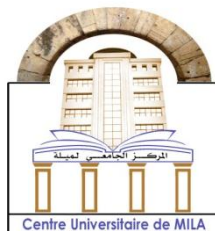


N° Réf :



Centre Universitaire Abdelhafid Boussouf-Mila

Institut des Sciences et de la Technologie

Département des Sciences de la Nature et de la Vie

Mémoire préparé En vue de l'obtention du diplôme de **Master**

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Biologie Appliquée et Environnement

Option : Biotechnologie Végétal et Amélioration des plantes

Thème :

**Effet du stress salin sur l'accumulation des soutes chez
deux variétés de poivron doux (*Capsicum annuum* L.)**

Présenté par : Meziti Meriem

Devant le jury composé de :

Présidente : Abdelouahab Yahia

Grade : Professeur

Examineur : Meme Zaydi Sara

Grade : Maitre assistant A

Promoteur : M^{elle} Bouassaba Karima

Grade : Maitre assistant A

Année Universitaire: 2016/2017

Remerciements

En premier lieu, je remercie Dieu le tout puissant de m'avoir accordée le courage et la force de mener à bien ce modeste travail.

*Au terme de cette étude, mes reconnaissances respectueuses vont d'abord à **Melle. Bouassaba Karima** Maître à l'université de Mila, pour avoir accepté de m'encadrer ainsi que pour ses précieux conseils et orientations, sa disponibilité, sa gentillesse, sa modestie et pour l'intérêt bienveillant manifesté pour mon travail. Je veux aussi la remercier pour le temps et la patience qu'elle m'accordés tout au long de ces années, d'avoir cru à mes capacité et de m'avoir fourni d'excellentes conditions de travail. De plus, les conseils qu'elle ma procuré tout au long de la rédaction, ont toujours été clairs et enrichissants, facilitant grandement la tâche et permettant la finalisation de ce mémoire.*

*Je remercie **Mr Abdelouahab Yahia** docteur à l'université de Mila, pour avoir accepté de présider le jury de ce mémoire.*

*Je remercie également **Mme. Zaydi Sara** enseignante à l'université de Mila d'avoir accepté d'examiner ce modeste travail.*

Je tiens à remercier tous mes collègues et amis de centre Universitaire Abdelhafid boussouf -Mila, que ce soit pour les conseils, les services et plus particulièrement pour l'amitié qu'ils m'ont témoignés.

Enfin, je remercie tous ceux qui ont collaboré à ce modeste document.

Meziti meriem

Dédicaces

Je dédie ce travail à ma mère et mon père qui me sont les plus chers

Merzaka et Ahmed

A mes Soeurs : Samiha et nawel.

A mes frères : Ismail et Yousef.

A ma fidele amie et voisine : wahida.

Atout e ma famille

Que ce travail soit une part de ma reconnaissance envers eux.

*Sans oublier tout les professeurs que ce soit du primaire, du moyen,
du secondaire ou de l'enseignement supérieur.*

Meriem

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des photos

Liste des abréviations

Sommaire

Introduction générale

Partie I: Synthèses bibliographiques

Chapitre I : Généralité sur le poivron doux (*Capsicum annuum* L.)

1. Historique.....	01
1.1. Origine et distribution géographique du poivron	01
1.2. Définition du poivron	01
2. classification botanique.....	01
3. caractéristique botanique.....	02
3.1. Description morphologique	02
3.2. Stade phénologiques.....	04
4. Exigence des cultures du poivron	05
5. l'importance de la culture	06
5.1. Dans le monde.....	06
5.2. En Algérie.....	06
5.3. Valeur nutritive.....	08

Chapitre II : le stress salin

1. Généralité sur la salinité	10
1.1. Salinité.....	10
1.2. Salinisation.....	10
2. type de salinité.....	11
2.1. Salinisation primaire.....	11
2.2. Salinisation secondaire.....	11
3. composantes de la salinité.....	11
3.1. Stress osmotique.....	11
3.2. Stress ionique.....	12
3.3. Stress nutritionnel.....	12
3.4. Stress oxydatif.....	13
4. Effets de la salinité sur les sols.....	13
5. Effets de la salinité sur la plante.....	14
5.1. Effet sur la germination	14
5.2. Effet sur la croissance et le développement.....	15
5.3. Effet sur la photosynthèse.....	15
5.4. Effet sur la morphologie	16
5.5. Effet sur le proline.....	17
6. Tolérances des plantes au stress salin	17
7. Mécanismes de résistance a la salinité	18
7.1. Inclusion	18
7.2. Exclusion	18

7.3. Ajustement osmotique	19
---------------------------------	----

Partie II : Etude expérimentale

Chapitre I : Matériels et méthodes

1. L'objectif.....	21
2. Matériels utilisés.....	21
3. Le dispositif expérimental.....	22
4. Les paramètres morphophysiologiques étudiés	23
4.1. Les paramètres morphologiques étudiés.....	24
4.1.1. Comptage du nombre des feuilles (NF).....	24
4.1.2. Mesure la longueur de la partie aérienne et souterraine (LPA, LPS).....	24
4.1.3. La matière Fraiche et Sèche (MF, MS).....	24
4.2. Les paramètres physiologiques et biochimiques.....	25
4.2.1. Détermination de la teneur en eau (TER %).....	25
4.2.2. Dosage des sucres solubles	25
4.2.3. Dosage de chlorophylle (a), (b), (t).....	27
5. Analyse statistique.....	28

Chapitre II : Résultat et discussion

1. Résultat.....	29
1.1. Effet de la salinité sur les paramètres morphophysiologiques.....	29
1.2. Effet de la salinité sur les paramètres biochimiques.....	36
2. Discussion.....	42
Conclusion	
Références Bibliographiques	
Annexes	
Résumé	

Liste des tableaux

Tableau I : les 20 plus importants des pays producteurs du poivron (2008-2009).

Tableau II : principales wilayas du sud productives du poivron (D.S.A, 2009).

Tableau III : Le dispositif expérimental de deux variétés *Marconi (M)* et *Super marconi (Sp)*.

Tableau IV: Analyses de la variance relative à l'effet du NaCl sur la longueur des tiges chez les deux variétés de poivron.

Tableau V : Analyses de la variance relative à l'effet du NaCl sur la longueur des racines chez les deux variétés de poivron.

Tableau VI : Analyses de la variance relative à l'effet du NaCl sur le nombre des feuilles chez les deux variétés de poivron.

Tableau VII : Analyses de la variance relative à l'effet du NaCl sur la matière fraîche chez les deux variétés de poivron.

Tableau VIII : Analyses de la variance relative à l'effet du NaCl sur la matière sèche chez les des variétés de poivron.

Tableau X: Analyse de la variance de la teneur en chlorophylle(a) chez les deux variétés de poivron.

Tableau XI: Analyses de la variance relative à l'effet du NaCl sur la teneur en Chlorophylle(b) chez deux variétés de poivron.

Tableau XII : Analyses de la variance relative à l'effet du Na Cl sur la teneur en chlorophylle total chez les deux variétés de poivron.

Tableau XII: Analyse de la variance de la teneur en sucres solubles chez les deux variétés *Marconi* et *Super marconi*.

Liste de figures

Figure n° 1 : Différents types de croissance du poivron.

Figure n°2 : La salinisation des sols.

Figure n°3 : Diminution du pourcentage de germination avec l'augmentation de la salinité.

Figure n°4: Schématisation du bilan de la circulation du sodium dans les plantes inclure ou exclure.

Figure n°5: Schéma représente les différentes étapes pour déterminer la teneur en sucre.

Figure n°6 : Schéma représente les différentes étapes pour déterminer la teneur en chlorophylle.

Figure n°7 : Effet de la salinité sur la longueur des tiges de deux variétés de poivron doux dans la phase de croissance.

Figure n°8: Effet de la salinité sur la longueur des racines dans la phase de croissance chez les deux variétés de poivron doux.

Figure n°9: Effet de la salinité sur le nombre des feuilles dans la phase de croissance chez les deux variétés de poivron doux.

Figure n°10 : Effet de la salinité sur la matière fraîche dans la phase de croissance chez les deux variétés de poivron doux.

Figure n°11: Effet de la salinité sur la matière sèche dans la phase de croissance chez les deux variétés de poivron doux.

Figure n°12 : Effet de la salinité sur la teneur en eau (TER) dans la phase de croissance chez les deux variétés de poivron doux.

Figure n° 13 : Effet de la salinité sur la teneur en chlorophylle(a) dans la phase de croissance chez les deux variétés de poivron doux.

Figure n°14 : La teneur en chlorophylle(b) dans la phase de croissance chez les deux variétés de poivron doux

Figure n°15: Effet de la salinité sur la teneur en chlorophylle total (t) dans la phase de croissance chez les deux variétés de poivron doux

Figure n°16 : Teneurs en sucres solubles dans la phase de croissance chez les deux variétés de poivron doux.

Liste des photos

Photo n° 1 : Les graine de deux variétés du poivron doux (*Marconi* et *Super marconi*).

Photo n°2 : la composition du sol de la culture (sable, sol séché, tourbe).

Photo n° 3 : Le dispositif expérimentale des deux variétés *marconi* (M) et *Super marconi* (Sp).

Photo n°4 : La mesure de longueur des racines et des tiges après l'enlèvement de pot chez les deux variétés *Marconi* et *Super marconi*.

Photo n°5 : la solution d'extraction des sucres de variété *super marconi* en différents concentration après chauffage dans un bain-marie.

Photo n°6 : la solution d'extraction des sucres de variété *marconi* en différents concentration après chauffage dans un bain-marie.

Photo n°07 : les variétés de poivron (*marconi* et *super marconi*) pendant le traitement par NaCl.

Photo n°08 : l'extraction des sucres chez les deux variétés (*Marconi* et *Super marconi*) en concentration S0 et S1.

Photo n°09: l'extraction des sucres chez les deux variétés (*Marconi* et *Super marconi*) en concentration S2 et S3.

Photo n°10 : l'extraction de chlorophylle chez les deux variétés (*Marconi* et *Super marconi*).

Photo n°11 : les deux variétés de poivron après le traitement par NaCl dans laboratoire.

Liste des abréviations

ABA : Acide abscissique.

Ca⁺ : Calcium.

C° : Degrée Celsius.

Chl(a): Chlorophylle a.

Chl (b) : Chlorophylle b.

Chl (t) : Chlorophylle totale.

cl⁻:Chlorure.

cm: Centimètre.

CO₂: Dioxyde de carbone.

Cu : cuivre.

DO : densité optique.

D.S.A : Direction des services Agricoles.

FAO: Food and Agriculture Organisation.

K⁺ : Potassium.

LPA : la longueur de la partie aérienne.

LPS : la longueur de la partie souterraine.

LR: Longueur des racines.

LT: Longueur des tiges.

µg/100mg : micro gramme / 100 milligramme.

M : *Marconi*

mg : milligramme.

Mg: Magnésium.

MS : Matière sèche.

MF : Matière fraîche.

MF_S : matière fraîche en saturation.

Mm : Millimol

mM/L: millimol / litre.

Na⁺ : Sodium.

NaCl: Chlorure de sodium.

NF : Nombre des feuilles.

nm : nanomètre.

NO³⁻ Nitrate.

P: Phosphore.

PO⁴⁻ : Phosphate.

ROS : Réactive Oxygène Species.

Sp : *Super marconi*.

Suc : sucre.

TER : la teneur relative en eau.

Var: Variété.

λ : la longueur d'onde.

L. : linée

% : Pourcentage

INTRODUCTION

Introduction

La salinisation est le processus majeur de la dégradation des terres. En moyenne, le monde perd 10 hectares de terres cultivables par minute, dont 3 hectares à cause de la salinisation. 10 à 15% des surfaces irriguées (20 à 30 millions d'hectares) souffrent, à des degrés divers, de problèmes de salinisation (Mermoud, 2006).

Les zones arides et semi-arides couvrent une grande partie des pays de la frange méridionale du pourtour méditerranéen. Dans ces régions, la disponibilité des eaux, leur salinité et celle des sols sont parmi les principaux facteurs limitant la productivité végétale (Zid et Grignon, 1991) L'introduction des espèces tolérantes au stress salin est l'une des techniques utilisées pour faire face à ce problème.

La salinité reste la plus grande contrainte, qui a franchit les sols agricoles et les parcours parce qu'elle diminue gravement le taux de la fertilité de ses sols, même arrivant à être stérile non adaptés à la culture ou pour le développement d'une végétation multi- espèces sauf les halophytes. Elle entraîne une réduction des surfaces cultivables et combinée à d'autres facteurs, elle représente une menace pour l'équilibre alimentaire des régions arides et semi-arides (Dutuit, 1999).

Les réponses des plantes au stress salin ont été étudiées par l'usage des approches Morphologique, physiologiques, anatomiques, écologiques et moléculaires. Des modifications morphologiques et anatomiques au niveau de la plante sont capables de minimiser les effets indésirables du stress salin.

Le maraîchage en Algérie constitue un secteur important de la production agricole et parmi les cultures auxquelles l'Algérie accorde une attention particulière, on distingue la culture du poivron.

Les plants de poivron sont exposés non seulement aux ravageurs et aux maladies qui ont évolué en même temps que lui durant son long passé de plante cultivée, mais également aux caprices des conditions climatiques et de sol.

En conséquence, le comportement des plantes se trouve en permanence sous l'effet de stress de type osmotique, ionique, hydrique et salin (Munns *et al.*, 2006 ; Trinchant *et al.* ,2004).

Les plantes répondent aux contraintes de l'environnement par de nombreux changements, révèlent le caractère multifactoriel des mécanismes de tolérance et d'adaptation aux stress abiotiques par exemple d'exclusion et inclusion. La réponse au sel des espèces végétales, dépend de l'espèce même, de sa variété, de la concentration en sel et du stade de développement de la plante. En conditions stressantes par les sels, les plantes peuvent réagissent aux variations du potentiel osmotique de leur environnement externe en ajustant osmotiquement leur contenu cellulaire, pendant leur acclimatation dans un milieu salin (Ashraf et Mcneilly., 2004).

Notre travail à porté sur l'analyse de l'effet de différentes concentrations de Na Cl sur la morphologie et physiologie et les composantes biochimiques : les sucres solubles et la chlorophylle.

Partiel : Synthèse bibliographique

Chapitre I : Généralité sur le poivron doux



1-Historique :

1.1- L'origine du poivron et distribution géographique du poivron :

Le poivron vient des zones comprises entre le Sud des Etats-Unis et la Colombie. Ses découvertes archéologiques en Tehuacan, centre du Mexique, datent de 6500 à 5000 avant Jésus-Christ, affirment que le poivron a été la première espèce trouvée en Amérique, dans les régions agricoles avant-gardes, son utilisation était plus intense et variée au Mexique et au Pérou.

Le sud de l'Europe et les Etats-Unis occupent la première place dans la production du poivron. Introduit en Europe comme plantes à épices au XV^{ème} siècle par Christophe Colomb, actuellement, le poivron est cultivé dans presque toutes les régions du globe et détient une importance économique majeure. (Valdez. ,1994)

1.2- Définition :

Le poivron est une plante vivace, généralement cultivée comme plante annuelle et parfois dans des conditions bien particulières-comme plante bisannuelle (Afrique du Nord).

Il est herbacé mais devient très rapidement ligneux de sorte qu'en conditions normales, la tige est suffisamment forte pour supporter la partie épignée. En culture protégée, la plante se développe davantage, ce qui nécessite la présence de tuteurs pour éviter que les branches ne cassent. (FAO, 1988).

2-Classification du poivron

Selon Cronquist (1981) le poivron classifié comme suivant:

Division:Spermatophyta

SB division:Angiospermae

Class:Dicotyladonea

Sb class:Asteridae

Ordre:..... Solanales

Famille:Solanaceae

Genre :..... *Capsicum*
Especie :.....*Capsicum annuum*L.
Variété :.....*Marconi*
Super marconi

3-Caractéristique botanique

3.1-Description morphologique

- **Graines**

Les graines sont réniformes, plates, à tégument lisse et de couleur jaune paille. Leur taille est jugée variable d'après Belletti et Quagliotti (1988) en fonction des conditions dans lesquelles elles mûrissent ; l'environnement général de la plante-mère, la position de la baie sur celle-ci, leur nombre par fruits, le moment de la récolte et celui de leur extraction du fruit. Un gramme compte environ entre 140 (Purseglove, 1984) et 150 graines (Chaux et Foury, 1994), et peuvent conserver 50 % de leur viabilité pendant trois (03) ans lorsqu'elles sont dans un lieu propre, sec et sombre (Ashworth, 1991).

- **Feuilles**

La feuille est ovale, elliptique ou lancéolée, à bord régulier, généralement glabre mais parfois plus ou moins recouverte de poils. Elle est vert clair ou vert foncé et quelque fois violacée. Les feuilles varient considérablement en dimensions et en quantité d'une plante à l'autre. La surface foliaire du paprika-épice est normalement fort réduite par rapport à celle des variétés de poivron.

- **Fleurs**

Les fleurs sont généralement solitaires, quelques fois par paires ou en bouquets. Elles sont petites, blanches, terminales, bisexuées et habituellement pentamériques. La corolle est composée de cinq (05) pétales soudés qui lui donnent l'aspect d'un tube. Les étamines alternent avec les lobes des pétales et le style est unique.

- **Fruits**

Le fruit du poivron est une baie « gonflée » qui, en fonction de la position du pédoncule (dressé ou retombant) et du poids du fruit se développe totalement ou partiellement orienté vers le haut, ou vers le bas.

Les fruits inclinés ou pendants sont mieux abrités par les feuilles et protégés contre l'insolation ; d'autre part, leur cueillette est plus aisée.

Le pédoncule se prolonge à l'intérieur du fruit par le placenta central dont la forme épouse celle du fruit. Le pédoncule du paprika –épice est généralement plus mince que celui des variétés à fruits plus volumineux.

Les glandes des variétés piquantes contiennent de la capsicine ; cependant on peut obtenir des fruits à saveur douce sur des variétés piquantes, en particulier au cours de l'hiver en culture protégée. La teneur en capsicine du paprika-épice atteint son niveau le plus élevé lorsque le fruit est au stade de maturité verte et qu'il prend un aspect noirâtre comme s'il était couvert de suie.

Le fruit se développe très rapidement : on ne compte que 18 jours entre la fructification et le stade de maturité verte, et il ne faut que 17 jours supplémentaires pour atteindre le stade de maturité totale (fruit rouge ou jaune) ; cependant, le laps de temps qui s'écoule entre la mise à de température (3 à 10 semaines) ; de même, le temps nécessaire à l'obtention de fruits totalement murs et colorés (rouges ou jaunes) est très variable.

