle doit être réalisée si possible par temps frais, ou le soir, les mottes ou pots ayant été suffisamment humidifiés au préalable. Le collet des plants ne doit jamais être enterré, sous peine de favoriser les pourritures et le flétrissement des plants.

La plantation doit être précédée d'une irrigation si nécessaire ; celles-ci seront particulièrement surveillées pendant la phase de reprise (petites irrigations facilitant le développement du système racinaire). (Saint louis et al, 2001).

2.6. Stades végétatifs

Le cycle végétatif du poivron suit plusieurs stades végétatifs qui sont :

Stade 0 : Levée.

Stade 01 : Les cotylédons sont étalés.

Stade 02 : Deux feuilles étalées sur la tige principale.

Stade 03 : Davantage de feuilles étalées sur tige.

Chapitre 01. Etude la culture de poivron

Stade 04 : Début floraison.

Stade 05 : Floraison.

Stade 06 : Développement du fruit.

Grâce à la durée de vie de poivron et notre suivi dans la serre nous avons remarqué que la première période de croissance la plus sensible aux maladies, ainsi que les ravageurs tel que le puceron, parce que les feuilles de la plante sont sensibles aux déférents facteurs pathogènes. (kolev, 1976)

2.7. Exigences culturelles

- **Sol**

Le poivron est très exigeant en qualité de sol. Le sol préféré présente les caractéristiques suivantes : sol profond, bien drainé, chaud et bien pourvu en humus et en matières nutritives aisément assimilables (Basu et De, 2003). Les sols légers conviennent à la culture de primeur ; les sols frais, silico-argileux sont convenables à la culture de saison. Le poivron redoute plus l'acidité de sol que son alcalinité. L'optimum se situe vers un pH de 5,5 et 7.

- **Climatique**

a- Température

Les exigences du poivron en chaleur sont plus grandes que de la tomate. Son optimum de croissance est de 24°C. Le zéro végétatif se situe à 8°C, mais la croissance de la plante ralentit à des températures inférieures à 13°C. Le poivron est très sensible aux températures basses. Les températures supérieures à 35°C réduisent la fructification et la photosynthèse. (Skiredj,2003).

Chapitre 01. Etude la culture de poivron

Tableau 02. Chaleur et humidité de l'aire pour une culture du poivron. (ITCM,2001).

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

b- Lumière

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

Chapitre 01. Etude la culture de poivron

•Exigences nutritionnelles

- Eau :

Les besoins en eau dépendent des variétés, les piments fort sont moins exigeants ($2000\text{m}^3/\text{ha}$), les poivrons nécessitent entre 5000 et $6000\text{m}^3/\text{ha}$. (ITCMI, 2001) ; le cycle végétatif du piment est marqué par trois phase physiologiques distinctes correspondant à des besoins en eau différents :

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

Tableau 03. Besoins en eau (ITCMI, 2001)

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

Chapitre 01. Etude la culture de poivron

2.7.1. Travail du sol

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

Epandre la fumure organique 40 à 60 tonne par hectare de fumier de bovin ou ovin ou 20 à 25 tonne de fientes de volailles ayant séjourné 6 mois en plein air ainsi que 80 unités de NPK correspondant à 12 qx de 15. 15. 15.

Effectuer un labour de 25 à 30 cm de profondeur au cours duquel sera enfouie la fumure organique et minérale du fond.

Reprendre le sol à l'aide de façons superficielles (couvrir croup ou scarificateur pour bien émietter le sol). Nivelier le sol en surface. Le Désinfecter en cas de besoin en utilisant soit le pal injecteur manuel ou mécanique pour les produits liquides (teloneII, DD fumigant).

La désinfection du sol peut se faire également par solarisation, méthode qui consiste à couvrir le sol à l'aide d'un film plastique de couverture de serre usagé après avoir exécuté tous les travaux de préparation du sol. Cette technique est recommandée durant la période estivale (juillet à septembre).

Juste avant la plantation, confectionner les billons de préférence dans les sens de la longueur de la serre pour faciliter le passage des travailleurs et favoriser le brassage de l'air dans la serre. Confectionner les trous de plantation.

2.7.2. Fertilisation

La fertilisation du poivron se fait au moyen de la matière organique (compost, fiente de volailles) et de l'engrais minéral (NPK, urée et le sulfate de potassium). Elle se fait de la même façon au sol qu'en pot (même dose, même technique d'apport). Le tableau suivant propose un plan de fertilisation du poivron

Chapitre 01. Etude la culture de poivron

Tableau 04. Fertilisation du poivron

Période	Type de fertilisant	Doses	Technique d'apport
Fumure de fond	Matière organique bien décomposée (fiente de volailles, compost)	375 g ou 400 g /poquet/pot	(1.) Incorporer la matière organique au cours du labour (sol) ou avant l'empotage (pot).
	Engrais minéral NPK (15 15 15)	8 g/poquet/pot	
Croissance végétative (15 jours, 30 jours, 45 jours après le repiquage)	Engrais minéral NPK (15 15 15)	8 g/poquet/pot	(1.) Apport en bande ou en couronne. (2.) Refermer les bandes ou la couronne après l'apport pour minimiser la perte par volatilisation des éléments nutritifs.
Fructification (chaque deux semaines)	Matière organique bien décomposée (fiente de volailles, compost)	375 g ou 400 g /poquet/pot	
	Urée (25%) + Sulfate de potassium ou NPK (75%)	8 g/poquet/pot	

Chapitre 01. Etude la culture de poivron

2.7.3. Irrigation

Les besoins de la culture se situent aux environs de 400 mm pendant la période végétative et de 200 à 400 mm pendant la période de cueillettes, soit 600 à 800 mm/cycle Les besoins en eau sont élevés durant la végétation et a l'approche de la récolte. Il faut maintenir une humidité constante dans le sol avec des irrigations modérées. Deux à trois binage-sarclages sont nécessaires ainsi que des arrosages réguliers le long du cycle cultural.



Figure 09. Système d'irrigation de poivron

2.7.4. Travaux d'entretien

2.7.4.1. Tuteurage

Les plants sont fragiles, les branches cassent facilement sous l'effet du poids des fruits, du vent. Il faut donc les tuteurer. Deux méthodes sont praticables

Plusieurs étages de deux ficelles horizontales tous les 20 à 30 cm tendues le long de la ligne des plants entrecroisés sur piquets d'un diamètre de 10 cm distants de 3-4 mètres.

Ce système est mieux adapté aux rangs doubles.

Une armature en double _ tous les 3-4 mètres sur la ligne de plantation sous-tendant de part et d'autre deux fils de fer à 60 et 40 cm du sol et un fil unique à environ 20 cm du sol au premier niveau de ramification. Ce système est bien adapté aux rangs simples.

Il est préférable en zone ventée d'attacher les plants à la ficelle se trouvant le plus près du sol. (**Saint Louis et al.,2001**).

2.7.4.2. Choix variétal

Le choix variétal est très important, en particulier lorsqu'une ou plusieurs résistances aux maladies complètent une bonne adaptation au climat. Dans ce cas, les risques au champ sont fortement limités. (Saint Louis *et al.*,2001)

Mais souvent le choix variétal est prioritairement dépendant de la demande du marché, caractérisée par une forme, une couleur, des dimensions précises de fruits. Les importateurs et les clients grossistes et détaillants jugent aussi d'après la bonne tenue du fruit à l'étalage, et donc entre autres d'après l'aptitude au transport et à la conservation (Saint Louis *et al.*,2001)

2.8. Récolte

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

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

Le nombre de récolte peut atteindre 15 à 20. En ce qui concerne la récolte des fruits rouges le nombre de récoltes est très réduite, 2à3 (ITCMI,2010).

1. Importance de l'eau

L'eau est un facteur limitant par excès ou par manque. C'est la deuxième source de non réussite des cultures après d'éventuels problèmes de fertilisation. L'excès d'arrosage peut entraîner un lessivage important, une asphyxie racinaire et empêcher un développement cohérent de la plante. Un stress par manque d'eau augmente la pression maladie, empêche une alimentation cohérente et entraîne un mauvais développement de la plante. Lorsque le climat devient asséchant, il est difficile de se dispenser d'irrigation. C'est notamment le cas pour les variétés à cycle court et enracinement superficiel qui ne peuvent aller chercher de l'eau profondément dans le sol et qui sont donc particulièrement sensibles au stress hydrique. Il est important de noter que bon nombre d'espèces maraîchères sont cultivées en période de forte insolation. Un déficit hydrique à la plantation ou au semis entraîne de mauvaises reprises. Au cours de la culture, il peut engendrer une montée à graine des cultures, un déséquilibre entre la masse des racines et les organes aériens. Sur les légumes feuilles, un stress ponctuel entraînera un blocage de la végétation et donc un retard, une perte de poids (donc de rendement). Le céleri rave et le poireau sont des légumes également sensibles au stress hydrique et peuvent se bloquer en raison d'un manque d'eau. Une sous-irrigation des légumes ratatouille entraîne des problèmes de nouaison, d'assimilation de calcium (cul noir sur tomate), de calibre. Une irrigation bien maîtrisée permet des économies d'eau, un développement régulier et équilibré de la plante, une régularité de rendements et de production dans le temps.

