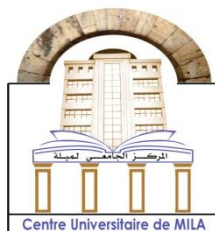


N°Ref :.....



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 quelques paramètres
morphophysiologiques et biochimiques chez le poivron
doux (*Capcicumannuum* L.)**

Présenté par :Hafirassou Zohra

SayoudFairouz

Devant le jury composé de :

Président : Dr Abdelouahab Yahia

Examineur : M^{eme} Zaydi Sara

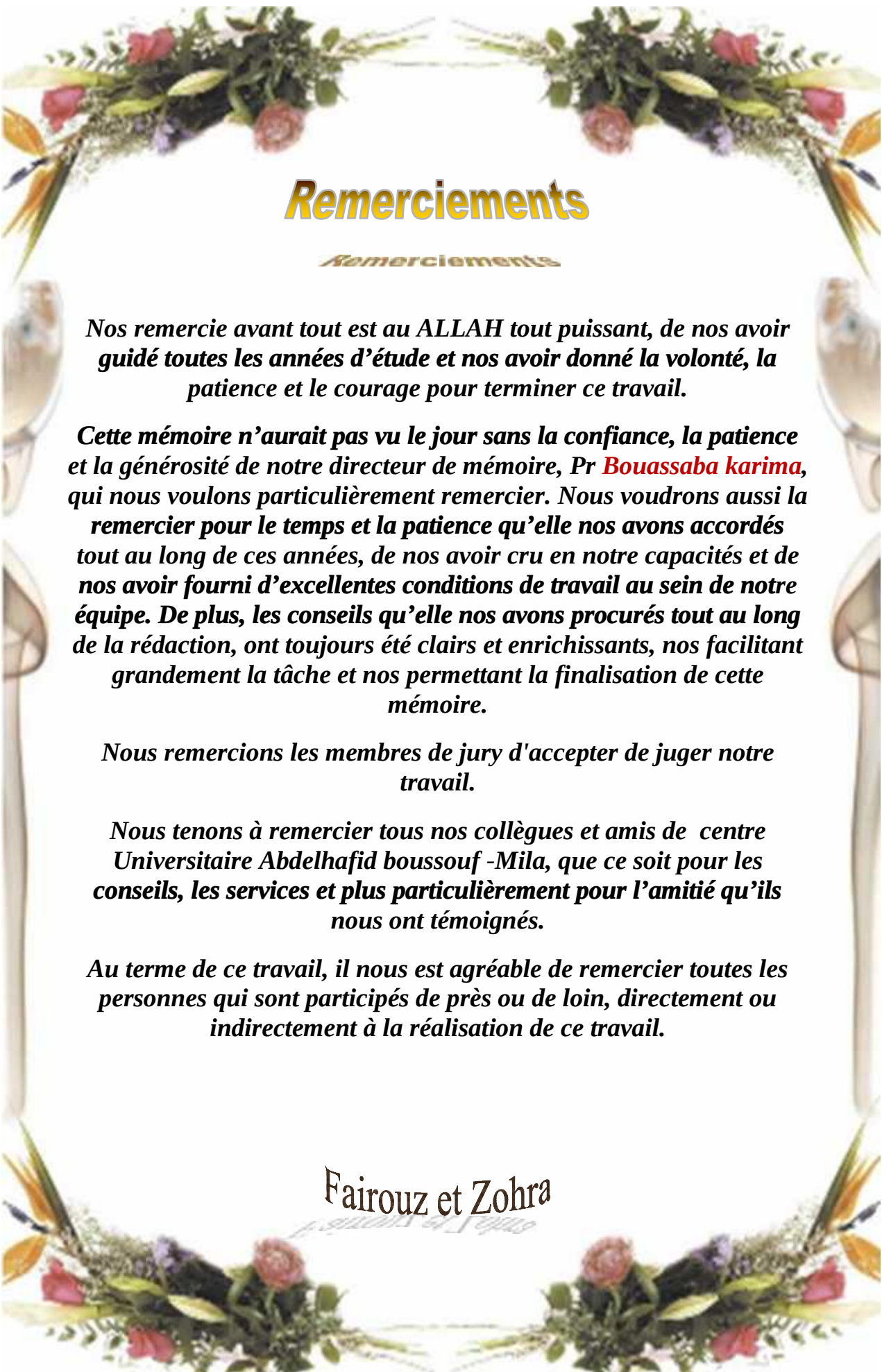
Promoteur : M^{elle} Bouassaba Karima

Grade : Prof

Grade : MAA

Grade : MAA

Année Universitaire: 2015/2016



Remerciements

Remerciements

Nos remercie avant tout est au ALLAH tout puissant, de nos avoir guidé toutes les années d'étude et nos avoir donné la volonté, la patience et le courage pour terminer ce travail.