La forme du fruit est fonction du nombre de carpelles et de semences. Le fruit du paprika-épice est normalement constitué de 2 ou 3 carpelles tandis que les fruits cylindriques ont la plupart du temps 3 ou 4 carpelles, et les fruits en forme de tomates en ont 5.

Le nombre de graines, qui est fonction de la nouaison, exerce une influence importante sur la forme du fruit : une faible quantité de semences est généralement responsable d'une réduction du volume du fruit. Certaines variétés peuvent produire des fruits parthénocarpiques de forme assez intéressante, totalement ou partiellement dépourvus de semences. L'expression parthénocarpique semble également dépendre des conditions de croissance.

Stade phrénologique :

Le poivron est une plante à port érigé. Après la naissance d'une fleur terminale, la tige principale se divise en deux branches et parfois davantage qui naissent à la partie apical, le port de chacune de ces branches est semblable à celui de la tige principale (**Fig. 1**).

L'aspect de ce développement dichotomique est influencé par la vigueur des différentes ramifications et par la longueur des entrenœuds. Si les deux branches sont d'égale vigueur, on assiste au développement d'une plante buissonnante à croissance équilibrée, dont la hauteur dépend de la longueur des entrenœuds. Il est évident que ce type à entrenœuds (**Fig.1a**) tandis que le type dont les ramifications sont de vigueur inégale répond davantage à une forme de culture tuteurée, pratiquée en serre (**Fig.1b**). Dans ce cas, la tige principale, tout comme les rameaux latéraux, montrent un développement important (**Fig.1c**), ce qui implique le pincement des pousses latérales.

On connaît deux variantes :

-la **première** correspond au type semblable à celui décrit comme « normal » avec comme seule différence le fait que les rameaux latéraux sont faiblement développés voire n'existent pas. En conditions de croissance normale, il est possible de remédier à cette absence de rameaux latéraux en pinçant l'axe principal avant la ramification (**Fig.1d**).

-Dans la **seconde** variante, après la ramification, des entrenœuds très courts se développent sur l'axe principal, et la croissance de celui-ci s'arrête rapidement. Les rameaux latéraux atteignent la même hauteur que la tige principale et acquièrent un port droit au même titre que l'axe principale (**Fig. 1 e**). Une variation fasciculée de ce type convient également comme culture dérobée hâtive (**Fig.1f**).

On obtient un type à croissance complètement déterminée lorsque la croissance de la tige principale est inhibée et que les rameaux ne se développent absolument pas (FAO, 1988).

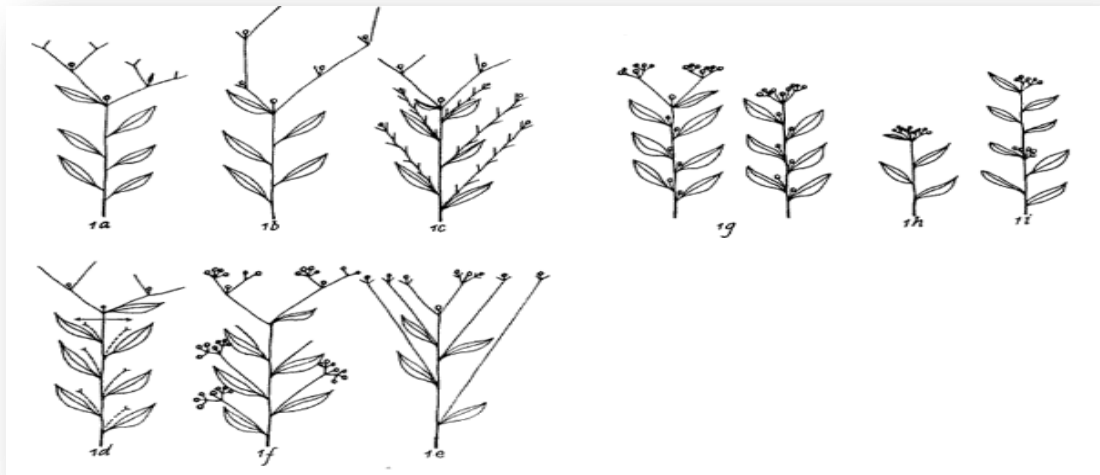


Figure n° 1 : Différents types de croissance du poivron (FAO, 1988).

4- Exigence des cultures du poivron

✓ Choix du sol

Selon Chaux et Foury (1994) : sol profond, bien drainé, chaud et bien pourvu en humus et en matières nutritives aisément assimilables.

- Sol humifère et alluvionnaire.
- Le pH optimum se situe entre 6,5 à 7.

✓ Les exigences en chaleur

Selon Leteinturier (1978), le poivron exige encore plus de chaleur que la tomate pour accomplir son cycle végétatif, car c'est une plante des régions chaudes. D'après Kolev (1979), au-dessous de 13°C, les semences ne germent pas. Pour un bon développement, il faut des températures comprises entre 18°C et 27°C, avec un optimum de 25°C à 30°C le jour et 15°C à 25°C la nuit.

Pour une température ou dessus de 35°C, la fructification est très faible ou nulle surtout si l'air est sec.

✓ Les exigences en lumière

Selon Chaux et Foury (1994), très grandes ; dans les vergers ou sous les ombres, le poivron ne donne pas des rendements satisfaisants.

✓ Les exigences en eau

Selon Doorembos *et al* (1980), le poivron est très sensible aux excès d'eau et ses besoins en eau pour tout le cycle sont de 600mm à 900mm et atteignent 1250mm dans le cas de cycle prolongé avec plusieurs récoltes.

5-l'importance de la culture

5.1- Dans le monde :

Le poivron occupe la troisième place dans le monde après la pomme de terre et la tomate. La production mondiale a dépassé 24.7 millions de tonnes en 2005 (FAO.2005). Les principaux pays producteurs sont consignés dans le (Tableau I).

5.1-En Algérie :

La superficie occupée par le poivron en Algérie est d'environ 12 083 hectares avec une production de 1 910 468 quintaux pour un rendement moyen d'environ 158,1 qx/ha (D.S.A.Ouargla, 2009). Concernant le sud Algérien, le poivron occupe une superficie de 597 hectares, pour une production qui atteint 208 021Qx et un rendement de 1 101,4Qx/ha (Tableau II)

Tableau I : les 20 plus importants des pays producteurs du poivron (2008-2009)

Données de FAO STAT (FAO)		
Pays	Production (1000\$ntI)	Production (t)
Chine	4925876	14274178
Mexique	709148	2054968
Turquie	619842	1796177
Indonésie	376877	1092115
Espagne	342398	992200
États-Unis	313966	909810

Nigeria	250190	725000
Egypt	242739	703408
République de Corée	133122	385763
Pays-Bas	113879	330000
Italie	112405	325727
Tunisie	100421	291000
Algérie	96762	280397
Ghana	96280	279000
Roumanie	82366	238682
Maroc	80136	232220
Éthiopie	63745	184720
Israël	61571	178423
Hongrie	57484	166579
Venezuela	52532	152229

Tableau II : principales wilayas du sud productives du poivron (D.S.A, 2009).

Les wilayas	Superficie (ha)	Production (Qx)	Rendement (Qx/ha)
Biskra	441	183 677	416,5
Ghardaïa	65	12 680	195,1
El-oued	44	9 114	207,1
Adrar	15	2 290	152,7
Ouargla	2	260	130,0
Total sud	597	208 021	1101,4

5.3- Valeur nutritive :

Une des principales caractéristiques nutritionnelles du poivron est sa très grande richesse en vitamines :

- ✓ Vitamine C (acide ascorbique).

- ✓ Provitamine A (carotène).
- ✓ Vitamine B1 (Thiamine).
- ✓ Vitamine B2 (Riboflavine).
- ✓ Vitamine B3 ou PP (nicotiamide).
- ✓ Vitamine B5 (acide pantoïque).
- ✓ Vitamine B6 (pyridoxine).
- ✓ Vitamine B9 (acide folique).
- ✓ Vitamine E (tocophérols).

C'est le légume frais qui renferme le plus de vitamine C après le persil (Anonyme, 2004). La provitamine A (carotène) atteint aussi des niveaux intéressants (jusqu'à 3,5 mg / 100 g chez les poivrons rouges). On a recensé également des vitamines du groupe B (de 0,02 à 0,7 mg selon les vitamines) ainsi que de la vitamine E (1,4 mg / 100 g).

On a par ailleurs identifié de nombreux minéraux :

- ✓ Potassium (170.0 mg).
- ✓ Phosphore (26.00 mg).
- ✓ Calcium (9.000 mg).
- ✓ Magnésium (13.00 mg).
- ✓ Sodium (2.000 mg).
- ✓ Chlore (18.00 mg).
- ✓ Fer (0.400 mg).
- ✓ Cuivre (0.100 mg).
- ✓ Zinc (0.200 mg).
- ✓ Manganèse (0.100 mg).

Malgré sa richesse en vitamines la composition (**Glucides ; Protides ; Lipides ; Eau ; Fibres alimentaires**) du poivron fait de lui, un fruit au niveau énergétique modeste (Anonyme, 2004).

- **Les glucides (ou sucres)** varient entre 2,2 et 4,7 g aux 100 g. Il s'agit surtout du glucose et du fructose, tandis que le saccharose n'apparaît que sous forme de traces.

- **Les protides végétaux** représentent environ 0,7 à 1,9 % du total.

- **Les lipides (ou graisses)** ne dépassent pas 0,2 à 0,4 g aux 100 g.

Les fibres sont relativement abondantes (2 g aux 100 g).

Chapitre II : Le stress salin



1. Généralité sur la salinité

1.1. Salinité

La salinité peut être définie comme étant la quantité globale des sels contenus dans «La solution du sol » (Imalet, 1979). Elle constitue l'un des facteurs abiotiques les plus répandus au niveau de la planète et qui limite fortement les rendements agricoles, notamment dans les régions arides et de semi-arides, où les précipitations sont limitées et ne sont pas suffisantes pour transporter les sels du profil racinaire des plantes (Khales et Baaziz ,2006 et Schulze et *al.* 2005). La salinité se produit après l'évaporation de l'eau dans son état pur laissant derrière elle les sels et les autres substances (Carter, 1975). Elle se produit en raison de l'augmentation des concentrations de ces sels comme le chlorure de sodium (Sun et *al.*, 2007).



Figure n°2 : La salinisation des sols (Mermoud ,2006).

1.2. Salinisation

La salinisation est le processus par le lequel les sels solubles s'accumulent dans le sol et elle a été identifiée comme un processus majeur de la dégradation des terres. Les causes techniques les plus importantes à l'origine de la diminution de la production sur de nombreux périmètres irrigués, particulièrement dans les zones arides et semi-arides. Il est estimé, à partir de diverses données disponibles que : Le monde perd au moins 3 ha de terres arables chaque minute à cause de la salinité du sol. (Iptribid, 2006).

2. type de salinité

2.1. Salinisation primaire :

La salinisation primaire, d'origine géologique, marine ou lagunaire correspond à une salinisation liée au fonctionnement naturel des terrains, sous l'influence du climat, de l'altération des roches et de la dynamique des eaux(Servant, 1975).

2.2. Salinisation secondaire :

Dans les zones à climat aride et semi-aride, la pratique de l'irrigation représente l'une des plus importantes causes de la salinisation secondaire.

Actuellement, on dénombre environ 350 millions d'hectares irrigués dans le monde (Szablocs, 1994). Ces chiffres sont susceptibles d'être augmentés à l'avenir.

En effet, (Hamdy et *al.* ,1995) ont constaté que les terres irriguées affectées par la salinité correspondent à 27% de la surface irriguées dans le monde. Cette menace selon Cheverry (1995) occasionne, chaque année des pertes de terres, variables selon les auteurs de 10 à 12 millions d'hectares.

3. composantes de la salinité

Les composantes de la salinité sont : les stress osmotique, ionique, nutritionnel et oxydatif.

3.1. Stress osmotique :

La première conséquence de la salinisation tient à la modification du potentiel osmotique de la solution du sol, lorsque la teneur en sels croît .Selon Song et *al* (2005), plus la solution du sol est salée, plus la pression osmotique est élevée et plus il est difficile pour les racines d'extraire l'eau de la réserve du sol. Il en résulte ainsi un ralentissement de leur croissance .D'après Chinnusamy et *al.* (2004) la concentration en sels dépend de la teneur en eau du sol et augmente avec le dessèchement ; c'est pourquoi l'excès de sels qui affecte les plantes est atteint beaucoup plus rapidement dans un sol sableux que dans un sol argileux qui piège les ions Na^+ via les charges négatives de l'argile.

3.2. Stress ionique :

L'un des effets de la salinité réside dans le déséquilibre nutritif qui s'installe suite à une perturbation du transport des solutés. En effet, la salinité limite l'absorption et le transport de K^+ , Ca^{2+} et d'autres nutriments nécessaires à la croissance comme le PO_4^{4-} et NO_3^- (Ballestros et al., 1997). Un déséquilibre nutritionnel des ions essentiels a été noté pour les éléments majeurs tels que NO_3^{3-} , K^+ et Ca^{2+} chez l'orge et chez le blé dur (Klay, 2003). Cette limitation résulte d'une compétition entre les fortes concentrations de Na^+ avec K^+ et Ca^{2+} et à celle de Cl^- avec NO_3^- et PO_4^{4-} (Davenport et al. 2000).

Chinnusamy et Zhu (2005) rapportent que l'accumulation toxique de Na^+ et de Cl^- au niveau du mésophile des feuilles des espèces glycophytes affecte la croissance, le métabolisme et les structures lipidiques et protéiques des membranes plasmiques (Pical et al., 1999) et perturbe l'activité de certaines enzymes (Pical et al., 1999 ; Hernandez et al., 1994) par le remplacement de l'ion K^+ par Na^+ au niveau des sites actifs induisant ainsi un changement de la conformation spatiale des enzymes (Chinnusamy et Zhu, 2005).

3.3. Stress nutritionnel :

Certains sels peuvent affecter la balance nutritionnelle chez les plantes s'ils sont présents en concentration excessive ou en proportion anormale. (Snoussi et Halitim., 1998) La présence excessive d'ions sodique, chlorique et borique peut provoquer une augmentation du pH du sol, ce qui a un effet indirect sur l'impossibilité d'absorption des ions ferreux, phosphate, zinc et manganèse indispensable pour la croissance des plantes. (Maillard., 2001)

Des concentrations salines trop fortes dans le milieu provoquent une altération de la nutrition minérale des plantes (Levigneron *et al*, 1995 in Haouala *et al*, 2007). D'après Haouala *et al*. (2007) l'accumulation des ions Na^+ dans la plante limite l'absorption des cations indispensables tels que K^+ et Ca^{2+} . Il y aurait une compétition entre Na^+ et Ca^{2+} pour les mêmes sites de fixation apoplasmique.

Ainsi; l'augmentation de la concentration en Na^+ s'accompagne d'une réduction de la concentration en Mg, K, N, P et Ca dans la plante. Ce déséquilibre nutritionnel est une cause possible des réductions de croissance en présence de sels lorsque des ions essentiels comme K^+ , Ca^{2+} ou NO_3^- deviennent limitant. (Haouala *et al*. ,2007)

Selon Tester et Davenport (2003), (in Jabnourne., 2008) les effets osmotiques du stress salin peuvent également limiter la croissance des racines, ce qui limite les possibilités d'absorption des éléments nutritives du sol.

3.4. Stress oxydatif :

En réponse aux différents stress environnementaux notamment le stress salin, un stress oxydatif est induit. Les plantes stressées activent les processus de neutralisation des radicaux libres d'oxygène (Millter, 2002 ; Chinnusamy et Zhu, 2005) par le biais des composés antioxydants (ABA, glutathion, α -tocophérols, acide lipoïc et caroténoïdes) et des enzymes antioxydantes (peroxydase, catalase, superoxyde dismutase, ascorbate peroxydase et glutathion réductase) (Meloni et al., 2003 ; D'amico et al., 2004). Ces composés sont synthétisés en réponse aussi bien au stress salin (Kawano et al., 2001 et 2002) qu'au stress hydrique (Allen, 1995 ; Mascher et al., 2005). Les ROS (Reactive Oxygen species) sont des composés oxygénés contenant un électron non apparié (Punchard et Kelly, 1996) à savoir le superoxyde (O_2^-), le peroxyde d'hydrogène (H_2O_2), l'hydroxyle ($OH^\cdot$), le radical perhydroxyle (HO_2^-), le radical peroxy ($RO_2^\cdot$) et le radical alkoxy ($RO^\cdot$) (Kawano et al., 2001 ; Millter, 2002). Ces ROS sont générées essentiellement au niveau des chloroplastes soit directement à partir de l'énergie d'excitation des chlorophylles soit par réduction monovalente de l'oxygène du photosystème I (Meloni et al., 2003). Ils sont généralement issus de la dégradation de certains lipides membranaires (Wise et Naylor, 1987), de protéines, de sucres et d'ADN (Collins, 2001 ; Nordberg et Arnér, 2001). En outre, en présence d'un stress salin les ROS induisent à court et à long terme une mort cellulaire (Millter, 2002).

4. Effets de la salinité sur les sols

Un taux de sodium "échangeable élevé a pour effet une dispersion des agrégats, ce qui conduit à une réduction de la perméabilité, de la porosité et un tassement des sols. Du point de vue agricole, cela se traduit d'une part par la prise en masse du sol qui devient très compact, dur, difficile à labourer, et d'autre part, par des difficultés de germination, et d'enracinement des plantes. Par ailleurs le sol devient totalement asphyxiant, ce qui s'accompagne d'une atrophie du système racinaire, de son développement de plus en plus superficiel, avec des conséquences défavorables sur la nutrition minérale des plantes, et la

baisse considérable des rendements. Ainsi une élévation du pH peut créer des problèmes de fertilité par :

- un blocage du phosphore sous des formes non ou peu assimilables - Une évolution de l'azote tout à fait particulière (volatilisation).
- Des carences induites de certains éléments minéraux (zinc, Mn, Fe; Cu).
- une dispersion de la matière organique. Cette matière organique ainsi dissoute en milieux alcalins est ramenée en surface par le processus de remontée capillaire et l'évaporation colorant en noir la croûte superficielle (salants noirs).
- une destruction de la structure du sol accentue l'érosion par l'eau et par le vent des sols salins et sodiques. Quand la dégradation des sols se produit dans des zones arides, semi-arides et semi-humides, on assiste à ce que l'on appelle une désertification (Lassana ,1991).

5. Effets de la salinité sur la plante

5.1. Effet sur la germination :

La plupart des plantes sont plus sensibles à la salinité durant leurs phases de germination et de levée (Maillard, 2001) Parmi les causes de l'inhibition de la germination en présence de sel, la variation de l'équilibre hormonal a été évoquée (Ungar, 1978 et Kabar, 1986 in Bouchoukh, 2010). Bien que les halophytes possèdent une teneur très élevée en sel dans leurs tissus au stade adulte, leurs graines ne sont pas aussi tolérantes au sel au stade germination (Belkhodja et Bidai, 2004).