2. Etude du stress hydrique

2.1. Définition

Les stress provoqués par un déficit en eau constituent une menace permanente pour la survie des plantes néanmoins beaucoup d'autres elles produisent des modifications morphologiques et physiologiques qui leur permettent de survivre. Un stress hydrique peut se produire aussi bien sous l'effet d'un excès que d'un manque d'eau. Un exemple d'excès d'eau est l'inondation. Le stress provoqué par un déficit hydrique est bien plus fréquent de sorte que l'expression de stress de déficit hydrique est abrégée en stress hydrique.

2.2. Différents stress

2.2.1. Stress hydrique

il y a un stress chez la plante quand l'état hydrique perturbe le métabolisme. Cela sous-entend qu'il y a des répercussions directes plus ou moins rapides sur la croissance des organes et leur développement. La première manifestation du stress hydriques chez une plante est le flétrissement mais des recherches ont montré qu'on ne peut se baser sur le flétrissement du feuillage pour détecter le stress, car les fonctions métaboliques sont affectées chez une plante stressée avant que le stress ne soit visible. Il faut avoir recours à des mesures au niveau de la plante, du sol ou à des estimations (Pindard, 2000).

2.2.2. Stress osmotique

Le stress osmotique est une circonstance défavorable, qui dérange ou est susceptible de perturber le fonctionnement physiologique normal de la plante, qui affecte la croissance immédiatement et est causée par le sel à l'extérieur des racines (MunnsetTester, 2008).

2.2.3. Stress salin

Le stress salin est un excès d'ions, en particulier, mais pas exclusivement, aux ions Na^+ et Cl^- . Le stress salin est dû à la présence de quantités importantes de sels potentiels hydriques. Il réduit fortement la disponibilité de l'eau pour les plantes, on parle alors de milieu "physiologiquement sec».

La quantité de sels dans le sol que les plantes peuvent supporter sans grand dommage pour leur culture, varie avec les familles, les genres et les espèces, mais aussi les variétés considérées. (Hopkins, 2003).

2.3. Effet du stress sur la plante

Le stress hydrique est un facteur qui peut impacter négativement la plante puisqu'il réduit l'activité photosynthétique des plantes, conditionne son développement et, si prolongé dans le temps, peut mener jusqu'à la mort de la plante.

Chapitre 02 . Effet du manque d'eau sur la culture de poivron

Les cellules reproductives souffrent du manque d'eau, la capacité de la plante à se reproduire en est affectée, ce qui menace la survie de l'espèce. Une des premières conséquences est la fermeture des stomates (petites structures situées dans les feuilles des plantes dont la principale fonction est la réalisation des échanges gazeux) (Noocity, 2023).

La qualité est, le rendement des grains peuvent être grandement affecté par le stress hydrique. Le niveau optimal de disponibilité de l'eau et nécessaires à la croissance et au développement des plantes, par conséquent. Entraver la croissance des plantes, inhibant ainsi l'absorption des nutriments par la plante (Uzoh et al., 2019).

Les principales modifications morphologiques, physiologiques et biochimique, induite par le stress hydrique sont résumé dans le tableau 5.

Tableau 05. Impacts du stress hydrique sur la morphologie, la physiologie et la biochimie de la plante.

Changements morphologiques	Changements physiologiques	Changements biochimiques
Réduction de la longévité des feuilles	Arrêt de la photosynthèse	Diminution de l'efficacité photochimique
Réduction de la surface foliaire	Augmentation du stress oxydatif	Diminution de la teneur en chlorophylle
Extension de feuille Limitée	Réduction du potentiel hydrique de feuilles	Production de glucides
Enroulement des feuilles	Réduction interne du CO ₂	Production d'espèces, réactifs de l'oxygène
Diminution du nombre de feuilles et de leur taille	Fermeture des stomates	Stress oxydatif
Réduction de la hauteur, des plantes et de la longueur de la tige	Augmentation de la température interne	Génération de polyamines
Augmentation du ratio, longueur de la racine / longueur de la tige	Diminution de la transpiration	Forte accumulation de proline
Diminution de la biomasse de la racine et de la tige	Diminution du contenu relatif en eau	

2.3.1. Sur la physiologie

Le déficit hydrique provoque des lésions membranaires et l'apparition de canaux remplis d'eau. Autrement dit les membranes deviennent très poreuses lorsqu'elles sont desséchées, une perte de sélectivité des membranes.

Lorsque les membranes sont réhydratées, ces canaux permettent une fuite très importante de solutés entre les compartiments ou dans l'espace extracellulaire.

La photosynthèse est sensible aux stress hydrique elle peut affectée de deux manières :

- D'abord la fermeture des stomates supprime normalement l'accès du chloroplaste à un apport de dioxyde de carbone d'origine atmosphérique.
- L'eau joue un rôle très important ; c'est un donneur primaire d'électrons pour le PSII.

Donc la photosynthèse diminue dans des conditions de stress hydrique et peut même s'annuler s'il devient sévère. Sous un stress hydrique, une diminution de la teneur en chlorophylle.

2.3. 2. Sur la croissance et le développement.

Avec une réduction de la croissance des organes préexistants. Ces modifications résultent d'une diminution de la vitesse de division des cellules constituant les tissus végétaux, Donc un cas de stress hydrique prolongé provoque la diminution de la surface foliaire.

2.3.3. Sur le rendement

La sécheresse est une des causes principales des pertes de rendement

2.4. Mécanismes d'adaptation de la plante

2.4.1. Adaptation phonologique

Pour éviter les périodes difficiles pour la croissance et le développement, certaines variétés accomplissent leur cycle de développement avant l'installation de la contrainte hydrique. Toutefois, la précocité est un mécanisme important de résistance dans ces conditions. Pour éviter la déshydratation des tissus en maintenant un potentiel hydrique peu variable, à l'aide d'un système racinaire profond et le contrôle des pertes par transpiration. Ainsi que par une tolérance remarquable de l'activité physiologique (Ben Naceur et al, 1999).

2.4.2. Adaptations morphologiques

L'effet de la sécheresse peut se traduire, selon la stratégie adaptative de chaque espèce ou variété, par des modifications morphologiques pour augmenter l'absorption d'eau et/ou pour diminuer la transpiration et la compétition entre les organes pour les assimilats. Ces modifications affectent la partie aérienne ou souterraine : réduction de la surface foliaire et du nombre de talles, enroulement des feuilles et/ou meilleur développement du système racinaire, ainsi que la réduction de la masse de matière sèche de la partie aérienne (Arbaoui, 2016).

2.4.3. Adaptation physiologique

2.4.3.1. Régulation stomatique

Lorsque l'évapotranspiration potentielle, déterminée par les caractéristiques atmosphériques, dépasse les capacités d'approvisionnement en eau de la plante, celle-ci réagit en fermant ses stomates pour éviter le dessèchement. Lorsque l'évapotranspiration potentielle, déterminée par les caractéristiques atmosphériques, dépasse les capacités d'approvisionnement en eau de la plante, celle-ci réagit en fermant ses stomates pour éviter le dessèchement (Laffray et Louguet, 1991). Ils sont constitués de deux cellules opposées qui peuvent se déformer sous l'effet des variations de la pression hydraulique interne et ouvrir ou fermer l'ostiole par laquelle s'échappe l'eau transpirée. Une diminution du potentiel hydrique du mésophile provoque la fermeture des stomates. L'hormone acide abscissique (ABA) semble jouer un rôle important dans la fermeture des stomates. Dans des conditions de stress hydrique, l'accumulation d'ABA dans un organe est principalement due à une augmentation de sa synthèse, mais elle peut également être due à une diminution de sa dégradation ou à une augmentation de sa concentration importer d'un compartiment différent (Cornic, 2008).

Les plantes sont classées en deux groupes :

- Les plantes iso hydriques, comme le maïs, ont des stomates qui se ferment rapidement en cas de manque d'eau. Cela permet d'économiser l'eau disponible dans le sol, mais provoque un déclin précoce de la photosynthèse.
- Les plantes anis hydriques, comme le tournesol, gardent leurs stomates ouverts jusque tard dans la journée. Lorsque le sol s'assèche, le statut hydrique des tissus de ces plantes a tendance à suivre.

Une autre méthode pour éviter la sécheresse semble être la densité stomatique. En effet, la sélection de plantes à faible densité stomatique serait un moyen efficace et logique de trouver des cultivars résistants au stress hydrique après avoir étudié l'effet de la densité stomatique sur la transpiration, la photosynthèse et la résistance stomatique chez 05 variétés d'orge.

2.4.3.2. Teneur relative en eau foliaire

La teneur relative en eau est une signification physiologique directe de l'état hydrique de la plante. C'est un paramètre physiologique qui indique la résistance d'une espèce au stress hydrique. La capacité à extraire l'eau du sol et à limiter les pertes d'eau par transpiration sont toutes deux liées au maintien d'un potentiel hydrique élevé (Turner, 1986). Les génotypes avec un ERR élevé pendant le stress hydrique sont probablement les plus tolérants et les plus productifs. La corrélation positive entre la teneur en eau relative et la biomasse accumulée indique que l'accumulation de biomasse sous stress dépend généralement de la teneur en eau des feuilles.