*Cette mémoire n'aurait pas vu le jour sans la confiance, la patience et la générosité de notre directeur de mémoire, Pr **Bouassaba karima**, qui nous voulons particulièrement remercier. Nous voudrions aussi la remercier pour le temps et la patience qu'elle nous avons accordés tout au long de ces années, de nos avoir cru en notre capacités et de nos avoir fourni d'excellentes conditions de travail au sein de notre équipe. De plus, les conseils qu'elle nous avons procurés tout au long de la rédaction, ont toujours été clairs et enrichissants, nos facilitant grandement la tâche et nos permettant la finalisation de cette mémoire.*

Nous remercions les membres de jury d'accepter de juger notre travail.

Nous tenons à remercier tous nos 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 nous ont témoignés.

Au terme de ce travail, il nous est agréable de remercier toutes les personnes qui sont participés de près ou de loin, directement ou indirectement à la réalisation de ce travail.

Fairouz et Zohra



Dédicace

Je dédie ce mémoire

A mes chers parents ma mère et mon père

*Pour leur patience, leur amour, leur soutien et leurs
encouragements.*

A mes frères.

A mes amies et mes camarades.

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

Fairouz

Dédicaces

Je dédie humblement ce manuscrit à :

*A celle qui s'est toujours dévouée et sacrifiée pour moi ; celle qui m'a aidée du mieux qu'elle pouvait pour réussir ; celle qui m'a accompagnée tout au long de ce parcours Périlleux ; celle qui a toujours été là dans mes moments de détresse, **ma très chère Mère.***

*A celui qui m'a toujours encouragée et soutenue moralement, **mon très cher père.***

*A mes chers frères: **Djamal, Kiradine, Yacin, charaf, et Abd ALHALIM***

*Mes chères sœurs : **LINDA, fatiMA , Nada, Riham, Karima.***

A mes chères nièces.

A mes très chere sneveus.

A mes meilleures amis

*A tous mes collègues de promotion de master et spécialement : **Amon binôme Fairouz***

*A tous ceux qui, par un mot, m'ont donné la force de continuer
Zohra*

Sommaire

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des photos

Liste des abréviations

Introduction01

Première Partie : Revue Bibliographiques

Chapitre I : La salinité

1. Généralité sur la salinité.....	03
1.1. Définition de La salinité.....	03
1.2. La Salinisation.....	03
2. Les sols salés.....	03
2.1. Définitions et origine des sols salés.....	03
2.2. La processus de la salinisation et de l'alcalinisation des sols.....	04
2.3. Types de la salinisation des sols.....	04
2.4. Caractéristiques des soles sales.....	05
2.5. Les sols sales dans le monde et en Algérie.....	07
2.6. Effet de la salinité sur les sols.....	07
3. La salinité et la plante.....	08
3.1. Notion du stress.....	08
a. Le stress biotique.....	08
b. Le stress abiotique.....	08
3.2. Définition du stress salin.....	08
3.3. L'effet de stress salin sur Les plantes.....	08
3.3.1. Effet de la salinité sur la morphologie de la plante.....	09
3.3.2. Effet de stress salin sur la croissance végétale.....	09
3.3.3. Effet de la salinité sur le comportement biochimique de la plante.....	10
3.3.4. Effet de la salinité sur l'eau dans la plante.....	11
3.3.5. Effet de la salinité sur l'anatomie de la feuille.....	11
3.3.6. Effet de la salinité sur les pigments photosynthétiques et les protéines.....	11
3.3.7. Effet de la salinité sur les lipides.....	12
3.3.8. Effet de la salinité sur le taux des ions.....	12

3.3.9. Effet de la salinité sur les enzymes antioxydantes.....	13
3.3.10. Effet de la salinité sur le métabolisme de l'azote.....	13
3.4. Réponses des plantes du stress salin.....	13
3.4.1. La synthèse des solutés compatibles.....	14
3.4.1.1. La proline.....	15
3.4.2. Les sucres solubles.....	17
3.4.3. La chlorophylle.....	18
3.5. Mécanismes de résistance des plantes à la salinité.....	19