Le stade germination est souvent limité par la salinité du sol et se montre le plus sensible que les autres stades (Bouda s et Haddioui ,2011).

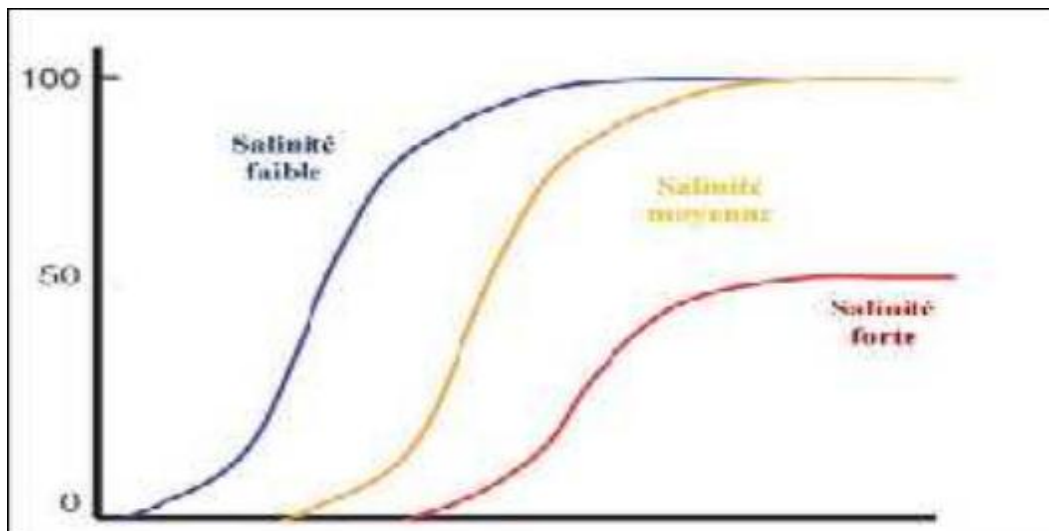


Figure n° 3 : Diminution du pourcentage de germination avec l'augmentation de la salinité (Zoubeir. C., 2010).

5.2. Effet sur la croissance et le développement :

La salinité est une contrainte majeure qui affecte la croissance et le développement des plantes (Bouaouina et *al*, 2000). La salinité affecterait de plusieurs manières la croissance de la plante :

- ✓ La concentration élevée de NaCl diminue également l'absorption de Ca^{2+} qui est relativement tolérante au sel, l'augmentation de la concentration en Na^+ s'accompagne d'une réduction de la concentration en Mg^{2+} , K^+ , N, P et Ca^{2+} dans la plante (Levitt, 1980). Ce déséquilibre nutritionnel est une cause possible des réductions de croissance en présence de sel lorsque des ions essentiels comme K^+ , Ca^{2+} ou NO_3^- deviennent limitant (Soltani, 1988 in Haouala et *al*, 2004).
- ✓ Les effets osmotiques du stress salin peuvent également limiter la croissance des racines, ce qui limite les possibilités d'absorption des éléments nutritifs du sol (Jabnourne, 2008).

5.3. Effet sur la photosynthèse :

La salinité réduit la croissance et la photosynthèse de la plante. Cette réduction est due aux effets complexes d'interactions osmotiques, ioniques, et nutritionnelles (Binaire, 1997 in Rasanen, 2002). La présence du chlorure de sodium dans le sol a généralement pour effet de réduire l'intensité de la transpiration des glycophytes et de nombreux

halophytes en l'absence de toute diminution de la turgescence. Greenway et Munns (1980) suggèrent que la salinité affecte en premier lieu la croissance de la plante puis la photosynthèse, causant suite aux phénomènes de « *Feed-back* » une réduction de la capacité photosynthétique.

Particulièrement chez les glycophytes, la présence continue de *NaCl* dans le milieu de culture entraîne une augmentation d'une part de l'épaisseur des limbes (ce qui deviendrait un élément limitant dans la porosité stomatique) et d'autre part des vitesses d'ouverture des stomates. La photosynthèse étant réduite chez les plantes cultivées en milieu salin. Munns (1993) a tout d'abord pensé que cet effet dépressif serait à l'origine de la diminution de la croissance. Toutefois, comme cette croissance diminue plutôt que la photosynthèse et, à long terme, elle décline davantage que cette dernière ; il a alors considéré que l'accumulation de carbone par les plantes serait affectée par la salinité à cause d'une réduction de l'indice foliaire plutôt que du taux de la photosynthèse.

Le sel peut également provoquer la modification de la densité des stomates, du nombre et du diamètre des vaisseaux du xylème chez les halophytes, ou accélérer le cycle biologique avec changement de la voie métabolique de fixation du carbone (Levigneron *et al*, 1995).

5.4. Effet sur la morphologie :

La succulence, qui se traduit par une accumulation d'eau dans les cellules constitutives des tissus des organes aériens, est l'un des caractères les plus communs aux halophytes. La succulence des cellules foliaires augmente, se traduisant par une augmentation de l'épaisseur des feuilles sont l'une des modifications qui apparaît de façon plus importante chez les espèces les plus tolérantes. On note de plus la réduction de la surface foliaire, par exemple chez *Cressa cretica* et *Tamarix gallica* (Raache et Karboussa., 2004); la présence d'une cuticule épaisse et l'apparition plus précoce de la lignification de quelques organes à la fin de leur cycle de vie (Poljakoff-Mayber., 1975; Raache et Karboussa., 2004).

La salinité affecte la capacité de production des plantes surtout dans la phase qui procède l'inflorescence et conduit à une invalidité partielle de la production des fruits par diminution leur taille, leur nombre et leur poids (Bouassaba. K., 2008).

La salinité affecte en particulier la croissance des racines des plantes (Läuchli et Epstein., 1990; Bayuelo *et al.* ,2002) ont montré qu'elle augmente le rapport PR/PA. En effet, les plantes maintiennent une croissance racinaire relativement importante sous forte contrainte saline, l'augmentation du rapport PR/PA qui s'ensuit semble être associée à une augmentation de leur tolérance au sel.

5.5. Effet sur le proline :

Le stress hydrique agit en augmentant la teneur en proline dans les différents organes de la plante (tiges, feuilles et racines). Cette augmentation peut atteindre 100 fois la quantité normale que l'on trouve dans les tissus en turgescence. Le stress hydrique contribue à l'accumulation de la proline (Paquin et Chu *et al.*, 1976 in Senni, 1995) notent une accumulation de proline dans beaucoup de plantes soumises à un stress salin.

Paquin (1977 in Senni, 1995) constate que des conditions élevées de salinité provoque chez la plante une augmentation de proline qui peut aller jusqu'à 1000 fois la quantité normale dans les tissus en turgescence.

D'après Waldren *et al.* (1974) ont montré que la proline ne s'accumule, de manière significative, que lorsque les plantes sont sévèrement stressées (Ouinten, 1989).

Cavalieri et Huang(1979) ont étudié le rôle de l'accumulation de la proline dans l'adaptation des diverses espèces halophytes dans un environnement salin. Ils montrent que l'accumulation de la proline commence brutalement au delà d'un seuil de salinité. A ce seuil, correspond un point de rupture, un groupe qui accumule la proline à 0,25 M de NaCl, avec une accumulation supérieure à 63 µM/g de poids frais ; un groupe qui accumule 27,4 µM de proline avec 0,7 M de NaCl. Ils ne concluent que la signification de l'accumulation de la proline, comme étant une adaptation à un environnement salin qui est propre à chaque espèce (Senni, 1995).

6. Tolérances des plantes au stress salin

Les adaptations physiologiques ou métaboliques au stress salin au niveau cellulaire sont les réponses principales soumises à des analyses moléculaires et qui ont conduit à l'identification d'un large nombre de gènes induits par le sel (Shinozaki *et al.* ,1998 in Parida et Das, 2005).

7. Mécanismes de résistance à la salinité

La résistance d'une plante à la salinité s'exprime par sa capacité à survivre et à produire dans des conditions de stress salin (Piri et *al.*, 1994). Les plantes développent plusieurs stratégies pour limiter le stress salin (figure 1), qui diffèrent selon la catégorie de la plante (Berthomieu et *al.*, 2003).

Chez les plantes sensibles au NaCl, le Na⁺ s'accumule dans les racines, puis exclu des feuilles, ces plantes sont dites « excluser ». A l'inverse, les plantes tolérant le NaCl, sont dites « incluser » car elles ont en général des feuilles plus chargées en Na⁺ que les racines lorsqu'elles sont cultivées en présence de sel (Haouala et *al.*, 2007) (figure 4).

7.1. Inclusion :

La plante capte le sel, qui parvient aux feuilles, au même titre que l'eau, par le mouvement ascendant de la sève dans les vaisseaux. A l'intérieur des cellules, le sel est alors stocké dans les vacuoles grâce à des systèmes de pompe moléculaire. Les vacuoles sont des compartiments fermés au sein de la cellule. Le sel est ainsi isolé des constituants cellulaires vitaux (Berthomieu et *al.* 2003).

7.2. Exclusion :

La plante empêche le sel de remonter jusqu'aux feuilles. Une première barrière existe au niveau de l'endoderme, couche interne de cellule de la racine. Cependant, cette barrière peut être interrompue, en particulier lors de l'émergence des ramifications de la racine (Levent Tuna et *al.* 2007) ; d'autres mécanismes limitent le passage de sel des racines vers les feuilles mais les gènes qui gouvernent sont encore largement inconnus (Berthomieu et *al.*, 2003).

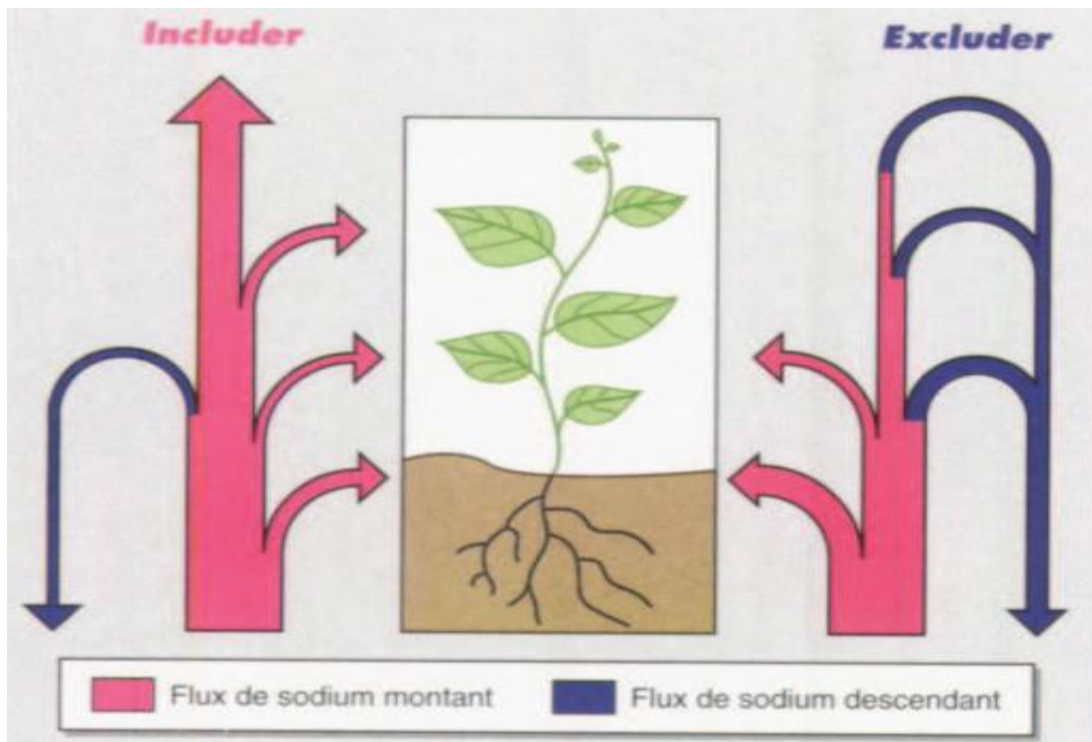


Figure n° 4: Schématisation du bilan de la circulation du sodium dans les plantes include ou exclude (Levigneron et al. 1995).

7.3. Ajustement osmotique :

Face à l'augmentation des forces de rétention de l'eau dans un sol en cours de dessiccation, un ajustement osmotique peut se manifester, mais à des degrés variables, chez la plupart des végétaux. Les métabolites impliqués dans cet ajustement sont assez variés. Ces solutés ont des propriétés physiques et biologiques compatibles, même à forte concentration, avec les fonctions métaboliques (Tahri *et al*, 1998).

L'un des principaux caractères physiologiques de tolérance aux contraintes du milieu est l'ajustement osmotique. Celui-ci est réalisé grâce à une accumulation de composés osmorégulateurs conduisant à une réduction du potentiel osmotique permettant ainsi le maintien du potentiel de turgescence. L'accumulation de ces composés a été mise en évidence chez plusieurs espèces végétales soumises à la contrainte saline. Cette accumulation varie dans de larges proportions suivant l'espèce, le stade de développement et le niveau de la salinité. Les différences d'accumulation des solutés (Acides aminés

libres, proline et sucres solubles totaux) entre les plantes témoins et les plantes soumises au stress salin sont très importantes (El Midaoui *et al*, 2007).

L'ajustement osmotique apparaît aujourd'hui comme un mécanisme majeur d'adaptation aux stress ionique et osmotique qui s'exprime par la capacité d'un végétal à accumuler, au niveau symplasmique et de manière active des ions tels que les K⁺, Na⁺ et Cl⁻ ou des composés organiques tels les sucres solubles (fructose, glucose, tréhalose, raffinose, fructanes) et certains amino-acides (proline, glycine bétaine, β -alaninebétaine, prolinebétaine).

Parmi les acides aminés pouvant être accumulés, la proline représente l'une des manifestations les plus remarquables des stress hydriques et osmotiques. Son rôle d'osmoticum a été rapporté par de nombreux auteurs. L'accumulation de la proline, induite par les stress, peut être le résultat de trois processus complémentaires: stimulation de sa synthèse, inhibition de son oxydation et/ou altération de la biosynthèse des protéines. La proline serait synthétisée à partir de l'acide glutamatique via l'acide 5 carboxylique 1 pyrroline (P5C), mais également via l'arginine et l'ornithine (Tahri *et al*, 1998).

Partie II : Étude expérimentale

Chapitre III: Matériels et Méthodes



I. Matériels et méthodes :

1- L'objectif :

Cette étude a pour objectif de comparer le comportement aussi bien morphophysologiques et biochimiques de deux variétés de poivron doux *Capsicum annuum* L. var : (*Marconi* et *Super marconi*), soumises à des conditions de stress salin.

2- Matériels utilisés :

2.1- Matériel végétal :

Les graines du poivron *Capsicum annuum* L. var : *Marconi* et *super marconi* plantées durant l'année 2016/2017, sous des conditions semi-contrôlées.



Photo n° 1 : Les graines de deux variétés du poivron doux (*Marconi* et *Super marconi*)

(2016-2017)

2.2- Le sol :

Pour préparer le sol de culture dans notre expérimentation on a utilisé les composants suivants :

- 1/3 sable.
- 1/3 de sol séché.
- 1/3 de tourbe.



Photo n°2 : la composition du sol de la culture (sable, sol séché, tourbe)(2016-2017)

2.3. Les solutions salines

Les plantes des deux variétés sont soumises aux différents traitements de Na Cl :

- S_0 correspond à une concentration en NaCl de 0 m Mol / l (témoin).
- S_1 correspond a une concentration en NaCl de 25 m Mol/ L.
- S_2 correspond a une concentration en NaCl de 50 m Mol/ L.
- S_3 correspond a une concentration en NaCl de 150 m Mol / L.

3. Le dispositif expérimental :

L'essai est conduit selon un dispositif expérimental en blocs complètement aléatoires (BAC), comportant 4 blocs (répétitions) de chaque variété de poivron doux (*Marconi* et *Super marconi*). Pour chaque répétition, on a 2 plantes. (Tableau III, photo n° 3)

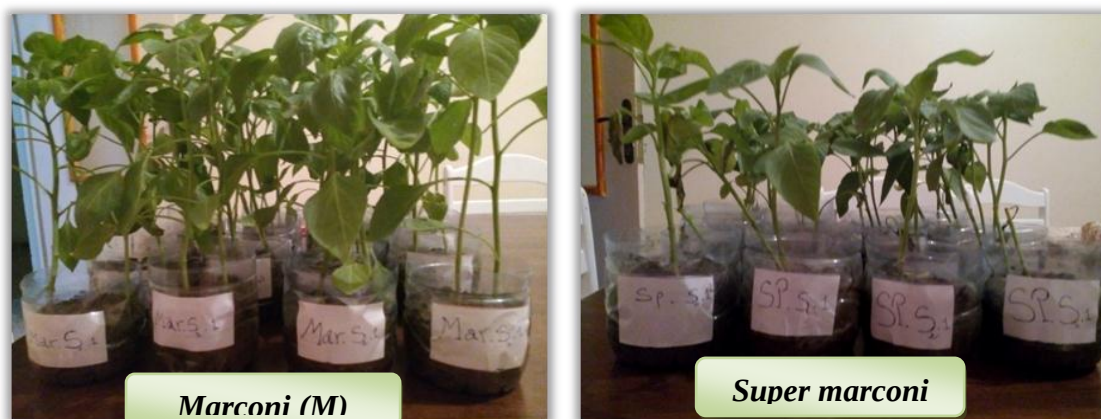


Photo n° 3 : Le dispositif expérimentale des deux variétés *marconi* (M) et *Super marconi* (Sp)(2016-2017).

Tableau III : Le dispositif expérimental de deux variétés *Marconi* (M) et *Super marconi* (Sp).

Concentration Répétition	M				Sp			
	S0	S1	S2	S3	S0	S1	S2	S3
1	1MS0	1MS1	1MS2	1MS3	1SpS0	1SpS1	1SpS2	1SpS3
2	2MS0	2MS1	2MS2	2MS3	2SpS0	2SpS1	2SpS2	2SpS3
3	3MS0	3MS1	3MS2	3MS3	3SpS0	3SpS1	3SpS2	3SpS3
4	4MS0	4MS1	4MS2	4MS3	4SpS0	4SpS1	4SpS2	4SpS3

4. Les paramètres morphophysiologiques étudiées

Les plantes sont traitées pendant 21 jours, à la fin on procède au dosage des paramètres morphologiques, physiologiques et biochimiques.

4.1- Les paramètres morphologiques étudiés

Afin de déterminer l'effet des différents traitements de NaCl sur les espèces étudiées, des paramètres morphologiques ont été mesurés.