Chez *Arganiaspinosa* lorsqu'est exposée à un stress hydrique, la teneur relative en eau des feuilles augmente de 55,09 pour cent à 77,82 pour cent. Cette augmentation est due à une fermeture progressive des stomates, qui aide à maintenir la turgescence des feuilles de la plante pour tolérer la déshydratation, cependant, des chercheurs proposent la teneur en eau relative comme critère de sélection pour sélectionner les lignées tolérantes à l'eau (Clarke et al., 1991).

2.4.3.3. Maintien de l'intégrité membranaire

D'autres mécanismes, tels que l'élasticité membranaire, la réduction de la taille des cellules et la résistance protoplasmique, peuvent également être impliqués dans le maintien de la turgescence cellulaire. Cette dernière dépend de la capacité des cellules à résister aux dommages mécaniques et à la dénaturation des protéines au niveau membranaire ou cytoplasmique (Gaff, 1980).

L'un des mécanismes de résistance à la sécheresse les plus efficaces chez les plantes est la tolérance de la membrane cellulaire au stress hydrique. Il a été lié à la performance des génotypes au champ sur diverses espèces végétales, en particulier les légumineuses (Vasquez-Tello et al., 1990).

Le mécanisme de tolérance à la sécheresse le plus évident et probablement le plus efficace chez l'arachide reste l'intégrité de la membrane. Les différences variétales mises en évidence nous permettent de caractériser les variétés les plus résistantes à la sécheresse en fonction de leur capacité à maintenir l'intégrité des tissus en conditions de sécheresse. Le but de ce comportement n'est pas seulement d'améliorer la capacité de la plante à résister à la déshydratation, mais aussi de favoriser sa capacité à récupérer à la fin de la sécheresse (Annerose, 1990).

La prise en compte des résultats obtenus tant au niveau cellulaire qu'au niveau de la plante entière apparaît nécessaire pour une meilleure compréhension de la complexité des mécanismes permettant à la plante de résister au stress et constitue à notre avis une stratégie essentielle dans ce type d'étude de recherche (Bajji et al, 2000).

2.5. Solutions apportées

Il existe plusieurs solutions pour protéger votre récolte contre le stress hydrique

2.5.1. La sélection variétale

Tous les végétaux ne sont pas égaux face au stress hydrique. En fait, les plantes ont développé plusieurs stratégies pour survivre au manque d'eau

✓ L'évitement

La plante réalise son cycle végétatif en dehors des périodes de sécheresse.

✓ L'esquive

La plante développe son système racinaire ou réduit sa transpiration en refermant une partie de ses stomates.

✓ La tolérance

Certaines plantes sont naturellement résistantes au stress hydrique et parviennent à préserver leur surface foliaire, même lorsque l'eau se fait rare.

2.5.2. Les leviers agronomiques

Sur le plan agronomique, plusieurs bonnes pratiques permettent de réduire la sensibilité des végétaux au stress hydrique, et de conserver l'eau dans les sols.

➤ Les dates de semis

C'est souvent durant la phase de floraison que vos cultures sont le plus sensibles au manque d'eau. Et tout stress hydrique prolongé durant cette période risque d'avoir un impact fort sur le nombre de grains.

Par contraste, un stress tardif n'impactera que le remplissage des graines, et sera donc moins préjudiciable. Alors pour éviter d'exposer que la période de floraison ne se déroule pendant l'été, lorsque le risque de stress hydrique est élevé, de nombreux agriculteurs font le choix d'avancer leurs dates de semis.

➤ Le désherbage

Les adventices présents sur vos parcelles peuvent entrer en concurrence avec la culture en place pour les ressources en eau et en éléments minéraux. A terme, cela peut se traduire par une réduction de la vigueur, voire une baisse du rendement. Pour préserver vos plantes contre le stress hydrique, vous pouvez appliquer des traitements localisés, ou recourir au désherbage mécanique.

• Les rotations culturales

Afin de maximiser la capacité de rétention de vos sols, veillez à diversifier vos rotations culturales, en introduisant par exemple des cultures intermédiaires, ou des couverts associés. Vos sols seront plus riches, mieux structurés, et vos cultures auront de meilleures chances de résister au stress hydrique.

2.5.3. Les sondes de pilotage de l'irrigation

Pour lutter contre le stress hydrique, il faut d'abord le mesurer. Et les sondes de pilotage de l'irrigation sont l'un des meilleurs outils pour y parvenir.

Concrètement, des capteurs sont installés au plus près de vos cultures, et mesurent la disponibilité en eau des sols en temps réel. Les données sont ensuite transférées vers votre téléphone ou votre ordinateur. Ainsi, vous savez d'un simple coup d'œil si vos plantes ont suffisamment d'eau, et vous pouvez optimiser vos irrigations. Dans le détail, il existe deux principaux types de sondes pour suivre le risque de stress hydrique sur vos parcelles

2.5.3.1. Les sondes capacitives

Elles mesurent la teneur en eau volumique, c'est-à-dire la part d'eau contenue dans un volume de sol donné. La valeur est traduite en un pourcentage d'humidité du sol.

2.5.3.2. Les sondes tensiométriques

Elles mesurent le potentiel hydrique matriciel, c'est-à-dire la force que doivent exercer les racines pour extraire l'eau du sol. Le résultat est exprimé en kpa. Plus la valeur est élevée, plus la tension est forte, et moins il y a d'eau disponible pour les plantes.

2.5.4. Les outils d'aide à la décision :

Autre solution : il existe aujourd'hui des outils d'aide à la décision (OAD) capables de modéliser les besoins en eau d'une culture en fonction de paramètres agro-météo comme :

- La pluviométrie
- L'évapotranspiration
- La Réserve Facilement Utilisable (RFU)
- Et le stade cultural

Ces outils sont appelés des bilans hydriques, et ils permettent de suivre l'état de la réserve en eau de vos sols. Ainsi, vous savez OÙ et QUAND vos plantes ont besoin d'eau. Et vous pouvez lutter efficacement contre le déficit hydrique.5. Les bio-stimulants

En vue de lutter contre les stress abiotiques, comme le gel, le vent ou la sécheresse, de plus en plus d'agriculteurs s'intéressent aux bio-stimulants. Ces substances, souvent issues de composés naturels, sont conçues pour booster le développement des plantes, même en conditions difficiles.

Une molécule, en particulier, a permis d'obtenir de premiers résultats encourageants contre le stress hydrique. Il s'agit des phytostérols, une substance qui prépare la plante au manque d'eau. Elle provoque notamment le resserrement des stomates, et stimule la croissance des racines.

Deuxième Partie

Partie Expérimentale

Partie Expérimentale

1. Objectif de l'essai

Le but de notre expérience est d'étudier de l'effet de deux doses d'eau (50 et 100%) sur le comportement morpho-physiologie de la plante du poivron "*Capsium annuum. L.*".

2. Matériel et méthodes

2.1. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé pour l'étude est le poivron *Capsicum annuum L.* variété Magister (Figure 01). Cette variété présente les caractéristiques suivantes :

- Haute et vigoureuse mesure entre 50 et 75 cm de haut avec de grandes feuilles vert foncé.
- Son fruit est en forme de flèche, mesurant 8 à 9 cm de largeur et 20 à 22 cm de longueur.
- Cette variété est très populaire parmi les agriculteurs de Mostaganem et est une variété à haut rendement.



Figure 01. Poivron de la variété magister hybride 1 (Originale, 2023)

Partie Expérimentale

2.2. Méthode d'étude

2.2.1. Expérimentation

2.2.1.1. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental est un dispositif de type BAC (bloc aléatoire complet), comportant 1 variété de poivron disposée en 3 blocs, chaque bloc comporte 10 plantes. L'essai représente au total 30 plantes. Le dispositif mesure 6 m de long et 4,70 m de large soit une superficie totale de l'essai de 28,2 m² (Figure 02).

Les traitements utilisés consistent en 2 différentes doses d'irrigation (100% et 50%) en 3 répétitions.



Figure 02. Plantation des plantes de poivron sous serre (originale 2023)

Partie Expérimentale

Bloc A	V 100%	V 50%
	V 100%	V 50%
	V 100%	V 50%
	V 100%	V 50%
	V 100%	V50%

Bloc B	V 50%	V 100%
	V 50%	V 100%
	V 50%	V 100%
	V 50%	V 100%
	V 50%	V 100%

Bloc C	V 100%	V50%
	V 100%	V 50%
	V 100%	V 50%
	V100%	V 50%
	V 100%	V 50%

- Variété de poivron Magister : 1
- 2 doses d'eau : 50 et 100% de CRE du sol
- 3 Blocs : A; B; C. (distribution aléatoire).
- Répétitions: 3 répétitions.
- Le type d'ANOVA : 1 facteur.
- 10 plantes dans chaque bloc
- La surface : 28.2 m (6m de longueur et 4.70 m de largeur).