Chapitre II : Poivron

1. Historique.....	21
2. Définition du poivron.....	21
3. Caractères généraux.....	21
4. Classification du poivron.....	22
5. La production mondiale.....	22
6. Exigence des cultures du poivron.....	23
7. La pépinière.....	23
8. Traitements des maladies et ravageurs des poivrons.....	26
8.1. Maladies fongique	26
8.2. Ravageurs.....	26
9. Les luttes	26

Deuxième partie : Etude Expérimental

Chapitre I : Matériel et Méthode

1. Matériel utilisé.....	27
2. Conduite de la culture.....	27
3. Dispositif expérimental.....	28
4. Les paramètres analysés.....	29
4.1. Les paramètres morphologiques.....	29
4.1.1. Calcul l'épinastie (Ep).....	29
4.1.2. Comptage du nombre des feuilles.....	29
4.1.3. Mesure la longueur de la partie aérienne et souterraine (LPA, LPS).....	29

4.2. Les paramètres physiologiques et biochimiques.....	29
4.2.1. Détermination de la teneur en eau (TRE %)......	29
4.2.2. Dosage des sucres solubles.....	30
4.2.3. Dosage de la proline.....	31
4.2.4. Dosage de chlorophylle.....	32
5. Analyse statistique.....	35

Chapitre II: Résultats et Discussions

1 .Résultats.....	36
1.1. Effet de la salinité sur les paramètres morphologiques.....	36
1.1.1. L'épinastie (Ep°).....	36
1.1.2. Le nombre des feuilles (NF).....	37
1.1.3. Longueur des tiges(LT).....	38
1.1.4. Longueur des racines(LR).....	39
1.2. Les paramètres biochimiques et physiologiques.....	40
1.2.1. La teneur en eau relatif TER(%).....	40
1.2.2. La teneur en chlorophylle(a).....	41
1.2.3. La teneur en chlorophylle (b).....	42
1.2.4. La teneur en chlorophylle totale(t).....	43
1.2.5. La teneur en proline.....	44
1.2.6. La teneur en sucres.....	45
1.3. Corrélation entre les paramètres morphologiques de la variété testée dans les conditions salines.....	46
1.4. Les différents groupes homogènes du test de Newman-Keuls (SNK).....	47
2. Discussion.....	48
2.1. Effets du la salinité sur les paramètres morphologiques	48
2.2. Effet de la salinité sur les paramètres physiologiques et biochimiques.....	49

Conclusion

Références Bibliographiques

Annexes

Résumé

Liste des tableaux

Table	Titre	Page
I	Caractéristiques principales des sols salins et sodiques.	6
II	Principaux producteurs à l'échelle mondiale.	22
III	Le dispositif expérimental de variété Super Marconi.	28
IV	Analyse de la variance de l'épinastie chez la variété <i>Super marconi</i> .	36
V	Analyse de la variance de nombre des feuilles chez la variété <i>Super marconi</i> .	37
VI	Analyse de la variance de la longueur des tiges chez la variété <i>Super marconi</i> .	38
VII	Analyse de la variance de la longueur des racines chez la variété <i>Super marconi</i> .	39
VIII	Analyse de la variance de la teneur en eau chez la variété <i>Super marconi</i> .	40
IX	Analyse de la variance de la teneur en chlorophylle (a) chez la variété <i>Super marconi</i> .	41
X	Analyse de la variance de la teneur en chlorophylle (b) chez la variété <i>Super marconi</i> .	42
XI	Analyse de la variance de la teneur en chlorophylle (t) chez la variété <i>Super marconi</i> .	43
XII	Analyse de la variance de la teneur en proline chez la variété <i>Super marconi</i> .	44
XIII	Analyse de la variance de la teneur en sucres solubles chez la variété <i>Super marconi</i> .	45
XIV	Matrice de corrélation entre les paramètres morphologiques et biochimiques chez poivron doux <i>Super marconi</i> .	46
XV	la séparation des groupes selon le test de NEWMAN-KEULS au seuil de (5%) sur l'effet de la salinité sur les variétés testé.	47