4.1.1- Comptage du nombre des feuilles (NF)

Nous avons compté le nombre des feuilles pour chaque traitement. Pour déterminer l'effet de la salinité sur la partie aérienne durant le stade de la croissance chez les deux variétés (Sup et M).

4.1.2- Mesure la longueur de la partie aérienne et souterraine (LPA, LPS : cm)

Avant prélèvement les plantes nous avons mesuré la hauteur de la tige en centimètres (cm) à l'aide d'une règle graduée à la cour du période de traitement (7 fois dans 21 jours), après on enlève les plantes des pots et on les lave et on procède à la mesure de longueur des racines et des tiges des plantes (Photo n°4).



Photo n°4 : La mesure de longueur des racines et des tiges chez les deux variétés *Marconi* et *Super marconi*.(2016-2017)

4.1.3- La matière fraîche et sèche (MF, MS/ g)

Nous avons sécher dans une étuve à 80 C° pendant 24 h les deux parties des mêmes plantes utilisées pour la mesure des paramètres morphologiques, mais avant fait cette étape il faut mesurer les biomasses fraîches de ces plantes. On pèse le poids frais et sec à l'aide d'une balance.

4.2- Les paramètres physiologiques et biochimiques

Le comportement physiobiochimique de différentes variétés étudiées vis-à-vis du stress salin est déterminé par l'évaluation des paramètres biochimiques utilisés dans plusieurs travaux concernant la réponse des plantes aux différents stress abiotiques.

4.2.1-Détermination de la teneur en eau (TRE %)

La teneur en eau (%) est déterminée par la différence entre la matière fraîche (MF) et la matière sèche (MS), par rapport à la (MF), selon la formule suivante :

$$\text{TRE (\%)} = [(MF - MS) / (MF_s - MS) \times 100]$$

4.2.2- Dosage des sucres solubles : glu (ug/100mg/MF)

Nous avons procédé au dosage des sucres solubles dans les feuilles des plantes selon la méthode de Dubois, (1956). Pour l'extraction des sucres solubles (Figure 5). La détermination de la des sucres solubles est réalisée selon la formule:

$$\text{Sucre : } (0.095 (D_o) - 0.0042) \times 10 / 0.1$$

DO : Absorption à la longueur d'onde de 490 nm

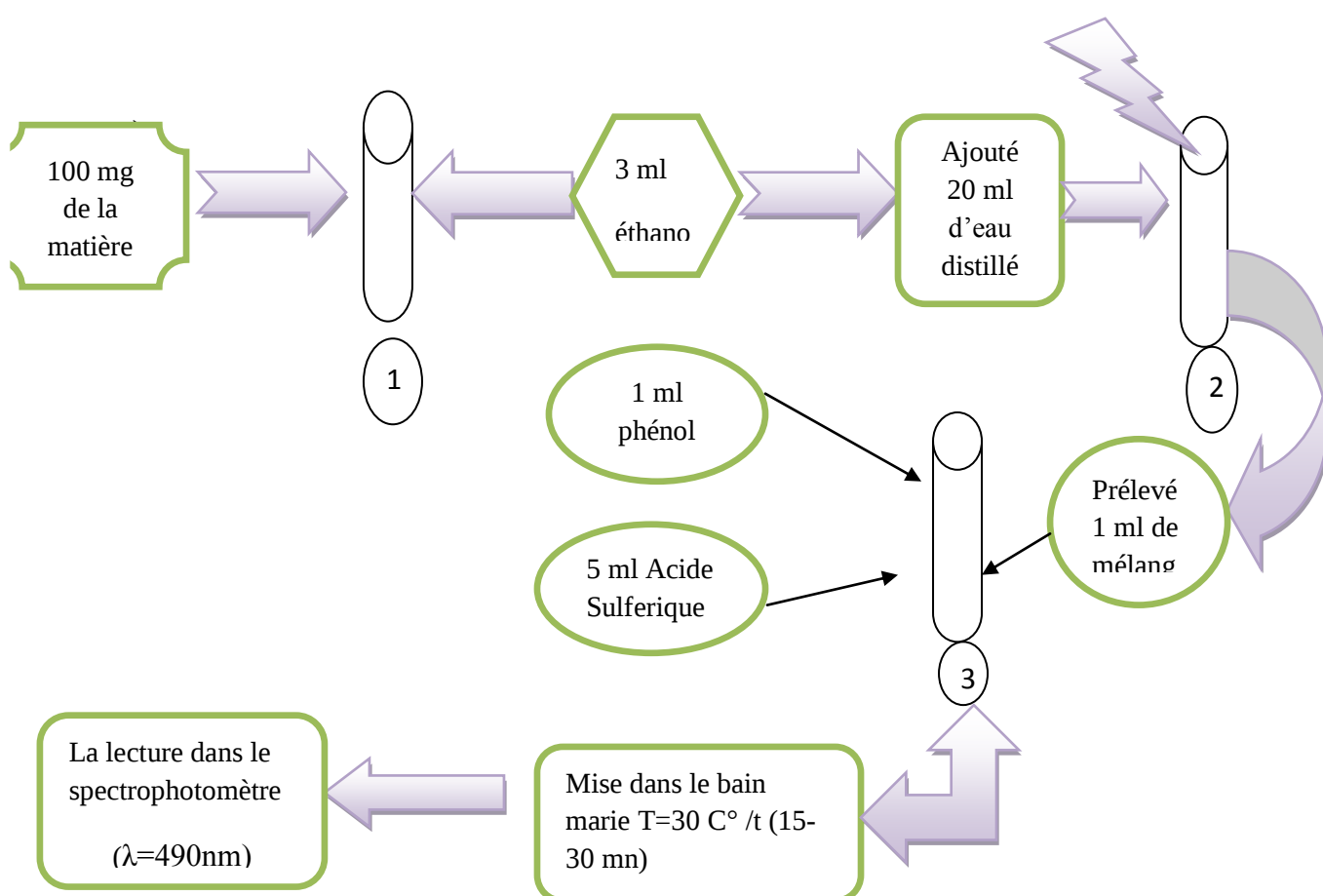


Figure n° 5: Schéma représente les différentes étapes pour déterminer la teneur en sucre.

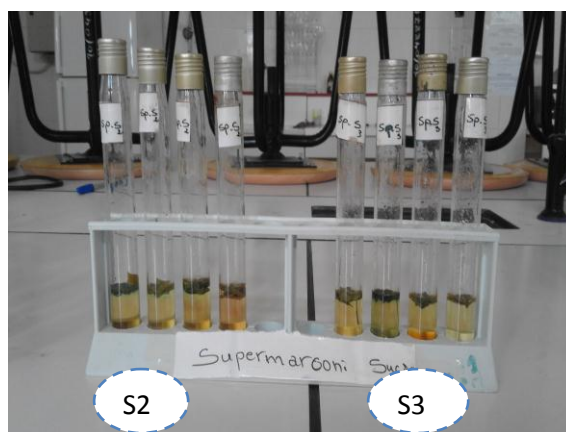


Photo n°5 : la solution d'extraction des sucres de variété *super marconi* en différents concentration après chauffage dans un bain-marie.(2016-2017)

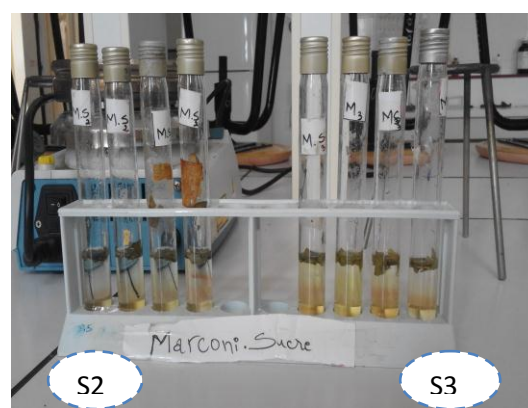


Photo n°6 : la solution d'extraction des sucres de variété *marconi* en différents concentration après chauffage dans un bain-marie.(2016-2017)

4.2.3- Dosage de chlorophylle Chl (a), (b), (t)/mg/g/MF)

L'extraction de la chlorophylle a et b est réalisé selon la méthode de Francis *et al* (1970). (Figure 6). Les valeurs de la chlorophylle sont déduites selon les formules attribuées à Amon (1949) par Ferus et Arkosiova (2001) :

$$\text{Chl a (mg/l-1)} = 12.7 \times \text{Do (663)} - 2.69 \times \text{Do (645)}$$

$$\text{Chl b (mg/l-1)} = 22.9 \times \text{Do (645)} - 4.68 \times \text{Do (663)}$$

$$\text{Chl total (mg/l-1)} = \text{Chl a} + \text{Chl b}$$

DO : Absorption à la longueur d'onde de 663/645 nm

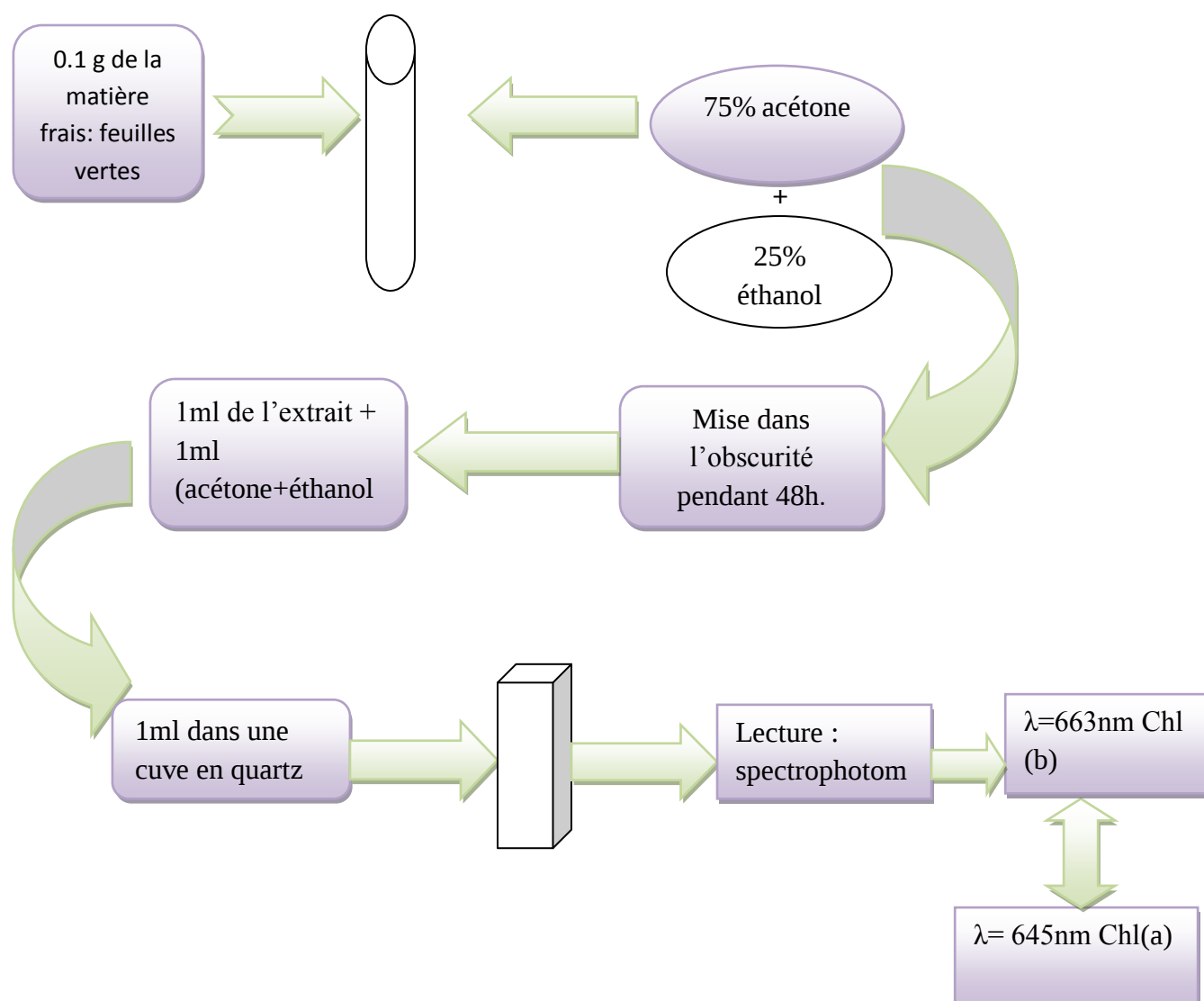


Figure n°6 : Schéma représente les différents étapes pour déterminer la teneur en chlorophylle.

5-Analyse statistique

Le programme Excel state 2015 a été utilisé pour réaliser toutes les analyses de la variance ainsi que le test de Newman-Keuls ($\alpha = 0.05$) afin de comparer les moyennes entre les échantillons témoins et ceux traités pour chaque paramètre analysé.

Chapitre II

Résultat et discussion

1 .Résultats

La salinité affecte sur le développement végétatif des plantes de poivron doux. Dans notre étude, nous avons intéressé en premier lieu à l'effet des différentes concentrations de NaCl (0 mM/L, 25 mM/L, 50 mM/L, 150 mM/L) sur la croissance morphologique et les caractères biochimique de deux variétés (Marconi et Super marconi) du poivron doux (*Capsicum annuum* L.). Pour cela nous avons analysée des paramètres morphophysologiques et biochimiques.

1.1. Effet de la salinité sur les paramètres morphophysologiques

1.1.1. Longueur des tiges(LT)

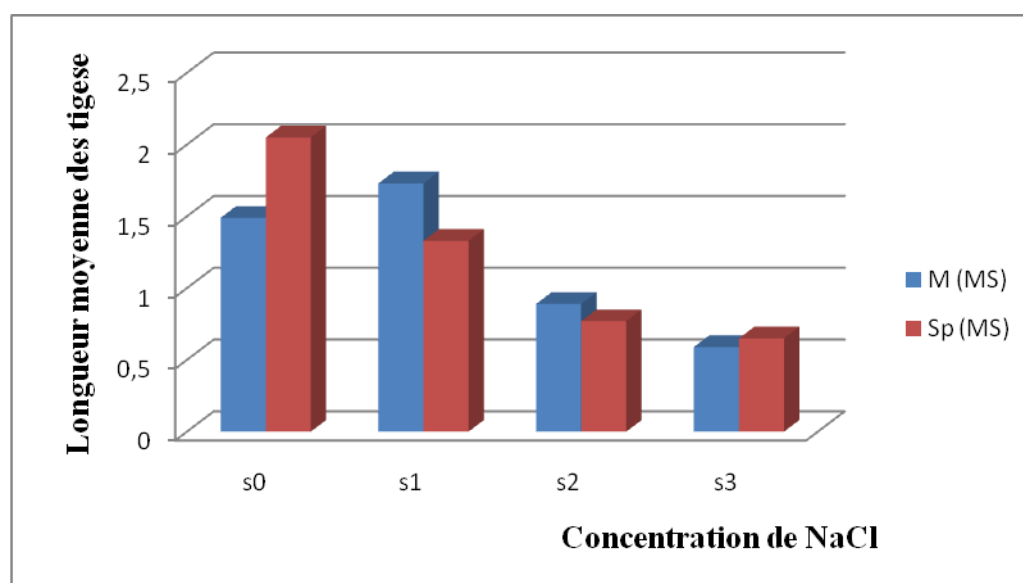


Figure n°7 : Effet de la salinité sur la longueur des tiges de deux variétés de poivron doux dans la phase de croissance

Les résultats obtenus montrent que les différentes concentrations de Na Cl dans le milieu ont un effet sur la croissance en longueur des tiges chez les deux variétés *Marconi* et *Super marconi* (Figure7).

La salinité cause la diminution de la longueur des tiges dans les deux variétés, où il était moins de valeur dans la concentration en S3 (LT=13.77cm de M et LT=11.62cm de Sp) et la grande valeur en S0 (LT=16.25cm de M et LT=14.01cm de Sp).

Le comportement de deux variétés est différent dans tout les concentrations de Na Cl, et la variété de(M) plus résistance que la variété (Sp). (Figure7).

L'analyse de la variance (tableau IV) a montré une différence très hautement significative longueur des tiges chez la variété *Super marconi* dans les 3 concentrations de Na Cl.

Tableau IV: Analyses de la variance relative à l'effet du NaCl sur la longueur des tiges chez les deux variétés de poivron.

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	7	79,987	11,427	30,239	< 0,0001
Erreur	24	9,069	0,378		
Total corrigé	31	89,056			

1.1.2. Longueur des racines (LR)

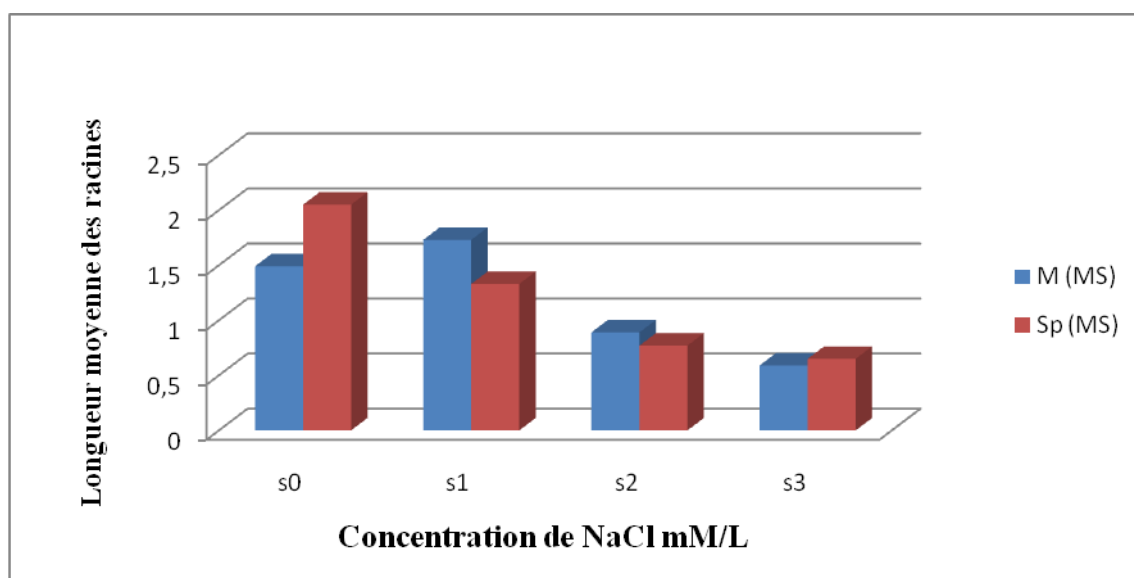


Figure 8: Effet de la salinité sur la longueur des racines dans la phase de croissance chez les deux variétés de poivron doux.