Partie Expérimentale

2.2.2. Itinéraire culturel

2.2.2.1. Préparation du sol

Les opérations culturales ont été réalisées selon le calendrier suivant :

- Un labour a été effectué par une charrue à soc le 02/01/2023
- Un travail superficiel du sol par un covercrop le 14/01/2023
- Préparation des linges (billons) par une billonneuse le 14/01/2023

2.2.2.2. Transplantation des plantes

Les graines de poivron ont germé dans "la pépinière Sirat", où elles sont restées environ 15 jours, puis elles ont été transplantées à la pépinière "Mazagran " pour être plantées dans la serre (Figure 03).



Figure 03.Serre expérimentale de FIRMA de Mazagran (Originale, 2023)

La plantation a été faite sous serre le 16 Janvier 2023. Les plants de poivron ayant de 5-9 cm de hauteur et de 3 à 4 cm de diamètre.

Partie Expérimentale

2.2.2.3. Irrigation

Le système d'irrigation goutte à goutte a été choisi par l'exploitation agricole de Mazagran pour la conduite de notre expérience (Figure 04).



Figure 04. L'irrigation par goutte à goutte (Originale, 2023)

2.2.2.4. Fertilisation

Avant la mise en place de l'essai, la parcelle a reçu de la matière organique sous forme de fumier organique. Après la transplantation des plants, nous avons attendu de stade floraison pour apporter n engrais liquide acheté du commerce composé de 45%de phosphore ;55%de potassium et de matière organique (Figure 05).

- Il favorise la croissance des racines.
- Augmente les nœuds et la stabilise.
- Améliore la qualité des fruits.
- Et donne à la plante la capacité de résister à la sécheresse et aux maladies fongiques.

Partie Expérimentale



Figure 05. Engrais El RAED(originaire 2023)

- **Mode d'application**

Selon les recommandations du fournisseur du produit, nous avons déduit la dose d'engrais à vaporiser sur les feuilles (Figure 06).

Nous avons : 200 L de l'eau : 250 ml de fertilisant

$$X \text{ pour } 50 \text{ ml}$$

$$X=200 \times 50 / 250 = 40 \text{ litres d'eau}$$

Donc on prend 50 ml de produit fertilisant liquide dans 40 litres d'eau.

* La superficie de notre parcelle d'expérimentation est de 28,2 mètre carré.

*Selon la méthode d'utilisation dans le produit:

3,5 litres pour 1000 mètre carré

$$X \text{ pour } 28,2 \text{ mètre carré}$$

$$X=3,5 \times 28,2 / 1000 = 0,098 \text{ litre/mètre carré}$$



Figure 06. Vaporisation du fertilisant sur les feuilles (Originale, 2023)

2.2.2.5. Désherbage

L'opération de désherbage a été effectuée manuellement dès la transplantation des plants dans la serre. Cette technique a été répétée tous les trois jours.

2.2.3. Application de stress hydrique

Le stress hydrique a été appliqué au stade floraison, deux doses d'eau de 50 et 100 % de la capacité de rétention de notre sol avec une fréquence de deux fois par semaine et ceci pendant deux semaines. A la fin de ces deux semaines, nous avons sacrifié des plants pour les échantillonnages afin d'entreprendre aux analyses.

2.2.3.1. Calcul de la capacité de rétention

- CRE : capacité de rétention
- Ph : poids humecté
- PS : poids sec

Partie Expérimentale

Au début, le calcul de la capacité de rétention d'eau de sol est obligatoire, afin de déterminer la CRE nous avons procédé à l'expérience suivante :

On a pris 100 g de terre de notre parcelle mis dans un récipient qui représente le poids sec (PS=100g), on a rempli d'eau jusqu'au débordement du récipient rempli de terre qui est laissé 24 heures se décanté puis pesé pour déterminer le poids humecté (Ph= 160g). Afin de déterminer la capacité de rétention en eau de notre sol, nous avons assimilé la CRE à la teneur en eau puisque notre parcelle est petite de 28,2 m², cette CRE est déterminée selon les calculs suivant :

$$CRE = \frac{Ph - PS}{PS} \times 100$$

$$CRE = \frac{160 \text{ g} - 100 \text{ g}}{100 \text{ g}} \times 100$$

$$CRE = 60\%$$

2.2.3.2. Calcul de la dose d'eau

Nous avons supposé que la plante occupe un volume de terre de 3 kg, d'où la dose d'eau apporté par plant est de :

Physiologiquement, la plante a besoin de 30% d'eau de la CRE au début de sa croissance et de 60% de la CRE au stade de floraison. La capacité de rétention du volume de la plante est de :

$$3000 \text{ g} \times 60 / 100 = 1800 \text{ g} = 1800 \text{ ml}$$

Au stade floraison 60%, les calculs de la dose d'irrigation ont donné :

Pour 100% de la capacité de rétention, nous avons : $1800 \times 60 / 100 =$ à peu près 1 litre.

La dose de 50% est de : $1800 \times 50 / 100 =$ à peu près 0.5 litre.

Donc, la dose calculée de 50% est 0.5 litre ; la dose de 100% est de 1 litre.



Figure 07. Irrigation manuelle avec deux dose 50% et 100%(Originale, 2023) .

2.5. Paramètre mesurés

2.5.1. Paramètres physiologiques

2.5.1.1. Contenu relatif en eau foliaire (CREf)

Des morceaux de feuilles fraîches de 1 à 2 grammes qui représentent le poids frais (PF). Puis le tout a été mis dans des boîtes de pétri remplis d'eau distillée. Après 24 heures, la pesée a été effectuée pour déterminer le poids de turgescence (Pt). Enfin, pour déterminer le poids sec, les échantillons ont été mis dans l'étuve à 100 ° C pendant 2 h pour déterminer leur poids sec (PS) (Junaid et al., 2023). Les valeurs du CRE ont obtenus en calculant selon la formule suivante :

$$\text{CRE} = \frac{(\text{PF} - \text{PS})}{(\text{PT} - \text{PS})} \times 100$$

Partie Expérimentale



Figure 08. Préparation des disques foliaires (Originale, 2023).



Figure 09. Disques dans la boîtes de pétri remplis d'eau distillée bondant 24 h (Originale 2023).



Figure 10. Après 2 heures dans l'étuve à 100°C (Originale, 2023).

Partie Expérimentale

2.5.1.2. Teneur en eau totale (TET)

La méthode de calcul de la teneur en eau totale dans la plantes de poivron est généralement basée sur le pourcentage de poids de l'eau dans la plante. Pour ce faire, nous avons effectué la pesée d'un plant de poivron frais entier (poids frais : PF), puis il a été mis à l'étuve à 105°C pendant 24h pour déterminer le poids sec (PS). Pour calculer la teneur en eau totale nous avons appliqué la formule suivante :

$$\text{TET} = (\text{PF} - \text{PS}) / \text{PS} \times 100$$



Figure 11. Plante (50% et 100%) de poivron dans l'étuve à 105°C pendant 24h (Originale, 2023).

Partie Expérimentale

2.5.1.3. Teneur en chlorophylle dans les feuilles

Le taux de chlorophylle dans les feuilles du poivron a été déterminé selon une extraction et un dosage selon le protocole suivant :

Extraction : 2,5 grammes de feuilles dans un mortier sont broyées à l'aide d'un pilon avec un peu de sable fin qui permet un broyage efficace. Puis on ajoute progressivement 30 ml d'alcool à 90° (solvant des pigments) et continuer à broyer jusqu'à à obtention d'un liquide résiduel de couleur foncée. Puis on filtre le contenu du mortier sur papier filtre dans un entonnoir au-dessus d'un bécher entouré de papier d'aluminium. Enfin, on place le liquide obtenu dans un bécher enveloppé avec de l'aluminium pour éviter une dégradation des pigments, puis placé à l'obscurité.

Dosage : Pour déterminer la densité optique du surnageant du liquide extrait. Nous avons utilisé le spectrophotomètre sous trois longueurs d'onde (470 nm, 646 nm et 663 nm).

Le taux de chlorophylle a été déterminé en suivant la formule suivante (Junaid et al., 2023):

$$\text{Chl a (mg/g)} = 12.7 (A663) - 2.69 (A645)$$

$$\text{Chl b (mg/g)} = 22.9 (A645) - 4.68 (A663)$$

$$\text{Chlt (mg/g)} = 22.9 (A645) - 4,68 (A663)$$

$$\text{Chlorophylle a (mg/g)} = \text{Chl a}$$

$$\text{Chlorophylle b (mg/g)} = \text{Chl b}$$

$$\text{Chlorophylletotale (mg/g)} = \text{Chl t}$$



Figure 12. l'extrais des chlorophylles de deux dose 50% et 100% (Originale, 2023).

2.5.2. Paramètres morphologiques

La longueur de la tige, de la racine et la plante a été mesurée en centimètre afin de déterminer l'effet du stress hydrique sur la morphologie de la plante. Le deuxième caractère celui du fruit a été pris en considération pour voir aussi l'effet du manque d'eau sur les composantes du fruit à savoir le nombre, le calibre et le poids des fruits et le rendement par plant.