La salinité affecte sur la longueur des racines d'un impact clair dans les deux variétés, l'augmentation de la concentration Na Cl cause la diminution de longueur des racines (relation inverse), où le moins valeur observé de deux variété dans la concentration S3 (LR=4.81cm de M et LR=4.06cm de Sup) et la plus grande valeur en S0 (LR=12.62 de M et LR=10.25cm de Sp). (Figure8) Nous avons observé le comportement des deux variétés (Sp et M) est différent dans tout les concentrations salins, mais la variété (M) c'est la plus résistance que la variété (Sp). (Figure8)

L'analyse de la variance (tableau V), a montré une différence non significative entre la longueur des racines chez la variété *Super marconi* dans les 3 concentrations de NaCl.

Tableau V : Analyses de la variance relative à l'effet du NaCl sur la longueur des racines chez les deux variétés de poivron.

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	7	299761,627	42823,090	0,986	0,465
Erreur	24	1042767,742	43448,656		
Total corrigé	31	1342529,369			

1.1.3. Le nombre des feuilles (NF)

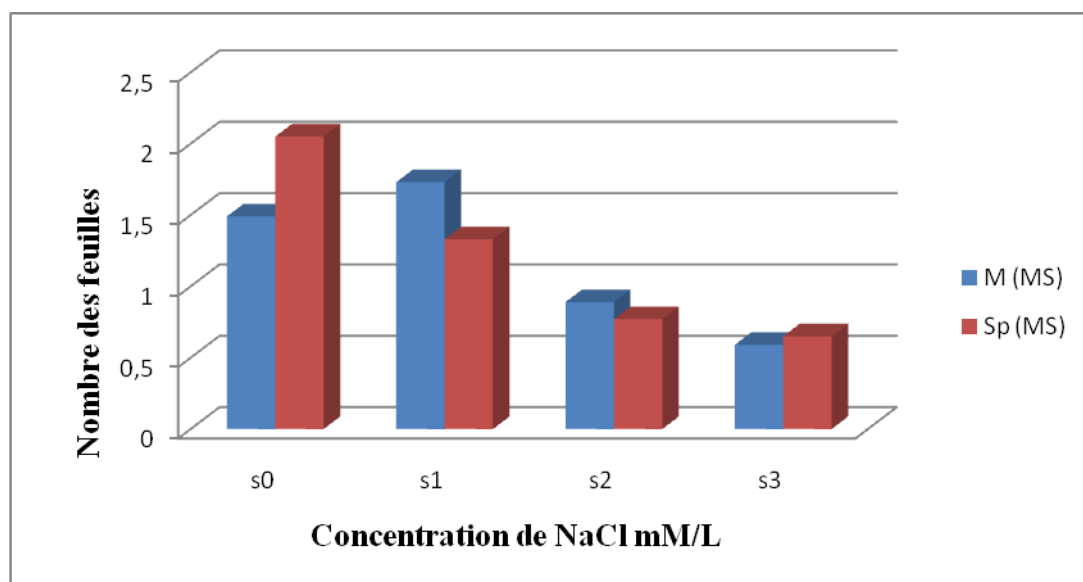


Figure 9: Effet de la salinité sur le nombre des feuilles dans la phase de croissance chez les deux variétés de poivron doux

La salinité affecte sur les nombres des feuilles d'un impact clair dans les deux variétés, diminution les nombres des feuilles résulte de l'augmentation de la concentration NaCl (relation inverse) où le moins valeur observé dans la concentration S3 (NF=10.83 de *M* et NF=7.78 de *Sp*) et la plus grande valeur en S0 (NF=12.4 de *M* et NF=9.4cm de *Sp*). Nous avons observé également le comportement des deux variétés est différent dans tout les concentrations de NaCl, mais la variété de *M* c'est la plus résistance que la variété de *Sp*. (Figure 9).

L'analyse de la variance (tableau V), a montré une différence non significative entre le nombre des feuilles chez les deux variétés dans les 3 concentrations de NaCl.

Tableau VI : Analyses de la variance relative à l'effet du NaCl sur le nombre des feuilles chez les deux variétés de poivron.

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	3	8.386	2,795	0,918	0,462
Erreur	12	36.560	3,047		
Total corrigé	15	44.946			

1.1.4. Matière fraîche (MF/g)

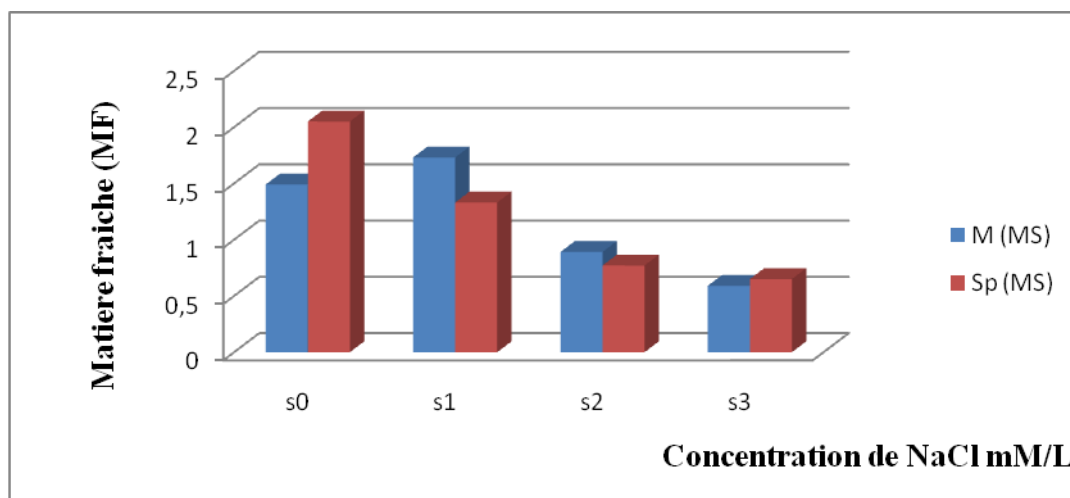


Figure 10 : Effet de la salinité sur la matière fraîche dans la phase de croissance chez les deux variétés de poivron doux.

Le paramètre de poids fraîche des plantules de deux variétés de poivron doux (*Marconi* et *Super marconi*) indiqué dans la (Figure 10). A partir de la figure nous avons résulté que la matière fraîche diminué avec l'augmentation de la salinité de l'eau d'arrosage. La diminution de biomasse fraîche accompagné de l'augmentation de la concentration de Na Cl .alors que la valeur le moins marqué il était à S3 (MF = 1.85 g chez *Sp* et 1.66 g chez *M*) et la valeur plus grand nous avons observé à S0 (MF=5.31g chez *Sp* et 4.37 g chez *M*).

L'analyse de la variance (tableau VI), a montré une différence très hautement significatif entre la matière fraîche chez les deux variétés dans les 3 concentrations de NaCl.

Tableau VII : Analyses de la variance relative à l'effet du NaCl sur la matière fraîche chez les deux variétés de poivron.

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	7	40,123	5,732	8,650	< 0,0001
Erreur	24	15,903	0,663		
Total corrigé	31	56,026			

1.1.5. Matière sèche (MS/g)

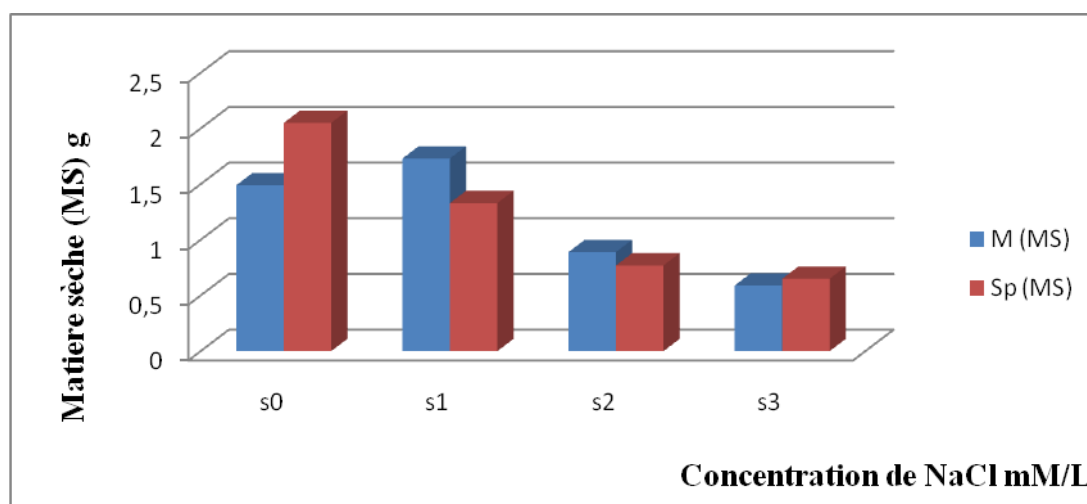


Figure 11: Effet de la salinité sur la matière sèche dans la phase de croissance chez Les deux variétés de poivron doux

En fonction des résultats dans la (Figure 11) .apparaissent associé au poids secs chez deux variétés de poivron doux (*Marconi et Super marconi*) .l'étude démontrent que l'influence des sels se traduit par une diminution de la matière sec chez les deux variétés,

Nous remarquons que les poids secs chez les plantes témoins (S0) plus que les plante stressés et nous avons observé que la plus grand valeur il était chez les plante témoins mais chez les plante ce qui a traitée par l'eau salée les chiffres obtenus diminué par rapport à S0 surtout en concentration S3=150 mM/L.

L'analyse de la variance (tableau VIII), a montré une différence non significative entre la matière sèche chez les deux variétés dans les 3 concentrations de NaCl.

Tableau VIII : Analyses de la variance relative à l'effet du NaCl sur la matière sèche chez les des variétés de poivron.

Source	DDL	Somme carrés	des Moyenne carrés	des F	Pr > F
Modèle	7	99,431	14,204	1,302	0,292
Erreur	24	261,877	10,912		
Total corrigé	31	361,308			

1.1.6. Effet de salinité sur La teneur en eau relative (TER %)

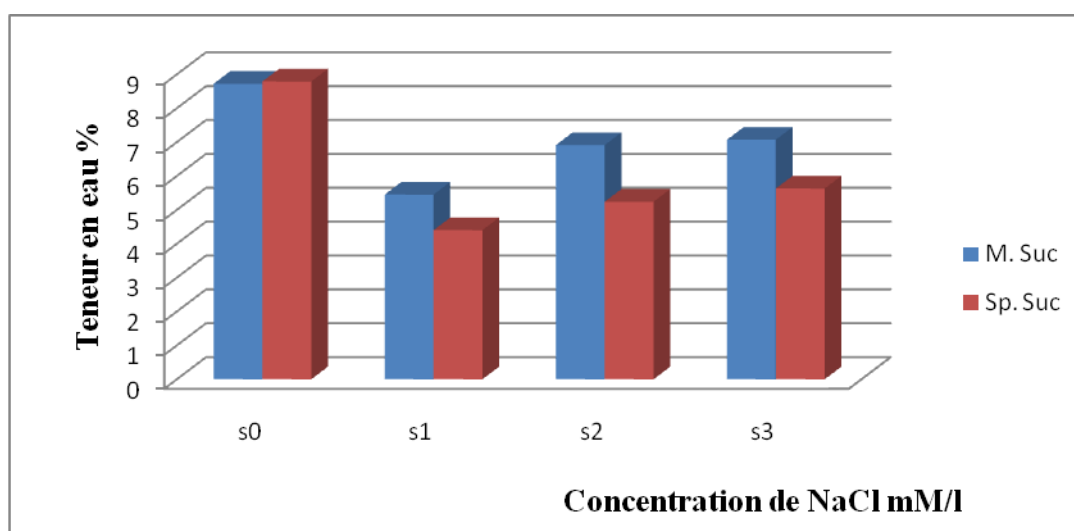


Figure 12 : Effet de la salinité sur la teneur en eau (TER) dans la phase de croissance chez les deux variétés de poivron doux.

Les résultats obtenus montrent aussi que la salinité crée un effet significatif sur la teneur en eau, les plantes témoins de la variété *Marconi* et *Super marconi* la teneur en eau chez eux où il devrait être élevé (92.34% chez la variété *Marconi* et 93.5% chez la variété *Super marconi*).

L'effet de sel de concentration S1 et S2 chez les deux variétés a diminué cette teneur mais reste plus proche au S0 (témoin), (87.32% chez la variété de *Marconi* et 93.04% chez la variété *Super marconi*) ceci en concentration S1 et (80.4% et 90.73%), respectivement chez les variétés (*Marconi* et *Super marconi*) en concentration S2, mais dans la concentration en sel S3 (150mM /l) nous avons remarqué que la teneur chez les deux variétés a diminué et la diminution elle a été élevée en comparaison avec les concentrations S1 et S2 (25mM/L, 50mM/L). de chaque variété (53.8% chez la variété *Marconi* et 58.75% chez la variété *Super marconi*).

L'analyse de la variance (tableau IX), a montré une différence très hautement significative entre la teneur en eau chez les deux variétés dans les 3 concentrations de NaCl.

Tableau IX: Analyses de la variance relative à l'effet du Na Cl sur la teneur en eau Relative chez les deux variétés de poivron.

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	7	5956,960	850,994	4,292	0,003
Erreur	24	4758,963	198,290		
Total corrigé	31	10715,923			

1.2. Les paramètres biochimiques

1.2.1. La teneur en chlorophylle(a)

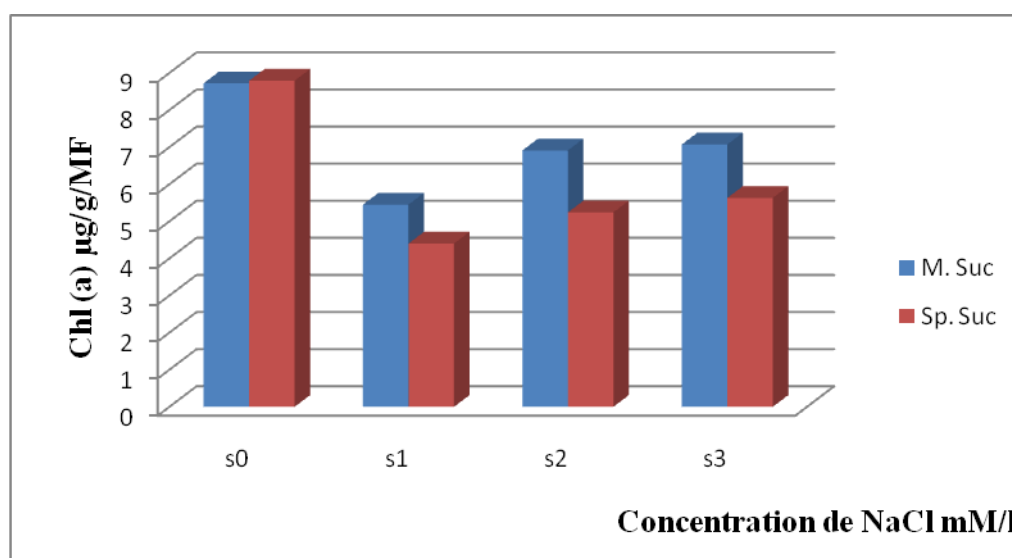


Figure n° 13 : Effet de la salinité sur la teneur en chlorophylle(a) dans la phase de croissance chez les deux variétés de poivron doux

Les résultats obtenus (Figure13) montrent que la teneur en chlorophylle (a) est fortement conditionnée par les variations de la solution salin ;

En effet, le stress salin réduit fortement la teneur de cette chlorophylle. Les plantes témoins chez les deux variétés (*Marconi* et *Super marconi*) présentent les teneurs en chlorophylle (a) plus élevée et sont de (139.8 µg/g/MF chez la variété Marconi et 133.2 µg/g/MF chez la variété Super marconi) .les diminutions plus importants ont été remarqué en Concentration S3=150mM/l de NaCl (77.1 µg/g/MF chez la variété Marconi et 110.9 µg/g/MF chez la variété Super marconi).

L'analyse de la variance (tableau X), a montré une différence significative entre la teneur en chlorophylle (a) chez les deux variétés (*Marconi* et *Super marconi*) dans les 3 concentrations de NaCl.

Tableau X: Analyse de la variance de la teneur en chlorophylle(a) chez les deux variétés de poivron.

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	7	13759,531	1965,647	13,460	< 0,0001
Erreur	24	3504,948	146,039		
Total corrigé	31	17264,479			

1.2.2. La teneur en chlorophylle (b)

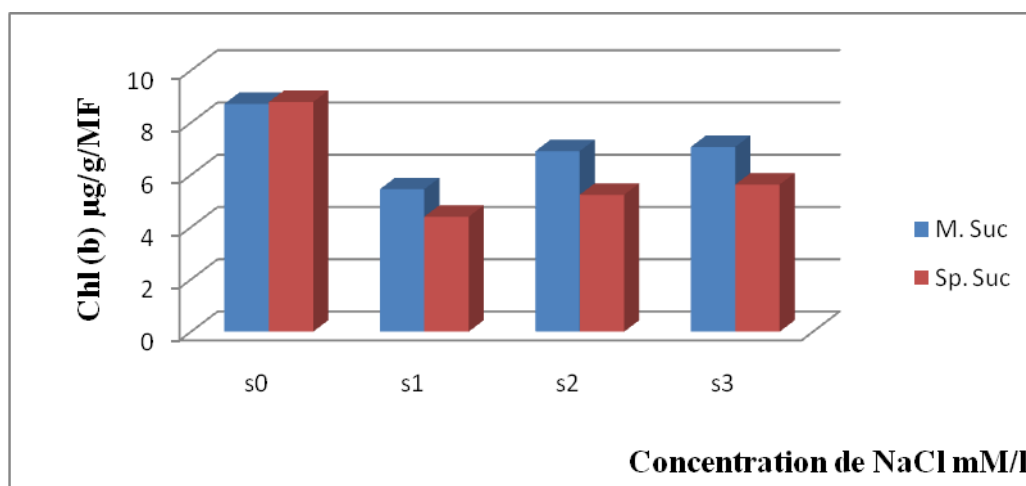


Figure n°14 : La teneur en chlorophylle(b) dans la phase de croissance chez les deux variétés de poivron doux

A partir de la (Figure 14), Nous remarquons que la teneur en chlorophylle (b) est importante chez les plantes témoins ; elles est de (237.6 µg/g/MF et 241.35 µg/g/MF) respectivement pour la variété *Marconi* et *Super marconi* ; Cette valeur est supérieure à celle obtenue pour les plantes stressées aux sels ; mais Les réductions plus importants ont

été notées en présence de 150 mM /L de NaCl (165.15 µg/g/MF chez la variété *Marconi* et 139.95 chez la variété *Super marconi*).