3. Analyse statistique

Les données récoltées ont été analysées avec l'analyse de variance à 1 facteur. Les moyennes calculées ont été comparées à l'aide du test de student à $p=0.05$.

Troisième partie
Résultats et discussion

1. Interprétation des résultats

1.1. Longueur de la tige, racine et hauteur de la partie aérienne

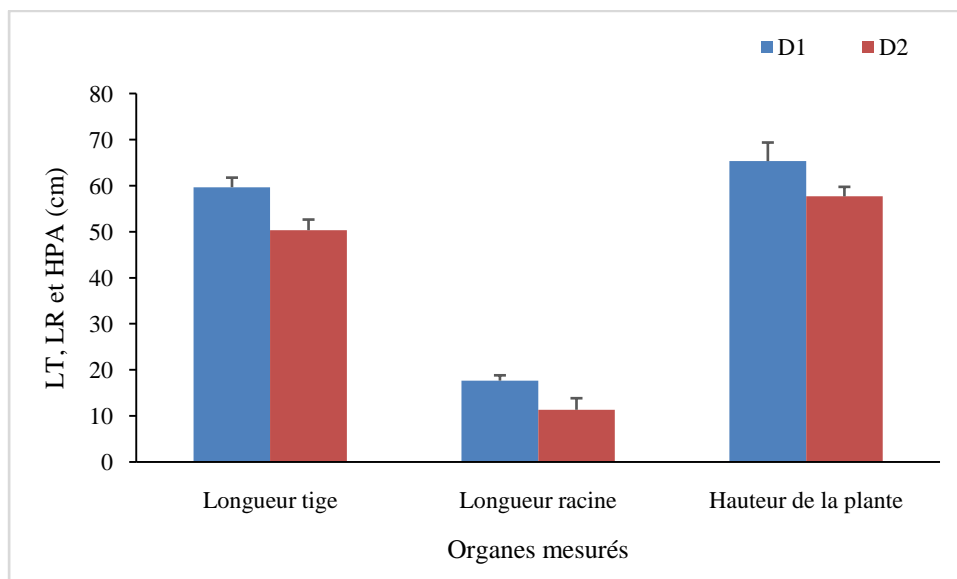


Figure 1. Longueur de la tige, racine et hauteur de la partie aérienne de la variété de poivron magister F1 stressée au manque d'eau.

Les résultats obtenus de la longueur des racines de la variété magistère ont montré une influence du manque d'eau (Figure 1). La dose de 100% a enregistré un LR de 17,67% contre 13,33% pour la dose de 50%. Les calculs statistiques ont signalé qu'il existe une différence significative entre les doses d'eau à $p < 0,05$ (Tableau 1).

Les résultats obtenus de la longueur des tiges de la variété magister ont montré une influence du manque d'eau (figure 1). La dose de 100% a enregistré un LT de 64,33 % contre 49% pour la dose de 50%. Les calculs statistiques ont signalé qu'il existé une différence significative entre les dose d'eau à $p < 0,05$ (Tableau 1).

Cependant, la hauteur de la plante a eu un effet néfaste sous le stress hydrique, les résultats enregistrés ont donné 65,33 cm chez D1 contre 57,67 cm chez (Figure 1). L'étude statistique a désigné que la différence est significative (Tableau 1).

Résultats et discussion

Tableau 1. ANOVA à 1 facteur à $p < 0,05$ Longueur de la tige, racine et hauteur de la partie aérienne de la variété de poivron magister F1 stressée au manque d'eau.

Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Longueur tige	130,6666667	1	130,6666667	27,03448276	0,006518519	7,708647422
Longueur racine	60,16666667	1	60,16666667	15,69565217	0,016652895	7,708647422
Hauteur	88,16666667	1	88,16666667	8,532258065	0,043200149	7,708647422

1.2. Nombre des fruits par plant

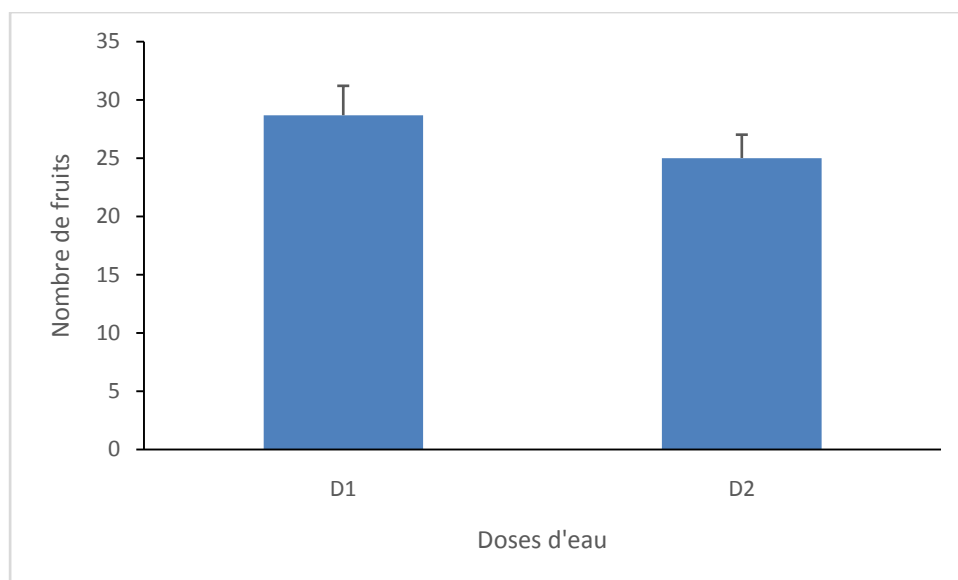


Figure 2. Nombre de fruits par plant de la variété de poivron magisters F1 stressée au manque d'eau.

Les résultats obtenus ont signalé que le nombre des fruits de la variété de magister a diminué sous l'influence du manque d'eau (Figure 2). La dose de 100% a enregistré un nombre de fruits de 28.67% contre 22.33% pour la dose de 50%.

Les calculs statistiques ont signalé qu'il existe une différence non significative entre les doses d'eau à $p > 0.05$ (Tableau 2).

Résultats et discussion

Tableau 2. ANOVA à 1 facteur à $p > 0.05$ du nombre de fruits par plant de la variété de poivron magister F1 stressée au manque d'eau.

Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	20,16666667	1	20,16666667	3,903225806	0,119393404	7,708647422
A l'intérieur des groupes	20,66666667	4	5,166666667			
Total	40,83333333	5				

1.3 Calibre du fruit

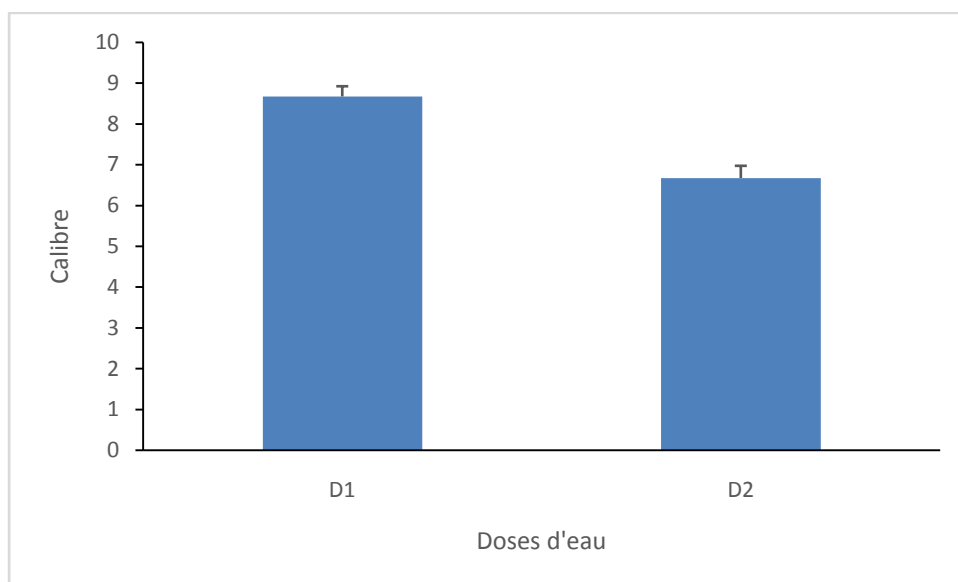


Figure 3. Calibre du fruit de la variété de poivron magister F1 stressée au manque d'eau.

Les résultats obtenus ont montré que le calibre des fruits de la variété de magister a diminué sous l'influence du manque d'eau (Figure 3). La dose de 100% a enregistré un calibre de fruits de 8,67 contre 6,67 pour la dose de 50%.

Les calculs statistiques ont signalé qu'il existe une différence hautement significative entre les doses d'eau à $p < 0.01$ (Tableau 3).

Résultats et discussion

Tableau 3. ANOVA à 1 facteur à $p < 0.01$ du calibre du fruit de la variété de poivron magister F1 stressée au manque d'eau.

Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	6	1	6	76,59574468	0,000939414	7,708647422
A l'intérieur des groupes	0,313333333	4	0,078333333			
Total	6,313333333	5				

1.4. Poids du fruit

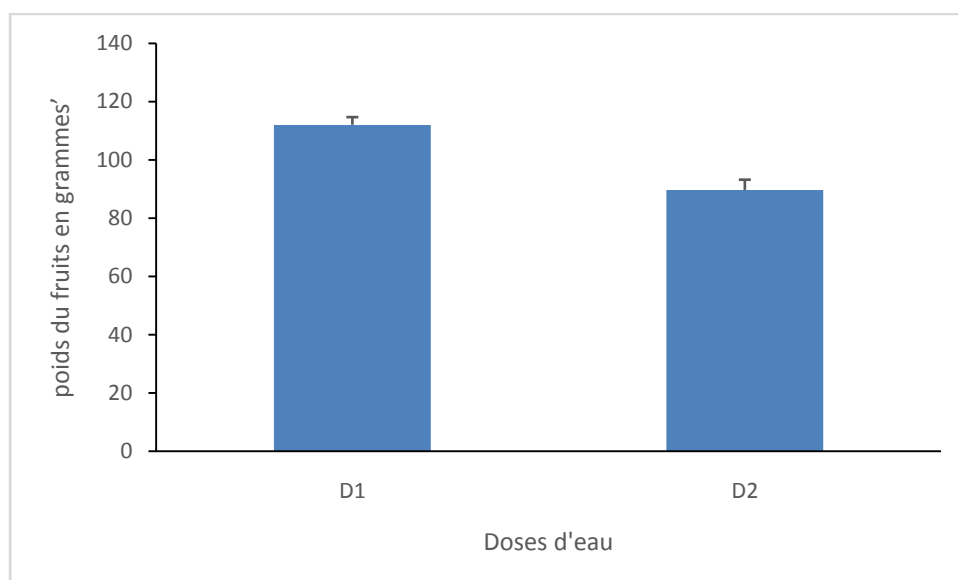


Figure 4. Poids du fruit en grammes de la variété de poivron magister F1 stressée au manque d'eau.

Les résultats enregistrés dans la figure 4 ont exprimé un poids des fruits 112 grammes par la dose de 100% contre 89,67 grammes par la dose de 50% (Figure 4). La dose de 100% a enregistré un nombre de fruits de 28.67% contre 22.33% pour la dose de 50%.

Les calculs statistiques ont signalé qu'il existe une différence hautement significative entre les doses d'eau à $p < 0.01$ (Tableau 4).

Résultats et discussion

Tableau 4. ANOVA à 1 facteur à $p < 0.01$ poids du fruit de la variété de poivron magister F1 stressée au manque d'eau.

Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	748,1666667	1	748,1666667	77,39655172	0,000920864	7,708647422
A l'intérieur des groupes	38,66666667	4	9,666666667			
Total	786,8333333	5				

1.5. Rendement par plant

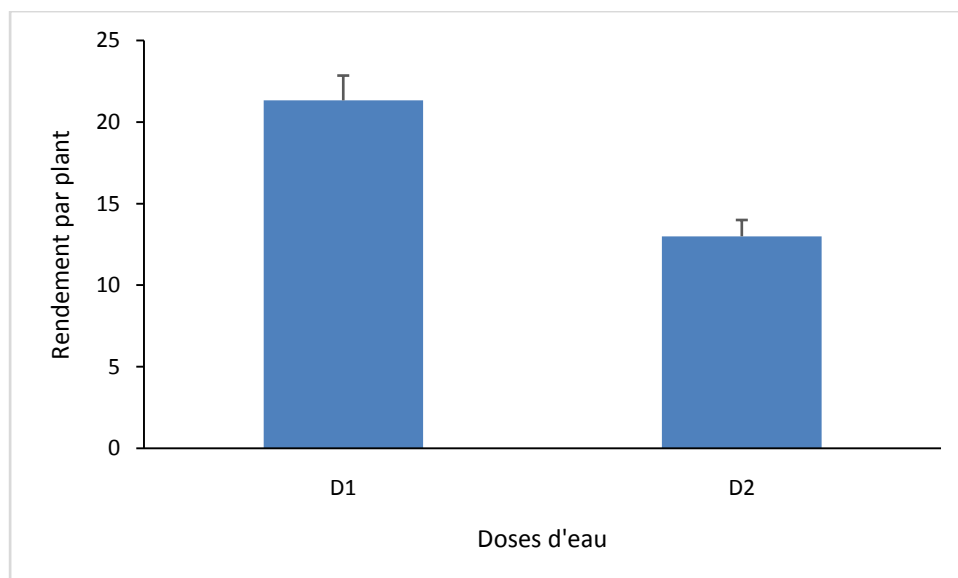


Figure 5. Rendement de fruits par plant de la variété de poivron magister F1 stressée au manque d'eau.

Les résultats obtenus ont montré que le rendement des fruits par plant de la variété de magister a diminué sous l'influence du manque d'eau (Figure 5). La dose de 100% a enregistré un rendement de 21,33 grammes contre 13 % pour la dose de 50%. Les calculs statistiques ont signalé qu'il existe une différence significative entre les doses d'eau à $p < 0.05$ (Tableau 5).

Résultats et discussion

Tableau 5. ANOVA à 1 facteur à $p < 0.05$ rendement par plant de la variété de poivron magisterF1 stressée au manque d'eau.

Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	104,1666667	1	104,1666667	62,5	0,001384938	7,708647422
A l'intérieur des groupes	6,666666667	4	1,666666667			
Total	110,8333333	5				

2. Paramètres physiologiques

2.1. Teneur en eau totale

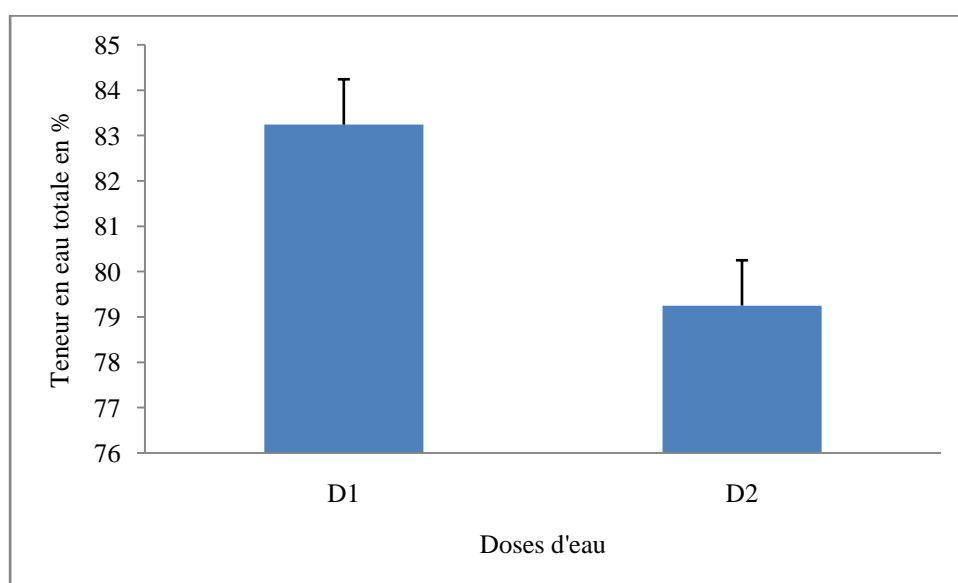


Figure 6. Teneur en eau totale de la variété de poivron Magister stressée au manque d'eau au stade floraison

La figure 6 exprime l'effet du manque d'eau sur la teneur en eau totale, ainsi nous enregistrons les valeurs de 83,24% en D1 (100%) par rapport 79,25% en D2 (50%).

L'étude statistique révèle qu'il existe une différence significative entre les traitements.

Résultats et discussion

Tableau 6. ANOVA à 1 facteur de la teneur en eau totale du poivron stressé au manque d'eau

Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	23,92006667	1	23,9200667	11,5675092	0,0272496	7,70864742
A l'intérieur des groupes	8,271466667	4	2,067866667			
Total	32,19153333	5				

2.2. Contenu relatif en eau dans les feuilles

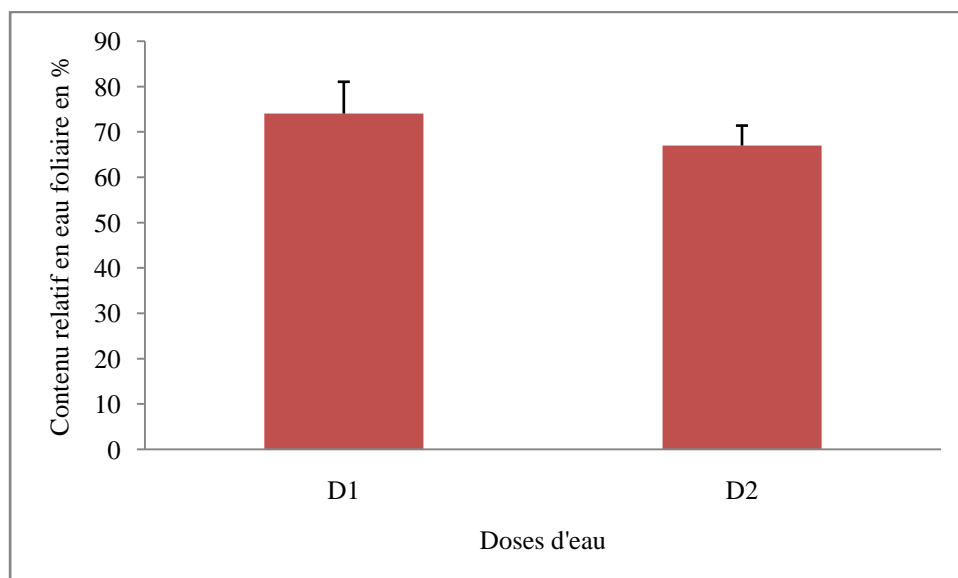


Figure 7. Contenu relatif en eau foliaire du poivron « variété Magister » stressée au manque d'eau au stade floraison.

Les résultats obtenus du contenu relatif en eau foliaire de la variété Magistère ont montré une nette influence du manque d'eau (Figure 7). La dose de 100% a enregistré un CREf de 74,05 % contre 67,01 % pour la dose de 50%. Les calculs statistiques ont signalés qu'il existe une différence non significative entre les doses d'eau à $p > 0.05$.

Résultats et discussion

Tableau 7. ANOVA à 1 facteur du contenu relatif en eau foliaire de la variété du poivron stressée au manque d'eau.

Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité pour F	Valeur critique pour F
Entre Groupes	74,44099267	1	74,4409927	2,17380284	0,2143934	4 7,70864742
A l'intérieur des groupes	136,9783707	4	34,2445927			
Total	211,4193633	5				

2.3. Taux de chlorophylle dans les feuilles

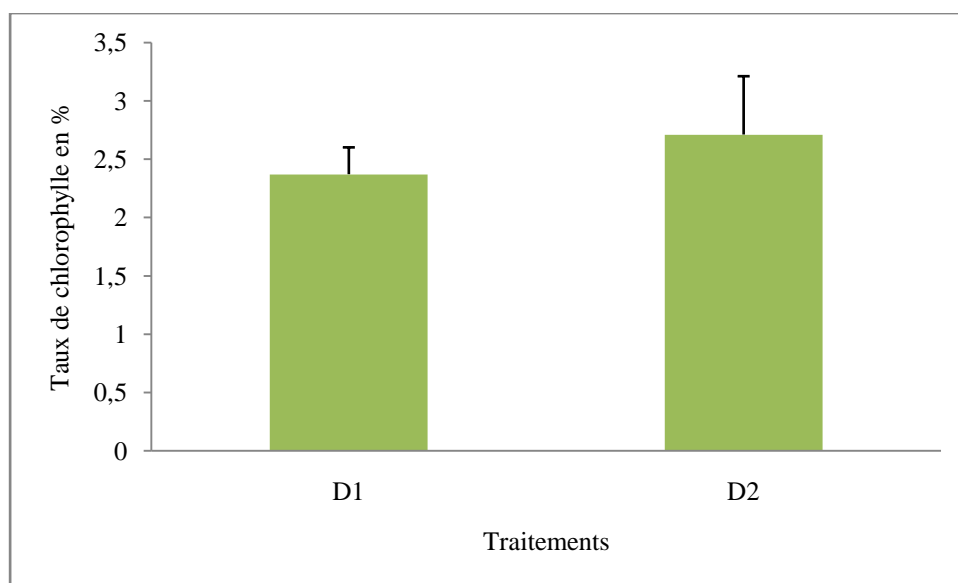


Figure 8. Taux des chlorophylles de la variété de poivron « Magister » stressée au manque d'eau au stade floraison.

Le taux de chlorophylle augmente avec la baisse de la quantité d'eau apportée au stade floraison (Figure 08). Nous observons que la dose de 100% (2,37%) a donné moins de chlorophylle que la dose de 50% avec (2,71%). Les calculs statistiques ont signalé qu'il existe une différence hautement significative entre les doses d'eau à $p < 0.01$ (Tableau 8).

Résultats et discussion

Tableau 8. ANOVA à 1 facteur de chlorophylle da la variété de poivron stressée au manque d'eau.

Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	0,198016667	1	0,198016667	73,79503106	0,001008897	7,708647422
A l'intérieur des groupes	0,010733333	4	0,002683333			
Total	0,20875	5				

Discussion

La disponibilité de l'eau est l'un des facteurs les plus importants qui aident à construire une croissance complète et bonne pour toutes les plantes. Dans l'expérience que nous avons menée sur le poivron en l'exposant au stress hydrique, les résultats ont montré que les paramètres physiologiques et morphologiques du poivron ont été affectés.

L'effet de la carence en eau a directement affecté la morphologie de la plante, entraînant une diminution et une croissance lente de la longueur des racines, de la tige et de la hauteur de la plante dans le groupe de 50%. Le déficit hydrique a diminué la hauteur de la plante et la longueur des tiges dans de nombreuses espèces végétales (Junaid et al., 2021).

Le stress dû à la sécheresse entraîne **une teneur en eau totale** plus faible, ce qui entraîne des pertes de rendement ; il en résulte également un faible potentiel hydrique des feuilles (Junaid et al., 2021). Nos résultats sont similaires où la teneur en eau totale et le contenu relatif en eau ont diminué dans le groupe stressé (50% de la capacité de rétention) par rapport au témoin (100% de la CR). L'analyse du bilan hydrique de la plante teneur permet de décrire d'une manière globale, le statut hydrique en réponse au stress hydrique, et d'évaluer l'aptitude à réaliser une bonne osmorégulation, et maintenir une turgescence cellulaire. Une diminution de la teneur en eau relative indique la gravité de la déshydratation, alors que l'ajustement osmotique peut échouer à maintenir la turgescence dans les tissus affectés (AinaouietLafala, 2016).

Pendant un stress hydrique, la teneur en eau totale de la plante diminue en raison de la perte d'eau excessive par rapport à l'apport en eau. La teneur en eau relative diminue également car la quantité d'eau disponible diminue par rapport à la quantité maximale que les tissus pourraient contenir. Ces diminutions indiquent un état de déshydratation et sont des signes de stress hydrique chez les plantes.

Dans cette expérience, nous avons obtenu une augmentation du taux de chlorophylle dans le groupe exposé à un manque d'eau (50 % de CR), par rapport au groupe à (100 % de CR). De plus, (Junaid et al. 2021) ont décrit que dans des conditions climatiques à faible humidité, des teneurs réduites en chlorophylle et certaines plantes montrent une tolérance à la sécheresse et maintiennent leur teneur en chlorophylle en cas de stress ; il a également été signalé précédemment dans des cultivars de soja et de pomme de terre.

Résultats et discussion

Ainsi lorsque le pourcentage de chlorophylle a augmenté, cela a montré que le poivron en période de stress hydrique était capable d'y résister, donc la variété magister hybride F1 de poivron était résistante.

Selon plusieurs auteurs, la présence des pigments photosynthétiques plus élevés en cas de pénurie d'eau, alors que la capacité de maintenir la teneur en chlorophylle peut différer selon le génotype, la durée et la férocité de stress. L'augmentation de la teneur en chlorophylle totale est le résultat d'une diminution de la taille des cellules foliaires sous l'effet du stress hydrique, qui produit des concentrations élevées (Djilani et Zaimeche,2022).

Conclusion

Conclusion

Le stress hydrique est l'un des plus grands obstacles au développement et à la maturation des plantes. L'eau étant d'une grande importance dans la production végétale, sur cette base, nous avons mené une expérience dont le but est d'étudier l'effet du manque d'eau sur la morphologie et la physiologie du poivron variété magister hybride 1.

Nous avons utilisé deux doses d'eau (100% et 50% de la capacité de rétention) sur le poivron au stade de la floraison. Les résultats ont été une nette diminution de la quantité d'eau totale et relative pour le poivron dans le groupe exposé au stress hydrique. Quant au taux de chlorophylle, il était élevé dans le groupe carencé en eau par rapport au groupe (100% CR), car le poivron de la variété magister hybride 1 a montré une résistance au stress en période de carence en eau. Il s'agit des paramètres physiologiques.

Pour les paramètres morphologiques, les changements internes de la plante sont apparus sur la formation externe de la plante. La diminution de la quantité d'eau contenue à l'intérieur de la plante a affecté la croissance normale de la tige, des racines et de la hauteur du poivron. , ce qui a entraîné une diminution notable de la hauteur et un ralentissement de la croissance dans le groupe (50 % CR). Même le nombre, le poids et la calibre des fruits étaient faibles dans le groupe (50% CR) en raison du manque d'eau, ce qui contribue à la pleine maturation des fruits et à leur augmentation de taille. Les résultats ont également montré une diminution de rendement par plante en raison du manque d'eau.