L'analyse de la variance (tableau XI), a montré une différence très hautement significatif entre la teneur en chlorophylle (b) chez les deux variétés dans les 3 concentrations de NaCl.

Tableau XI: Analyses de la variance relative à l'effet du NaCl sur la teneur en Chlorophylle(b) chez deux variétés de poivron.

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	des F	Pr > F
Modèle	7	38126,630	5446,661	8,211	< 0,0001
Erreur	24	15920,235	663,343		
Total corrigé	31	54046,865			

1.2.3. Effet de salinité sur la teneur en chlorophylle total (t)

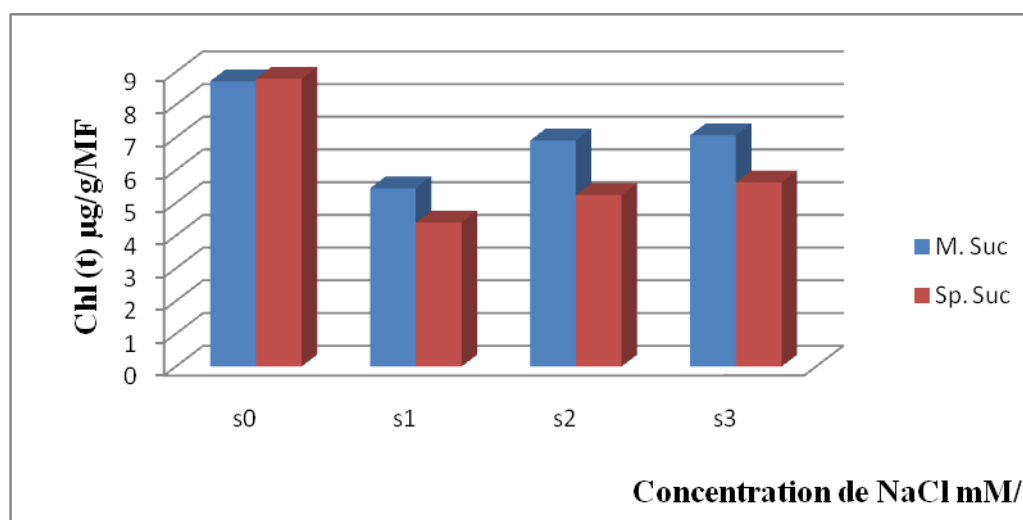


Figure 15: Effet de la salinité sur la teneur en chlorophylle total (t) dans la phase de croissance chez les deux variétés de poivron doux

La teneur en chlorophylle totale enregistrée (Figure 15) chez les plantes témoins est beaucoup plus importante. Elle est de 377.32 µg/g MF et 374.62, respectivement chez les variétés *Marconi* et *Super marconi*. Cette teneur diminue progressivement avec le degré

de la salinité des sels utilisés à S1= 358.93 µg/g/MF ; S2=292.2µg/g/MF et S3=242.36 µg/g/MF chez la variété Marconi et chez la variété Super marconi les chiffres obtenus est (S1=352.82 µg/g/MF ; S2=326.51 µg/g/MF ; S3=250.87 µg/g/MF). De ces résultats, nous pouvons retenir que la solution d'irrigation (150g/l Na Cl) a provoqué des diminutions des concentrations des pigments chlorophylliens (chlorophylle(a), (b) et les caroténoïdes) pigments chlorophylliens vis-à-vis du stress salin.

L'analyse de la variance (tableau XII), a montré une différence non significative entre la teneur en chlorophylle (t) chez les deux variétés dans les 3 concentrations de NaCl.

Tableau XII : Analyses de la variance relative à l'effet du Na Cl sur la teneur en chlorophylle total chez les deux variétés de poivron.

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	7	2170428,792	310061,256	1,114	0,386
Erreur	24	6677657,593	278235,733		
Total corrigé	31	8848086,385			

1.1.5. La teneur en sucre

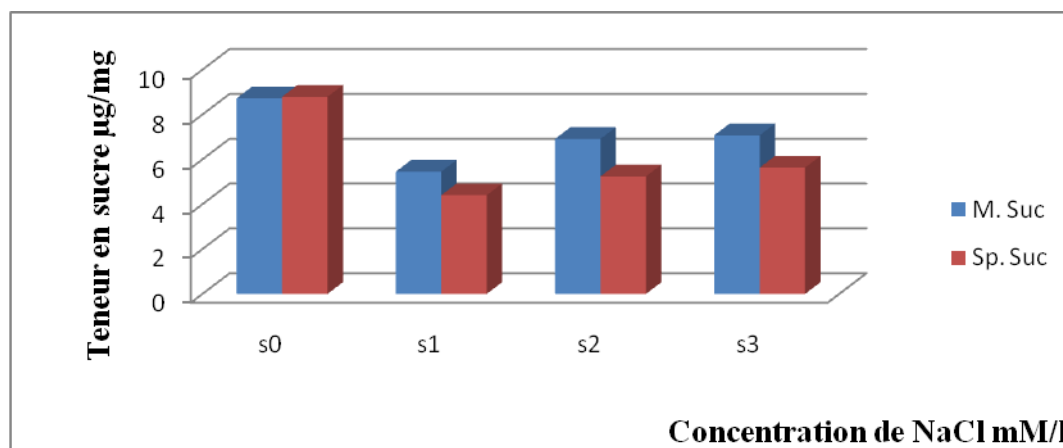


Figure n° 16 : Teneurs en sucres solubles dans la phase de croissance chez les deux variétés de poivron doux.

Les résultats obtenus montrent que la teneur en sucres solubles accumulés dans les feuilles chez les espèces étudiées varie en fonction du stress salin.

Dans les conditions normales (absence de stress), La teneur en sucre est élevée chez les deux variétés (Marconi et Super marconi) et enregistré les valeurs les plus élevées (8.72 µg/mg et 8.79 µg/mg) respectivement chez les variétés (Marconi et Super marconi).

En cas de stress faible (25g NaCl/L), nous avons remarqué que la teneur en sucre est diminuée chez les deux variétés (5.45 µg/mg et 4.48 µg/mg) chez la variété Marconi et Super marconi en ordre.

L'accumulation des sucres solubles est augmentée petit à petit dans la concentration S2 (50mM/L) et S3 (150mM/L).

L'analyse de la variance (**tableau XII**), a montré une différence hautement significative entre la teneur en sucres solubles chez les deux variétés (*Marconi et Super marconi*) dans les 3 concentrations salins.

Tableau XII: Analyse de la variance de la teneur en sucres solubles chez les deux variétés *Marconi et Super marconi*

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	des F	Pr > F
Modèle	7	58,884	8,412	10,277	< 0,0001

Erreur	24	19,645	0,819
Total corrigé	31	78,529	

2. Discussion

La salinité est l'un des principaux stress abiotiques limitant la croissance et la productivité des plantes (Rassol et al. ,2013), (Solimane et El-Shaieny, 214), (Ly et al. ,2004). Les résultats obtenus montrent que la teneur relative en eau des feuilles des plantes *Capsicum annum* L., est réduite lorsqu'elles sont soumises à des concentrations élevées en NaCl.

Selon (Rochdi et al. ,2005), les sels affectent toutes les parties de la plantes sont plus perceptibles sur les feuilles. Cette sensibilité foliaire s'accroît avec l'augmentation des concentrations du NaCl et dans la solution d'arrosage. En effet l'augmentation de la teneur en NaCl entraîne une diminution de l'hydratation des tissus (Hamrouni et al. ,2008). L'intensification du traitement salin s'accompagne d'une diminution du niveau d'hydratation qui reste toutefois tolérable

Selon (Flowers et Yeo, 2005), la mortalité des plantes en milieu salin s'explique par une perturbation de l'alimentation hydrique et d'une inhibition du métabolisme. Dans les zones arides et semi-arides, la contrainte saline est souvent associée au déficit hydrique. Le stress salin induit des changements au niveau du statut hydrique de la plante (Hopkins, 2003). Ce processus conduit à un dessèchement des feuilles (Blumwald, 2000), une diminution du contenu relatif en eau des feuilles suite à la perte d'eau cellulaire (Mehani et al. ,2012), une réduction générale de la croissance (Blumwald, 2000), la transpiration (Verslues et al. ,2006), l'absorption hydrique par les racines (Urban.L et Urban.I, 2010), et perturbe l'homéostasie cellulaire (Perdiguero et al. ,2013) (Iqbal et al.,2014) La salinité perturbe l'intégrité cellulaire et la fonction de l'appareil photosynthétique (Munns et Tester, 2008).

Par ailleurs, (Kim et al., 2010) rapportent que l'acide abscissique, agit comme un signal de stress (Zhang et al. ,2006) synthétisé notamment en réponse à un déficit hydrique, et identifié comme l'un des signaux impliqués dans la régulation des stomates. Leur fermeture permet une diminution de la perte en eau mais elle provoque également une diminution de l'apport en CO₂. Le stress salin a augmenté de manière significative la

La salinité a un effet dépressif par une réduction de la teneur en chlorophylle a, b et totale (Lepengue et *al.* ,2012), (R'him et *al.* ,2013), (Rohanipoor et *al.* ,2013) Sous un régime salin la chlorophylle a, b et caroténoïdes ont été considérablement réduits chez le mung bean (Saha et *al.* ,2010) et le *canola* (Baghizadeh et *al.* ,2014). Des quantités excessives d'ions toxiques dans les tissus foliaires de cultivars de gombo peuvent se comporter comme agent dégradant de la chlorophylle (Abbas et *al.* ,2013). La diminution de la synthèse de la chlorophylle peut être due, entre autre, à une diminution de l'acide 5-aminolévulinique (Stobart et *al.* ,1985)

Le NaCl inhibe la synthèse de l'acide 5-aminolévulinique, un précurseur de la chlorophylle (Santos, 2004), (Nukaew et *al.* ,2014). Sous contrainte hydrique, on constate une perturbation au niveau des réactions photochimiques de la photosynthèse, avec un blocage du transfert d'électrons entre LHC II et PSII (O'Neill et *al.* ,2006). En outre, la culture de plantes dans des conditions de solution saline est connue pour endommager le PSII (Ashraf et Hariss, 2004) et les enzymes photosynthétiques (Youssef et Awad., 2008). Le stress salin joue un rôle dans la diminution de l'activité de la chlorophyllase (Djanaguiraman et Varaprasad., 2013). La diminution du taux d'assimilation du CO₂ dans les feuilles est associée à une inhibition de la photosynthèse.

Le NaCl réduit la teneur en chlorophylle même à plus faible concentration avec une augmentation du ratio chl_a/chl_b (Santos, 2004). Les plantes exposées au stress salin ont montré des symptômes de chlorose des feuilles et de nécrose, des résultats similaires ont été confirmés par (Ibn Maaouia-Houimli et *al.* ,2011). Les gènes impliqués dans la photosynthèse et la mobilisation des réserves stockées sont réprimés lors d'une augmentation de la concentration de sucre, tandis que les gènes requis pour le catabolisme du carbone métabolite sont induits (Pego et *al.* , 2000).

Les résultats montrent une augmentation dans la teneur en sucres solubles chez les différents organes en fonction de la concentration saline. Le NaCl induit des augmentations des teneurs des composés glucidiques proportionnellement aux doses chimiques appliquées (Lepengue et *al.* ,2012). Chez les plantes, les sucres sont nécessaires pour soutenir la croissance et la régulation de l'expression génique (Ho et *al.* ,2001). Ils sont également considérés comme de bons osmorégulateurs (Clifford et *al.* ,1998), (Bouatrous, 2013), qui peuvent jouer un rôle important dans l'ajustement osmotique et l'adaptation des plantes au stress osmotique (Morgen, 1984).

Conclusion

Conclusion

A travers cette étude, nous avons mis en évidence l'effet des différents niveaux de la salinité sur des paramètres morphophysiologiques et biochimiques. Chez deux variétés de poivron doux (*Capsicum annuum L.*) : *Marconi* et *Super marconi* à différentes concentrations salins (S0=0 mM/L, S1=25mM/L, S2=50mM/L, S3=150mM/L).

Il ressort que :

- ❖ Lorsque la salinité du milieu augmente le taux accompagné par fortement dépressif sur les paramètres morphologiques tels que la longueur des tiges et des racines, le nombre des feuilles, la teneur relative en eau et généralement sur la continuité de croissance naturellement.
- ❖ Par contre les concentrations élevées en NaCl permettent l'augmentation de l'accumulation des solutés compatibles : comme les sucres solubles qui seraient impliqués dans les mécanismes d'ajustement osmotique et serviraient aussi comme osmoprotecteurs.
- ❖ D'autre part, la teneur en chlorophylle (a) et (b) et (T) varie, en s'abaissant sous le traitement salin imposé, ce qui influe négativement sur la photosynthèse des plantes stressées.

A l'issue de ce travail, nous pouvons conclure que l'effet de différentes concentrations salines sur le comportement physiologique ,morphologique et biochimiques de *Marconi* et *Super marconi* a permis de mieux comprendre le comportement et le développement de cette plante vis a vie du sel et ainsi de déterminer et sélectionner les espèces les mieux résistantes à la salinité.

Les références bibliographiques

Les références bibliographiques



1. **ABBAS.S, PERVEZ.M.A, AYYUB.C.M and AHMAD.R, 2013.** “Assessment of Morphological, Antioxidant, Biochemical and Ionic Responses of Salt Tolerant and Salt Sensitive Okra (*Abelmoschus esculentus* L.) under Saline Regime,” *Pak. j. life soc. Sci.*, vol. 11, no.2, pp. 147-153.
2. **ALLEN R., 1995.** Dissipation of oxidative stress tolerance using transgenic plants. *Plant Physiol.*; 107: 1049-1054.
3. **ANYNOME, 2004.** www.aprifel.com : Fiches nutritionnelles pour produits ; le poivron.
4. **ASHRAF.M et MCNEILLY T., 2004.** Salinity tolerance in Brassica oil Seeds. *Reviews in Plant Sciences*, 23, 2, 157-174.
5. **ASHRAF.M and HARRIS.P.J.C, 2004.** “Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants,” *Plant Science*, vol. 166, no 1, pp. 3-16.
6. **ASHWORTH S., 1991.** Seed to seed : Seed Saving techniques for the vegetable gardener. Seed Saver Publications, Decorah, Iowa/USA, 222p.



7. **BAGHIZADEH A; SALARIZADEH M.R et ABAASI F., 2014.** Effects of Salicylic acid on some physiological and biochemical parameters of *Brassica napus* L. (Canola) under salt stress, *International Journal of Agri Science*, Vol.4, N.2, pp. 147-152.
8. **BAGHIZADEH.A, SALARIZADEH.M.R, ABAASI.F, 2014.** “Effects of Salicylic acid on some physiological and biochemical parameters of *Brassica napus* L. (Canola) under salt stress,” *International Journal of Agri Science*, Vol.4, no.2, pp. 147-152.
9. **BALLESTROS, E. BLUMUVAL, E. DONAIRE, J.P. et BERLVER. A, 1997.** Na⁺/K⁺ antiport activity in tonoplast vesicles isolated from sunflower roots induced by NaCl stress. *Plant Physiol.* ; 99: 328-334.

- 10. BAYUELO J et al ., 2002.**Salinity tolerance of Phaseolus species during germination and early seedling growth. Crop Sci., 2184-2192.
- 11. BELKHODJA M., BIDAI Y., 2004.** Réponse des graines d'*Atriplex halimus* L à la salinité au stade de la germination .Sécheresse, Vol.15 N°4 :331-335.
- 12. BELLETI P., QUAGLIOTTIL., 1988.PROBLEMS.** of Seed production and storage of pepper .In : AVRDC, 1989.Tomato and Pepper production in the Tropics ;Proceedings of the International Symposium on Integrated Management practices.Tainan,Taiwan.21-26 march 1988 ,pp28-41.
- 13. BERTHOMIEU P , CONEJERO G , NUBLAT A , BRACKENBURY WJ LAMBERT C , SAVIO C , UOZUMI N , OIKI S , YAMADA K , CELLIER F , GOSTI F , SIMONNEAU T , ESSAH PA , TESTER M , VERY AA , SENTENAC H , CASSE F,2000 .**Functional analysis of AtHKT1 in Arabidopsis shows that Na(+) recirculation by the phloem is crucial for salt tolerance, EMBO J. 22 (9): 2004-14.
- 14. BERTHOMIEU P., CONEJERO G., NUBLAT A., BRACHENBURY W.J., LAMBERT C., SAVIO C., UOZUMI N., OIKI S., YAMADA K., CELLIER F., GOSTI F., SIMONNEAU T., ESSAH P.A. , TESTER M.,VERY A.A., BOUAOUINA, S., ZID, E. ET HAJJI, M, (2000).** Tolérance à la salinité, transports ioniques et fluorescence chlorophyllienne chez le blé dur (*Triticum turgidum* CIHEAM – Options Méditerranéennes. pp.-2.
- 15. BLUMWALD. E, 2000.** “Sodium transport and salt tolerance in plants,” *Current Opinion in Cell Biology*, vol. 12, no. 4, pp. 431-434.
- 16. BOUCHOUKH I., 2010.** Comportement écophysologique de deux Chénopodiacées des genres *Atriplex* et *Spinacia* soumises au stress salin .p 16- 29- 635
- 17. BOUDA S., HADDIOUI A., 2011 .**Effet du stress salin sur la germination de quelques espèces du genre *Atriplex*. Revue « nature & technologie ». N° 05/juin 2011. P 72 à 79.
- 18. BOUASSABA K., 2008 .**étude des mécanismes de la résistance de la salinité et limitation de stress précoce de deux variétés de poivron doux (*Capsicum annuum* L). Diplôme Majestère d'Université Mentouri Constantine. p5.16.



19. **CARTER D.I.,1975 .Problems of Salinity in agriculture.Plants in Saline Environnements.Springer-Verlag Berlin.pp.25-35.**
20. **CHAUX C. et FOURY C., 1994.Productions légumières.Tome3 : Légumineuses potagères-Légumes fruits.Coll<<AGRICULTURE D'AUJOURD'HUI: Sciences, Techniques, Applications>>.Tec et Doc.Lavoisier, Paris, France.563p.**
21. **CHAVES M.M; FLEXAS J et PINHEIRO C., 2009.Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell, Annals of Botany, Vol. 103, N. 4, pp. 551-560.**
22. **CHEVERRY C., 1995. Comportement ds plantes en milieu Salé compte rendu de l'ACAD d'ARGRIC De France.Action n°04.Revu.Bimestrielle.Vol.81(2) :42-46.**
23. **CHINNUSAMY V et al. ,2004.Molecular genetics perspectives on cross-talk and specificity in abiotic stress signalling in plants. J of Experimental Botany. p225-236.**
24. **CHINNUSAMY, V. et ZHU, J.K, 2005. Plant responses to abiotic stress. *Plant salt tolerance* ; 31: 244-270.**
25. **CHRONQUIST, 1981.An integrated system of classification of flowering plants.Columbia University.Press.N.Y.**
26. **COLLINS, A.R, 2001.Carotenoids and genomic stability. *Mutation Research*; 475: 2128.**
27. **CUI D; WU J.D; LIU. D; LI.C; Xu; Li .S, L.LP, ZHANG.H; LIU.X; JIANG.C; WANG.L;CHEN.T; CHEN.H et ZHAO.L.,2015.Proteomic Analysis of Seedling Roots of Two Maize Inbred Lines That Differ Significantly in the Salt Stress Response, Plos One, vol.10,N.2,pp. 1-13.**



28. **DJANAGUIRAMAN. M AND VARA PRASAD, P.V., 2013. Effects of Salinity on Ion Transport, Water Relations and Oxidative Damage,in: P. Ahmad, M.M. Azooz and M.N.V. Prasad (Eds.), Ecophysiology and Responses of Plants under Salt Stress, Springer New York Heidelberg Dordrecht London, pp. 89-114.**
29. **DUTUIT P., 1999.étude de la diversité biologique de l'*Atriplex halimus* pour le repérage in vitro et in vivo d'individus résistants à des conditions extremes de milieu et constitution de clones.Univ.Paris-Sud.P138.**



- 30. EL MIDAOUI M, BENBELLA M, AÏT HOUSSA A, IBRIZ M et TALOUIZTE A., 2007.** Contribution à l'étude de quelques mécanismes d'adaptation à la salinité chez le tournesol cultivé (*Helianthus annuus L.*) *Revue HTE* **136** : 29-34.



- 31. FAO ,2005 .** Foresterie en zone aride. Archives de documents de la FAO ,12p.
- 32. FAO, (1988).** Culture protégées en climat méditerranéen. (Archives de documents de la FAO,P12).
- 33. FLOWERS T.J. AND YEO A.R, 1981.** "Variability in the resistance of sodium chloride salinity within rice (*Oryza sativa L.*) varieties," *New Phytologist*, vol. 88, no. 2, pp. 363-373.
- 34. FRYER.M.J, ANDREWS.J.R, OXBOROUGH.K, BLOWERS.D.A AND BAKER.N.R, 1998.** "Relationship between CO₂ assimilation, photosynthetic electron transport, and active O₂ metabolism in leaves of maize in the field during periods of low temperature," *Plant Physiology*, vol. 116, no. 2, pp. 571-580.



- 35. GREENWAY. H et MUNNS R., 1980.** Mechanism of salt tolerance in non-halophytes. *Annual Review of Plant Physiology*, (31):149-190.



- 36. HAMDY. A, LIETH. H, MEZHER. Z, 1995.** Halophyte Performanace Under high Salinity levelsian overview saline irrigation, halophyte production and utilization. roject.N°IG.18.CT.96.55 :20-58.
- 37. HAMROUNI L. ; BEN ABDALLAH. F ; ABDELLY. C et GHORBEL.A, 2008.** La culture in vitro: un moyen rapide et efficace pour sélectionner des génotypes de vigne tolérant la salinité, *Comptes Rendus Biologies*, vol. 331, N. 2, pp. 152-16

- 38. HAOUALA F., FERJANI H. et BEN EL HADJ .S, 2007 .**Effet de la salinité sur la répartition des cations (Na⁺, K⁺ et Ca²⁺) et du chlore (Cl⁻) dans les parties aériennes et les racines du ray-grass anglais et du chiendent. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* Vol. 11, n°3. p235-244.
- 39. HO S.L; CHAO Y.C; TONG W.F et YU S.M., 2001.** Sugar Coordinately and Differentially Regulates Growth-and Stress-Related Gene Expression via a Complex Signal Transduction Network and Multiple Control Mechanisms, *Plant Physiol.*, vol.125, N.2, pp. 877-890.
- 40. HOPKINS W. G, 2003.** *Physiologie végétale*, Ed. De Boeck Supérieur, pp. 532-466.



- 41. IBN MAAOUIA-HOUIMLI.S, DENDEN.M, DRIDI-MOUHANDES.B AND BEN MANSOUR-GUEDDES.S, 2011.** “Caractéristiques de la croissance et de la production en fruits chez trois variétés de piment (*Capsicum annum* L.) sous stress salin,”*Tropicultura*, vol. 29, no. 2, pp.75-81.
- 42. IMALAT R., 1979.** Influence de différentes concentrations de sels (NaCl, Na₂SO₄, MgSO₄) des eaux d’irrigation de l’agriculture sur le rendement du haricot. Thèse. ING, INA, EL Harrach ,43.
- 43. IQBAL.N, UMAR .S and NAZAR.R, 2014.** “A new perspective of phytohormones in salinity tolerance: Regulation of proline metabolism,” *Environmental and Experimental Botany*, vol. 100, pp. 34-42.



- 44. JABNOUNE M., 2008.** Adaptation des plantes à l’environnement: Stress salin. Présentation Power Point.
- 45. JABNOUNE M., 2008.**adaptation des plantes au stress Salin : caractérisation du transporteur de sodium et potassium de la famille HKT chez le riz .Thèse doctorat, univ Montpellier II.



- 46. KARA K et BRINIS L., 2012.** Réponse Physiologique au Stress Hydrique de Variétés de Blé Tendre (*Triticumaestivum* L.) Cultivées en Algérie, *European Journal of Scientific Research*, vol.81, N.4, pp.524-532.
- 47. KAWANO, T. KAWANO, N. MUTO, S. and LAPEYRIE, F., 2001.** Cation-Induced superoxide generation in tobacco cell suspension culture is dependent on ion valence. *Plant Cell and Environment*; 24: 1235–1241.
- 48. KAWANO, T. KAWANO, N. MUTO, S. and LAPEYRIE, F, 2002.** Retardation and inhibition of the cation-induced superoxide generation in BY-2 tobacco cell suspension culture by Zn^{2+} and Mn^{2+} .*Physiologia Plantarum*; 114: 395-404.
- 49. KHALES A et BAAZIZ M., 2006.** Etude des peroxydases d'écotypes d'opuntia *Ficus indica* L en relation avec le développement dans les conditions de stress Salin . Congrès international de Biochimie, Agadir : pp.133-136.
- 50. KIM.T, BÖHMER.M, HU.H, NISHIMURA.N, and SCHROEDER J.I, 2010.** "Guard Cell Signal Transduction Network: Advances in Understanding Absciscic Acid, CO_2 , and Ca^{2+} Signaling," *Annu Rev Plant Biol.*, Vol. 61, pp.561-591.
- 51. KOLEV R., 1979.** culture légumières et maraichères. Tome III. Imprimerie nouvelle.Ed.JBBAILLIERE.Paris.217p.



- 52. LASSANA D., 1991 :** Contribution à l'étude de la résistance de quelque espèce fourragère aux phénomènes de salinisation .Thèse ing, université de Bamako .63p.
- 53. LAUCHLI et ESPTIEN, 1990.** Saline culture of crops: a genetic approach, *Science* (2310). P399-404.
- 54. LEMEE G., 1978.** Précis d'écologie végétale. Masson, Paris : 131- 132.
- 55. LEPENGUE A. N ; MOUARAGADJA I ; IBRAHIM B ; AKE S et M'BATCHI B., 2012.** Réponse du maïs (Zeamaysvar. LG 60) au stress salin : étude de la synthèse de quelques composés biochimiques, *Journal of Animal & Plant Sciences*, vol. 14, N. 1, pp. 1866-1872.

56. **LETEINTURIER, D.** Elément d'agronomie Saharienne de la recherche au développement, Imprimerie Jouve, Paris. I.N.R.A. 277p.
57. **LEVIGNERON A., LOPEZ F., VANSUYT G., BERTHOMIEU P., FOURCROY P., CASSE – DELBART F., 1995.** Les plantes face au stress salin. Cahiers Agricultures. 4 (4). P263-273.
58. **LY M. O., KUMAR D., DIOUF M., NAUTIYAL S. AND DIOP T., 2014.** "Effet de la salinité sur la croissance et la production de biomasse de deux provenances de *Jatropha curcas L.* cultivés en serre," *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, vol. 8, no. 1, pp. 46-56.



59. **MAILLARD J., 2001.** Le point sur l'Irrigation et la salinité des sols en zone sahélienne. Risques et recommandations. Handicap International. Novembre 2001, p34.
60. **MEHANI .M, BISSATIS AND DJEROUDI .O, 2012.** "Effet d'eau de mer sur deux paramètres hydriques (turgescence et transpiration) de jeunes plants d'*Atriplex canescens* (Effect of seawater on two water parameters (turgescence and transpiration) of young plants of *Atriplex canescens*)," *J. Mater. Environ. Sci.*, vol. 3, no. 5, pp. 840-845
61. **MELONI, D.A. OLIVA, M.A. MARTINEZ, C.A. et CAMBRAIA, J, 2003.** Photosynthesis and activity of superoxide dismutase, peroxidase and glutathione reductase in cotton under salt stress. *Environmental and experimental Botany*; 49: 69-76
62. **MERMOUD.A, (2006).** Cours de physique du sol : Maîtrise de la Salinité des Sols .Ecole polytechnique fédérale de Lausanne, 23p.
63. **MILLTER.R, 2002.** Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. *Trends in plant science*; 7 (9): 1360-1385.
64. **MORANT-MANCEAU A; E. PRADIER E et GERARD TREMBLIN ,2004.** Osmotic adjustment, gas exchanges and chlorophyll fluorescence of a hexaploid triticale and its parental species under salt stress, *Journal of Plant Physiology*, vol. 161, N. 1, pp. 25-33, 2004.

- 65. MORGAN JM., 1984.** Osmoregulation and water in higher plants, *Annu Rev Plant Physiol*, vol.35, pp.299-319.
- 66. MUNNS R., 1993.** Physiological processes limiting plant growth in saline soils: some dogmas and hypotheses. *Plant Cell Environ.* (16): 15-24.
- 67. MUNNS R ; JAMES R.A ; LAUCHLI R. ,2006 .** Approches to increasing the Salt tolerance of Wheat and other Cereals, *Journal of Experimental Botany* ;57 (5) :1025-1043.
- 68. MUNNS.R AND TESTER.M, 2008.** “Mechanisms of salinity tolerance,” *Annual Review of Plant Biology*, Vol. 59, pp. 651-681.

W

- 69. NUNKAEW.T, KANTACHOTE.D, KANZAKI.H, NITODA.T and RITCHIE.R.J, 2014.** Effects of 5-aminolevulinic acid (ALA)-containing supernatants from selected *Rhodospseudomonas palustris* strains on rice growth under NaCl stress, with mediating effects on chlorophyll, photosynthetic electron transport and antioxidative enzymes,” *Electronic Journal of Biotechnology* , vol. 17, no. 1, pp. 19-26.

C

- 70. O'NEILL.P.M, SHANAHAN.J.F and SCHEPERS.J.S, 2006.** “Use of chlorophyll fluorescence assessments to differentiate corn hybrid response to variable water conditions,” *Crop Science*, vol. 46, no. 2, pp. 681-687.
- 71. OUINTEN .M, 1989.** Etude de quelques aspects physiologiques du déficit hydrique chez trois espèces de luzernes annuelles. Thèse. Ing. Agr.veg. El-Harrache. Alger. 62 p.

P

- 72. PARIDA A.K., DAS A.B., 2005 .** Salt tolerance and salinity effect on plants : review . *Ecotoxicology and Environmental Safety*. Vol. 60, p324-349.

- 73. PEGO J.V, KORTSTEE A.J, HUIJSER.C and SMEEKENS S.C, 2000.**
“Photosynthesis, sugars and the regulation of gene expression,”*Journal of Experimental Botany*, vol. 51, no. suppl 1, pp. 407-416.
- 74. PERDIGUERO.P, BARBERO M. D. C. , CERVERA M. T, COLLADA.C and SOTO.A, 2013.** “Molecular response to water stress in two contrasting Mediterranean pines (*Pinus pinaster* and *Pinus pinea*),”*Plant Physiology and Biochemistry*, vol. 67, pp. 199- 208.
- 75. PICAL, C. WEWTERGREN, T. DOVE, S.K. IARSSON, C. and SOMMARIN .M, 1999.** Salinity and hyperosmotic stress induce rapid increases in phosphatidylinositol 4, 5 biphosphate, diacylglycerol pyrophosphate, and phosphatidylcholine in *Arabidopsis thaliana* cells.*The journal of biological chemistry*; 274 (53): 38232-38240.
- 76. PIRI K., ANCEAU C., EL JAAFARI S., LEPOIVRE P., SEMAL J., 1994.**
Sélection in vitro de plantes androgénétiques de blé tendre résistantes à la salinité. L’amélioration des Plantes. Ed. AUPELF-UREF, Paris: 311- 320.
- 77. POLJAKOFF-MAYBER .A, 1975.** Morphological and anatomical changens as a response to salinity stress, in *Plants in Saline Environments. Ecological Studies.Analysis and Synthesis* (POLJAKOFF-MAYBER.A.et GALE, J.,Eds).Vol.15:97-117.Springer,Berlin.
- 78. PUNCHARD, N.A. and KELLY, F.J, 1996.** Free radicals: a practical approach. Oxford University Press, Oxford.



- 79. RAACHE I, KARBOUSSA-HALOUA R., 2004.** Caractérisation morphologique et anatomique de quelque espèce halophile dans la cuvette d’Ouargla. Mémoire Ingénieur, Université d’Ouargla, 67 P.
- 80. RASANEN L.A., 2002.** Biotic and abiotic factors infl uencing the development of N2-fi xing symbioses between rhizobia and the woody legumes *Acacia* and *Prosopis*. Academic dissertation in microbiology. Helsinki. Thesis.80p.
- 81. RASOOL, S., HAMEED, A., AZOOZ, M.M., REHMAN, M., SIDDIQI, T.O. and AHMAD, P., 2013.** Salt Stress: Causes, Types and Responses of Plants, in: P.

Ahmad, M.M. Azooz and M.N.V. Prasad (Eds.), Ecophysiology and Responses of Plants under Salt Stress, Springer New York Heidelberg Dordrecht London, pp. 1-24

82. R'HIM T ; TLILI I ; HNAN I ; ILAHY R ; BENALI A et JEBARI H., 2013.

Effet du stress salin sur le comportement physiologique et métabolique de trois variétés de piment (*Capsicum annuum* L.), Journal of Applied Biosciences, vol.66, pp.5060-5069.

83. ROCHDI. A ; LEMSELLEK. J ; BOUSARHAL. A et ABDELLATIF R., 2005.

Evaluation sous serre de la tolérance à la salinité de quelques porte-greffes d'agrumes : Citrus aurantium et deux hybrides de Poncirus trifoliata (Poncirus x Citrus sinensis et Poncirus x Mandarinier sunki), Biotechnologie, agronomie, société et environnement, vol.9,N.1, pp. 65-73.

84. ROHANIPOOR.A, NOROUZI.M, MOEZZI.A and HASSIBI.P, 2013.

“Effect of Silicon on Some Physiological Properties of Maize (*Zeamays*) under Salt Stress,” J. Biol. Environ. Sci., vol.7, no.20, pp.71-79.

85. ROSA .M; PRADO .C; PODAZZA .G; INTERDONATO R.J, GONZALEZ

J.A; HILALMET PRADO F.E., 2009. Soluble sugars metabolism, sensing and abiotic stress, Plant Signaling and Behavior, vol. 4, N.5, pp. 388-393.



86. SAHA.P, CHATTERJEE .P and BISWAS.A.K, 2010.

“NaCl pretreatment alleviates salt stress by enhancement of antioxidant defense system and osmolyte accumulation in mungbean (*Vigna radiata* L. Wilczek),” Indian Journal of Experimental Biology, vol.48, no.6, pp. 593-600.

87. SANTOS.C.V, 2004.

“Regulation of chlorophyll biosynthesis and degradation by salt stress in sunflower leaves,” Scientia Horticulturae, vol. 103, no.1, pp. 93-99.

88. SCHULZE E.D et al. ,2005 . Plant ecology .Edition Springer Berlin, Heidelberg,

p692.

89. SENNI R., 1995.

Contribution à l'étude de la résistance à la sécheresse chez le blé dur (*Taestivum durum*) et chez le blé tendre (*Taestivum desman*) et chez l'orge (*Hordeum vulgare*), étude de l'accumulation de la proline sous l'effet du stress hydrique. Mémoire Ing.Agr. I.N.F.S.A.S., Ouargla, 62 p.

90. SENTENAC H., CASSE F., 2003. Functional analysis of AtHKT1 in Arabidopsis shows that Na⁺ recirculation by the phloem is crucial for salt tolerance. EMBO Journal, Vol. 22: 2004- 2014.
91. SERVANT J M., 1975. Etude pédologique des sols halomorphes. Thèse. Doc. Uni. Montpellier, 194 p.
92. SNOUSSI S.A et HALITIM. A., 1998. Valorisation des eaux salines pour la nutrition minérale des plantes cultivées. Etude et gestion des sols, p289- 298.
93. SOLIMAN W. S. , and EL-SHAIIENY A. H. , 2014. "Effect of saline water on germination and early growth stage of five *Apiaceae* species," *Academic Journals*, Vol. 9, no.7, pp. 713-719.
94. SONG J *et al.* ,2005. Strategies for Adaptation of Suaedaphysophora, Haloxylonammmodendron and Haloxylonpersicum to a Saline Environment during SeedGermination Stage. *Annals of Botany*.p399-405.
95. STOBART.A, GRIFFITHS.W.T, AMEEN-BUKHARI.I, and SHERWOOD.R.P, 1985. "The effect of Cd²⁺ on the biosynthesis ofchlorophyll inleaves of barley. of chlorophyll in leaves of barley,"*Physiologia Plantarum*, vol. 63, no.3pp.293-298.
96. SUN F *et al.* ,2007 : Salt Modulates Gravity Signaling Pathway to Regulate Growth Direction of Primary Roots in Arabiodopsis.*Plant Physiol.* Pp 187-188.
97. SZABLOCS I., 1994. Soils and Salinization .In : Pessarakli,M.(Ed),Handbook of Plant and Crop Stress.Marcel Dekker,New York :3-11.



98. TAHRI E.H, BELABED A.M. et SADKI K., 1998. Effet d'un stress osmotique sur l'accumulation de proline, de chlorophylle et des ARNm codant pour la glutamine synthétase chez trois variétés de blé dur (*Triticum durum*). Université Mohamed Premier. Maroc. *Bulletin de l'Institut Scientifique*, Rabat, 2 : 81-87.
99. TRINCHANT *et al.* ,2004 .In Soukein a Mintelmonkhtar ,etude des réponses physiologique et métabolique de dix variétés de riz (*Oryza Satival L.*) aux premiere

stades de développement Vis -à-Vis du Stress Salin ,maitrise en biologie animale,2010.pp.1.