Par conséquent, en raison de la grande importance de l'eau pour les plantes, et parce que le manque d'eau est devenu un problème et un obstacle dans le domaine agricole, et comme les attentes des expériences à venir pour trouver des variétés de plantes différentes plus capables d'affronter et de résister au stress hydrique.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- Ainaoui, S et Lafala, Z ., 2016.** Etude comparative de l'effet du stress hydrique sur le comportement de quatre géotypes de blé dur (*triticum durum Desf.*). Mémoire présenté en vue de l'obtention de diplôme de master : sciences biologiques, Biologie et génomique végétale, Université des Frères Mentouri Constantine, p 10.17.18.
- Couture, S.** Aspects dynamiques et aléatoires de la demande en eau d'irrigation. Thèse de L'Université des sciences de Toulouse. 386 p.
- Dembélé, M.,2021.** Effet de la zone géographique de savoir- faire et des techniques culturales sur les propriétés physico-chimique, nutritionnelles et sensorielles de poivron provenant de deux ragions de Mostaganem. Master de fin d'études : science Agronomie, contrôle de qualité des aliments, université de Mostaganem, p 16-17.
- Djilani, O et zaimcege, KH., 2022.**Aspect morpho-physiologique et moléculaire de la tolérance de deux variétés de blé dur aux stress hydrique et thermique. Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de master : Biotechnologique, Biotechnologie et génomique végétal, Université des Frères Mentouri Constantine, p 48-53.
- DSA,2015.**Données statistiques de la direction des services agricoles de Mostaganem
- Ducreux., 1975.** Les nouvelles techniques en Agronomie
- El Hocine F.,2014.** Effet d'un biofertilisant sur la croissance et le développement de *capsicum annumm .L* (poivron et piment) cultivé sous serre, mémoire de fin d'études : Biotechnologies, Biotechnologie végétale, Université de Blida-1, p 5-10.
- FAO, 2015.** Foods and Agriculturals Oeganisation, Statistique agricole.
- HOPKIN W.G.,2003.** Physiologie végétale. 2éme édition. De Boeck, Bruscelles:476 p
- ITCMI., 2001.** «Guide pratique de la culture du piment sous serre ». Ed, institut technique des cultures maraichères et industrielle ITCM.
- ITCMI.,2010.** « Guide pratique de la production de semences de base et certifiées du piment /poivron ».Ed, institut technique des cultures maraichères industrielle ITCM. Staouali, Alger. Algérie,pp2-7.
- Junaid MD, Öztürk Gökçe ZN, Gökçe AF (2022).**Investigation of drought induced biochemical and gene expression changes in carrot cultivars. Molecular Biology Reports 1-11. doi:10.1007/ s11033-022-08050-4.

Conclusion

Kolev., 1976: Les cultures maraichères en Algérie : Légumes, fruits, Ed. j .Bailliere. Paris .V.I

Laumonier R.,1979: Cultures maraichères, tome 3 . Ed. J.B. Bailliere

Legba C. E., Aglinglo A. L., Houdegbe C. A., Francisco R., Fassinou Hotègni V. N., 15.

Achigan-Dako G. E., 2018. Fiche technique synthétique pour la production du Poivron (*Capsicum annum* L.). La boratory of Genetics, Horticulture and Seed Science (GBioS), Université d'Abomey-Calavi (UAC), Abomey- Calavi, ISBN 978-99919-76-73-0, Dépôt légal N°10471 du 06/07/18, Bibliothèque Nationale du Bénin, 3^{ième} trimestre.

M. HATTOU MOHAMED AMINE., 2016. Effets de l'incorporation des huiles essentielles extraites du thym et de l'origan sur la productivité, les qualités nutritionnelles et physicochimiques du poivron. Master de fin d'études : Science Agronomie, biotechnologie Alimentaire, Université Mostaganem, p 5-6.

MOULOUDI, D., 2019. Effet du stress hydrique sur quelques paramètres morphologiques, physiologiques et biochimiques sur deux populations de *Chenopodium quinoa* Willd . Master de fin d'études : Biologie, Biotechnologie Végétale, Université Kasdimerbah – Ouargla, p 8.

MUNNS R, TESTER M.,2008 .Mechanisms of salinity tolerance. Annu Rev Plant Biol 59:651–81.

PINDARD A., 2000. La relation stress hydrique-- rendement du maïs en Bresse: quelle perspective de spatialisation? Utilisation d'un simulateur de culture (SnCS). Mémoire d'ingénieur. Etablissement National d'Enseignement Supérieur Agronomique de Dijon (France), 61p.

Saint L., Daly P., Desvals I., Brinon I., Micoleau E.,2001. Institut Agronomique néo-Calédonien, Programme Cultures Maraichères et Horticoles, guide de la culture du poivron en nouvelle-Calédonie

SKIREDDJA.,2003. Tomate .Aubergine, poivron, Gombo, Bulletin mensuel d'informations et de liaison du PNTTA / DERD, MAROC N°100, pp 3-4

VADEZV.S.,1994. Cultivode Aji. Ed, Centro de l'informacion de FDA, p17.

Zitouni, D et Douar, K., 2017. Étude bioécologique de la faune auxiliaire des aphides de poivron sous serre. Mémoire de fin d'études. Science Agronomie, protection des cultures, Université de Mostaganem, p 1-4.

<https://sgenmidipy.fr>

<https://weenat.com/>



Figure 01. Dispositif expérimentale en blocs (originale, 2023).



Figure 02. Apport des doses d'irrigation et traitement (deux doses 50% et 100%) (originale 2023).



Figure 03. Nombre des fleurs par la plante de variété de poivron « Magister hybride 1 » (originale 2023).



Figure 04. Nombre des fruits par plante traitée avec deux doses d'eau (50% et 100%) (Originale 2023).



Figure 05. Différents stades végétatifs du poivron (originale 2023).

Tableau 01. Moyennes et variances de la TET de poivron variété « Magister hybride 1 ».

	D1	D2
TET	84,21	80,91
TET	81,6	78,56
TET	83,91	78,27
Moyenne	83,24	79,2466667
Ecartype	1,42818066	1,4477684

Tableau 02. Moyenne et variances de la TET du poivron variété « Magister hybride 1 ».

<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
Colonne 1	3	249,72	83,24	2,0397
Colonne 2	3	237,74	79,2466667	2,09603333

Tableau 03. Moyenne et écart type du Contenu relatif en eau foliaire (CRE) du poivron variété « Magister hybride 1 ».

	D1	D2
CRE	66,008	68,724
CRE	77,313	70,293
CRE	78,846	62,016
Moy	74,0556667	67,011
Ecartype	7,01150671	4,39635747

Annexe

Tableau 04. Moyenne et variances du Contenu relatif en eau foliaire (CRE) du poivron variété « Magister hybride 1 ».

Groupes	Nombre d'échantillons	Somme	Moyenne	Variance
Colonne 1	3	222,167	74,0556667	49,1612263
Colonne 2	3	201,033	67,011	19,327959

Tableau 05. Moyenne et écart type du taux des chlorophylles dans les feuilles du poivron variété « Magister hybride 1 ».

	D1	D2
Ch1	2,105	2,126
Ch2	2,512	3
Ch3	2,48	3
Moy	2,36566667	2,70866667
Ecartype	0,22631026	0,50460414



Figure 06. Spectrophotomètre pour les observations de la longueur d'onde (Originale 2023).

Tableau 06. Moyenne et écart type de la longueur des racines(LR) du poivron variété « Magister hybride 1 ».

	D1	D2
LR1	17	11
LR2	13	17
LR3	23	12
Moy	17,6666667	13,3333333
Ecart	5,03322296	3,21455025

Tableau 07. Moyenne et variances de la longueur des racines (LR) du poivron variété « Magister hybride 1 ».

Groupes	Nombre			
	d'échantillons	Somme	Moyenne	Variance
Colonne 1	3	53	17,6666667	25,3333333
Colonne 2	3	40	13,3333333	10,3333333

Tableau 08. Moyenne et écart type de la longueur des tiges (LT) du poivron variété « Magister hybride 1 ».

	D1	D2
LT 1	59	53
LT 2	65	45
LT 3	69	49
moyenne	64,3333333	49
ecar	5,03322296	4

Annexe

Tableau 09. Moyenne et variances de la longueur des tiges (TL) du poivron variété « Magister hybride 1 ».

<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
Colonne 1	3	193	64,33333333	25,33333333
Colonne 2	3	147	49	16

Tableau 10. Moyenne et écart type du nombre de fruits (NF) par plant du poivron variété « Magister hybride 1 ».

NT	D1	D2
R1	29	25
R2	30	22
R3	27	20
Motenne	28,6666667	22,33333333
Ecartype	1,52752523	2,51661148

Tableau 11. Moyenne et écart types du rendement total (RT) du poivron variété « Magister hybride 1 ».

	D1	D2
RT 1	20	14
RT 2	17	12
RT 3	14	11
MOYENNE	17	12,33333333
ECARTYPE	3	1,52752523



Figure 07. Rendement totale de poivron et piment « Magister hybride 1 » (originale 2023).