U

- 100. URBAN.L and URBAN.I, 2010.**La production sous serre, tome 2 : l'irrigation fertilisante en culture hors sol, 2nd Ed. Lavoisier, pp.39.

V

- 101. VALDEZ VICTORINO SARITA ,1994.** cultuvo d'AJ, Edition : Centro de l'information de FDA.17P.

- 102. VERSLUES P.E. M. A., KATIYAR-AGARWAL.S, ZHU.J and ZHU.J, 2006.**
“Methods and concepts in quantifying resistance to drought,salt and freezing, abiotic stresses that affect plant water status,” *The Plant Journal*, vol. 45, no. 4, pp. 523–539.

W

- 103. WISE, R.R. and NAYLOR, A.W., 1987.** Chilling enhanced photoxidation: Evidence for the role singlet oxygen and endogenous antioxidants. *Plant physiol.* 83: 278-282.

Y

- 104. YOUSSEF.T and AWAD.M, 2008.** “Mechanisms of enhancing photosynthetic gas exchange in date palm seedlings (*Phoenix dactylifera L.*) under salinity stress by a 5-aminolevulinic acid-based fertilizer ,”*Journal of Plant Growth Regulation*, vol. 27, no. 1, pp. 1-9.

Z

- 105. ZHANG .J, JIA.W, YANG .J, ISMAIL.A.M, 2006.** “Role of ABA in integrating plant responses to drought and salt stresses,”*Field Crops Research*, vol. 97, no1, pp. 111-119,2006.

106. ZID, E.et GRIGNON.C, (1991). les tests de sélection précoce pour la résistance des plantes aux stress .Cas des stress salin et hydrique .L'amélioration des plantes pour l'adaptation au milieux arides.Ed.Aupelf-Uref .John Libbey.Eurotext,Paris,pp.91-108.

Résumé

Les processus impliqués dans l'élaboration du rendement d'une culture sont influencés non seulement par des facteurs génétiques mais aussi par l'intervention des facteurs environnementaux. La salinité du sol est une menace permanente à la survie des végétaux. Le choix d'une espèce tolérante au sel serait une solution à cette contrainte

Cette étude a pour but d'évaluer l'impact du stress salin durant le stade végétatif du poivron doux (*Capsicum annuum* L.) Les plantes ont été stressées avec différentes concentrations de NaCl allant de 0, 25, 50, 150 mM de NaCl pendant 21 jours.

Les résultats obtenus montrent que l'application du stress conduit à une diminution modérée de la teneur relative en eau. La teneur en chlorophylle a, b, totale subissent une régression pendant la période de stress Une augmentation de la teneur en sucres solubles a été enregistrée au niveau des feuilles..

L'accumulation des sucres solubles pourrait être un indice de tolérance à la salinité ce qui explique le maintien d'un bon statut hydrique chez les plantes étudiée. La biosynthèse des pigments chlorophylliens serait liée à l'activité de biosynthèse de la proline.

Mots clés : salinité, *Capsicum annuum* L., tolérance. Morphophysiologique.

ملخص

تتأثر العمليات التي ينطوي عليها تطوير المحصول ليس فقط من خلال العوامل الوراثية ولكن أيضا من تدخل العوامل البيئية. تعتبر ملوحة التربة تهديد دائما لبقاء النباتات. إن اختيار الأنواع المتكيفة مع هذه الاملاح يكون هو الحل لهذه المشكلة.

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم تأثير الإجهاد الملحي على الفلفل الحلو (*Capsicum annuum* L.) خلال المرحلة الخضرية للنباتات المعرضة لتركيزات مختلفة من كلوريد الصوديوم من 0، 25، 50، 150 ملي مول /ل من كلوريد الصوديوم خلال 21 يوما.

أظهرت النتائج أن تطبيق الإجهاد يؤدي إلى انخفاض معتدل في المحتوى المائي النسبي . الكلوروفيل (a)، (b)، (t) سجل خلال فترة التوتر سجلت في نسبة السكريات الذائبة في الأوراق..

تراكم السكريات الذائبة يمكن أن يكون مؤشر للتكيف للملوحة وهو ما يفسر الحفاظ على وضع مقبول للماء في النباتات المدروسة في النباتات المدروسة .

الكلمات المفتاحية: الملوحة، *Capsicum annuum* L. ، التكيف . مورفوفيسيولوجي.

Abstract

The processes involved in the development of a performance culture are influenced not only by genetic factors but also by the intervention of environmental factors. Soil salinity is a permanent threat to the survival of plants. The choice of a salt tolerant species would be a solution to this constraint.

This study aims to assess the impact of salt stress during the vegetative stage of okra (*Capsicum annuum* L.). Plants were stressed with different concentrations of NaCl from 0, 25, 50, 150 mM NaCl for 21 days.

The results obtained show that the application of stress results in a moderate decrease in the relative water content. Chlorophyll a, b, are declining during times of stress. An increase in proline content and soluble sugars was recorded in leaves and roots. The accumulation of soluble sugars could be an indicator of salinity tolerance which explains the maintenance of good water status among the studied plants. . The biosynthesis of chlorophyll pigments would be linked to the proline biosynthesis activity.

Keywords: salinity, *Capsicum annuum* L. ,tolerance , Morphophysiology.

Annexes

Annexe I

Les paramètres morphophysiologiques et biochimiques

Tableau I: Nombre des feuilles de deux variétés Marconi et Super marconi.

	Marconi				Super marconi			
	S0	S1	S2	S3	S0	S1	S2	S3
Concentration								
Répétition								
1	11.62	11	10.5	10	8.75	8.5	7.37	7.12
2	11.75	11.12	10.62	10.12	8.87	8.62	7.5	7.25
3	12.37	11.25	10.75	10.25	9.12	8.75	7.62	7.37
4	12.5	11.5	10.87	11	9.5	8.87	8.12	7.62
5	12.62	11.75	11	11.25	9.75	9	8.37	8
6	12.75	11.87	11.12	11.5	10.12	9.25	8.5	8.37
7	13.25	12.12	11.37	11.75	10.25	9.75	9.12	8.75
Moyenne	12.40	11.51	10.89	10.83	9.48	8.96	8.08	7.78

Tableau II: Longueur des tiges(Cm) de deux variétés Marconi et Super marconi.

	Marconi				Super marconi			
	S0	S1	S2	S3	S0	S1	S2	S3
Concentration								
Répétition								
1	15.87	15	14.62	13.68	13.72	12.13	11.76	11.52
2	16	15.02	14.66	13.7	13.75	12.15	11.77	11.53
3	16.17	15.05	14.68	13.72	13.8	12.16	11.80	11.56
4	16.32	15.08	14.75	13.75	14.02	12.23	11.85	11.6
5	16.40	15.2	14.83	13.82	14.16	12.38	11.88	11.65
6	16.48	15.26	14.86	13.85	14.26	12.41	11.91	11.73
7	16.56	15.35	14.87	13.9	14.36	12.46	11.96	11.77
Moyenne	16.25	15.13	14.75	13.77	14.01	12.27	11.84	11.62

Tableau III: Longueur des racines(Cm) de deux variétés Marconi et Super marconi.

Concentration Répétition	Marconi				Super marconi			
	S0	S1	S2	S3	S0	S1	S2	S3
1	11	12	9	5	10	12	7	5
2	14.5	13	7	6	12	11	10	4
3	15	11	9	4	9	5	8	6.5
4	12	8	10.5	6.5	11	10	4	3
5	11	10	5	5	13	11	6	4
6	14	12	4	4.5	8	9	9	5
7	13.5	9	6.5	3	9	10	6	3
8	10	11	8	4.5	10	8	5	2
Moyenne	12.62	10.75	7.37	4.81	10.25	9.5	6.87	4.06

Tableau IV : Les valeurs de la teneur en eau(%).

Concentration Les valeurs	Marconi				Super marconi			
	S0	S1	S2	S3	S0	S1	S2	S3
MF	4.37	3.81	2.63	1.66	5.31	3.61	2.57	1.85
MS	1.49	1.73	0.89	0.59	2.05	1.33	0.77	0.65
TER	92.34%	87.3%	80.4%	53.8%	93.3%	93.0%	90.7%	58.75%

Tableau V: Les valeurs de chlorophylle (a) (mg/g/MF)

	Marconi				Super marconi			
Concentration les valeurs de Chl (a)	S0	S1	S2	S3	S0	S1	S2	S3
1	152.4	126.15	111.15	97.65	125.85	130	126.3	102.6
2	140.8	123.9	91.2	59.1	139.2	129.15	126.6	111.45
3	143.7	136.2	87.6	71.85	118.05	131.85	123.75	121.95
4	122.4	110.8	68.1	79.8	150	118.35	133.35	107.7
Moyenne	139.83	124.27	89.51	77.1	133.27	127.33	127.5	110.92

Tableau VI: Les valeurs de chlorophylle (b) (mg/g/MF)

	Marconi				Super marconi			
Concentration les valeurs de Chl (b)	S0	S1	S2	S3	S0	S1	S2	S3
1	227.7	229.5	211.05	130.2	231.6	202.35	167.1	159.45
2	229.35	214.65	216.75	194.85	212.25	243.75	196.5	96.9
3	232.95	233.1	185.25	171.45	253.2	203.4	185.4	178.2
4	260.4	261.45	197.7	164.55	268.35	252.45	247.05	125.25
Moyenne	237.6	234.6	202.65	165.15	241.35	225.45	198.9	139.95

Tableau VII: Les valeurs de chlorophylle (a+b) (mg/g/MF)

	Marconi				Super marconi			
Concentration les valeurs de Chl (a+b)	S0	S1	S2	S3	S0	S1	S2	S3
1	379.7	355.65	322.2	227.85	357.45	332.35	293.4	262.05
2	370.15	338.55	307.95	253.95	351.45	372.9	323.1	208.35
3	376.65	369.3	272.85	243.3	371.25	335.25	309.15	300.15
4	382.8	372.25	265.8	244.35	418.35	370.8	380.4	232.95
Moyenne	377.32	358.93	292.2	242.36	374.62	352.82	326.51	250.87

Tableau VIII: Les valeurs de sucres (ug/mg/MF)

	Marconi				Super marconi			
Concentration les valeurs de Sucre	S0	S1	S2	S3	S0	S1	S2	S3
1	8.92	6.17	7.13	7.64	9	4.9	5.47	6.18
2	8.58	5.47	6.8	6.62	8.93	4.09	4.33	4.7
3	8.81	5.17	6.98	6.96	8.32	4.66	6.32	5.28
4	8.6	5.01	6.76	7.07	8.91	4.27	4.85	6.37
Moyenne	8.72	5.45	6.91	7.07	8.79	4.48	5.24	5.63

Annexe II

Analyse statistique

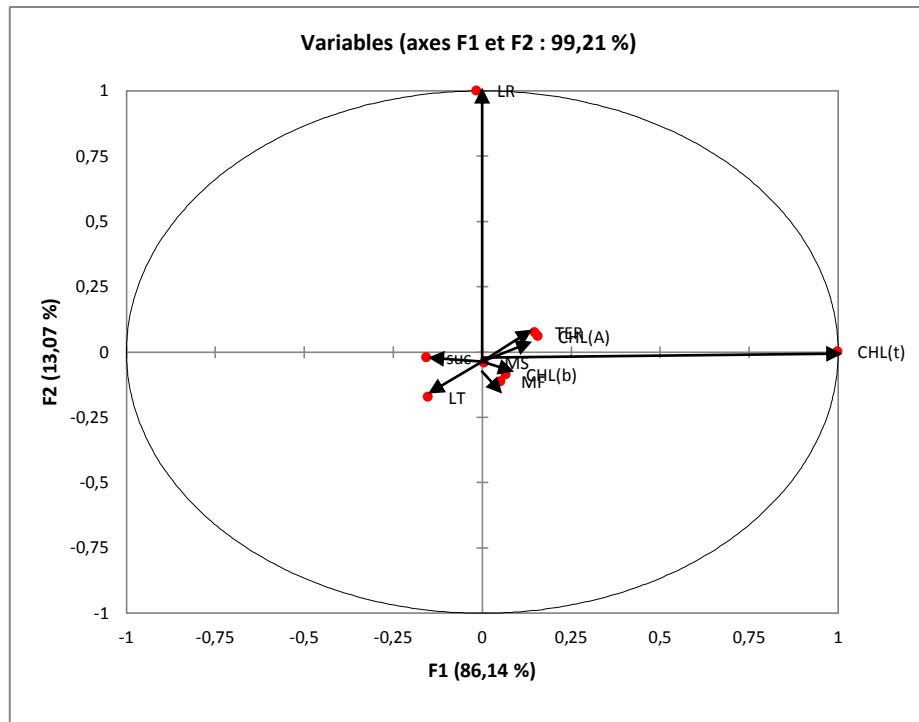


Figure 1 : Cercle des corrélations des variables étudiée durant la phase de croissance végétatif.

**Tableau I : Matrice de corrélation entre les paramètres morphologiques et biochimiques
chez poivron doux *Super marconi***

Matrice de covariance (covariance(n))

Variable	LT	LR	NF	Chl(a)	Chl(b)	Chl(t)	MF	MS	TER	Suc
LT	2,78299443	-57,891	3,446	-4,539	27,692	-133,163	0,478	-0,766	-0,705	1,383
LR	-57,891	49154,0428	-6,430	280,114	-716,60	-1310,94	-30,255	-27,87	271,28	-5,811
NF	3,446	-6,430	4,9599609	12,02	707,566	1,187	0,719	1,838	-0,072	0,06
Chl(a)	-4,539	280,114	1,187	539,51496	426,575	1926,343	17,242	13,912	253,778	1,992
Chl(b)	27,692	-716,601	0,719	426,575	1688,96452	1451,255	35,903	322,061	17,605	
Chl(t)	-133,16	-1310,94	1,838	1926,3	145,25	276502,7	36,45	10,869	1434,06	-128,73
MF	0,478	-30,255	0,337	17,242	32,957	36,454	1,75079844	0,907	16,974	0,965
MS	-0,766	-27,874	0,066	13,912	35,903	10,869	0,907	11,2908859	11,062	-1,104
TER	-0,705	271,283	707,566	253,778	322,061	1434,06	16,974	11,06	334,872587	1,68
Suc	1,383	-5,811	-0,072	1,992	17,605	0,965	-1,104	1,68	2,45404336	

Annexe III

Les appareils utilisés



Photo n°01 : Le bain marie.



Photo n°02 : Spectrophotomètre.



Photo n°03 : L'étuve.



Photo n°04 : Balance.

❖ Les paramètres morphologiques et biochimiques mesuré



Photo n°07 : les variétés de poivron (*marconi* et *super marconi*) pendant le traitement par NaCl.



Photo n°08 : l'extraction des sucres chez les deux variétés (*Marconi* et *Super marconi*) en concentration S0 et S1.



Photo n°09: l'extraction des sucres chez les deux variétés (*Marconi* et *Super marconi*) en concentration S2 et S3.

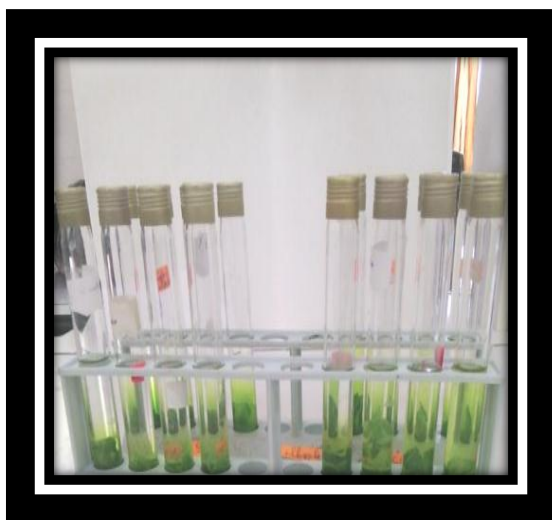


Photo n°10 : l'extraction de chlorophylle chez les deux variétés (*marconi*, *Super marconi*).



Photo n°11 : les deux variétés de poivron après le traitement par NaCl dans laboratoire.

Résumé

Les processus impliqués dans l'élaboration du rendement d'une culture sont influencés non seulement par des facteurs génétiques mais aussi par l'intervention des facteurs environnementaux. La salinité du sol est une menace permanente à la survie des végétaux. Le choix d'une espèce tolérante au sel serait une solution à cette contrainte

Cette étude a pour but d'évaluer l'impact du stress salin durant le stade végétatif du poivron doux (*Capsicum annuum* L.) Les plantes ont été stressées avec différentes concentrations de NaCl allant de 0, 25, 50, 150 mM de NaCl pendant 21 jours.

Les résultats obtenus montrent que l'application du stress conduit à une diminution modérée de la teneur relative en eau. La teneur en chlorophylle a, b, totale subissent une régression pendant la période de stress Une augmentation de la teneur en sucres solubles a été enregistrée au niveau des feuilles..

L'accumulation des sucres solubles pourrait être un indice de tolérance à la salinité ce qui explique le maintien d'un bon statut hydrique chez les plantes étudiée. La biosynthèse des pigments chlorophylliens serait liée à l'activité de biosynthèse de la proline.

Mots clés : salinité, *Capsicum annuum* L., tolérance. Morphophysiologique

ملخص

تتأثر العمليات التي ينطوي عليها تطوير المحصول ليس فقط من خلال العوامل الوراثية ولكن أيضا من تدخل العوامل البيئية. تعتبر . ملوحة التربة تهديد دائما لبقاء النباتات. إن اختيار الأنواع المتكيفة مع هذه الاملاح يكون هو الحل لهذه المشكلة.

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم تأثير الإجهاد الملحي على الفلفل الحلو (*Capsicum annuum* L.) خلال المرحلة الخضرية للنباتات المعرضة لتركيزات مختلفة من كلوريد الصوديوم من 0، 25، 50، 150 ملي مول /ل من كلوريد الصوديوم خلال 21 يوما. أظهرت النتائج أن تطبيق الإجهاد يؤدي إلى انخفاض معتدل في المحتوى المائي النسبي. الكلوروفيل (a)، (b)، (t) سجل خلال فترة التوتر سجلت في نسبة السكريات الذائبة في الأوراق..

تراكم السكريات الذائبة يمكن أن يكون مؤشر للتكيف للملوحة وهو ما يفسر الحفاظ على وضع مقبول للماء في النباتات المدروسة في النباتات المدروسة. إن التركيب الحيوي لأصباغ الكلوروفيل تكون مرتبطة بنشاط التركيب الحيوي للبرولين.

الكلمات المفتاحية: الملوحة، *Capsicum annuum* L.، التكيف . مورفوفيسيولوجي.