Liste des figures

Figure	Titre	Page
01	La salinisation des sols.	3
02	Diminution du taux de germination avec l'augmentation de la salinité.	10
03	La structure chimique de quelque osmolytes.	15
04	Les deux voies métaboliques de la proline chez les plantes supérieures.	17
05	Schématisation du bilan de la circulation du sodium dans les plantes inclusion ou exclusion.	20
06	Schéma représente les différentes étapes pour déterminer la teneur en sucres.	30
07	Schéma représente les différentes étapes pour déterminer la teneur en proline.	31
08	Schéma représente les différentes étapes pour déterminer la teneur en chlorophylle.	32
09	Effet la salinité sur l'épinastie de variété <i>Super marconi</i> du poivron doux dans la phase de croissance.	36
10	Effet de la salinité sur le nombre des feuilles de variété <i>Super marconi</i> dans la phase de croissance.	37
11	Effet de la salinité sur la longueur des tiges de variété <i>Super marconi</i> dans la phase de croissance.	38
12	Effet de la salinité sur la longueur des racines de variété <i>Super marconi</i> dans la phase de croissance.	39
13	Effet de la salinité sur la teneur en eau de variété <i>Super marconi</i> après le traitement salin.	40
14	La teneur en chlorophylle(a) chez la variété <i>Super marconi</i> en fonction de différentes concentrations de chlorure de sodium.	41
15	La teneur en chlorophylle(b) chez la variété <i>Super marconi</i> en fonction de différentes concentrations de chlorure de sodium.	42
16	La teneur en chlorophylle (a+b) chez la variété <i>Super marconi</i> en fonction de différentes concentrations de chlorure de sodium.	43
17	Teneurs en proline chez la variété <i>Super marconi</i> en fonction de l'intensité du stress salin.	44
18	Teneurs en sucres solubles chez la variété <i>Super marconi</i> en fonction de l'intensité du stress salin.	45
19	Cercle des corrélations des variables étudiées durant la phase de croissance végétatif.	47

Liste des photos

Photo	Titre	Page
01	Le dispositif expérimental de variété <i>Super Marconi</i> .	28
02	mesure de la longueur des parties racinaires chez la variété <i>Super marconi</i> .	33
03	la solution d'extraction des sucres après 48h à l'obscurité.	33
04	la solution d'extraction des sucres après chauffage dans un bain-marie.	33
05	la solution d'extraction de proline après 48h à l'obscurité.	34
06	la solution d'extraction de proline après chauffage dans un bain-marie.	34
07	L'extraction de chlorophylle à partir de la MF des feuilles chez la variété <i>Super marconi</i> .	35
08	L'extraction de chlorophylle après 48h.	35

Liste des abréviations

ABA: Absciscic acid.

C°: Degrée Celsius.

Ca²⁺: Calcium.

CaCl₂: Chlorure de calcium.

CE: Conductivité électrique.

Chl a : Chlorophylle a.

Chl b : Chlorophylle b.

Chl T : Chlorophylle totale.

Cl:Chlorure.

cm: Centimètre.

CO₂: Dioxyde de carbone.

DO : Densité optique.

EP: Epinastie.

FAO: Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture.

glu : glucose

K⁺: Potassium.

LPA: Longueur partie aérienne.

LPS: Longueur partie souterraine.

LR: Longueur de racine.

LT: Longueur de tige.

Mg: Magnesium.

MgSO₄: sulfate de magnésium.

mM/L: millimol / litre.

MF: Matière frais.

µg/100mg : micro gramme / 100 milli gramme.

N₂: L'azote.

Na: Sodium.

NaCl: Chlorure de sodium.

Na₂CO₃: Carbonate de sodium.

Na₂CO₄: Sodium Percarbonate.

Na₂SO₄ : Sulfate de sodium

NF: Nombre des feuilles.

NO₃⁻: Nitrate.

NRA: Activité du nitrate réductase.

P: Phosphore.

PF : Poids frais.

pH: Potentiel d'hydrogène

ProDH: Proline déshydrogénase.

Pro : Proline.

PS : Poids sec.

SO₄⁻²: Sulfate.

SOD: La superoxide dismutase.

Sup: *Super Marconi*.

T : Température.

TER : Teneur relative en eau.

Var: Variété.

Introduction

Introduction

Dans les zones arides et semi arides, notamment dans le bassin méditerranéen, la salinisation des sols constitue l'un des facteurs abiotiques majeurs qui limitent la productivité végétale et le rendement agricole (Zidet Grignon, 1991). La salinisation résulte généralement d'une forte évaporation d'eau à partir du sol (Munns *etal.*, 2006) et d'une irrégulière et insuffisante pluviométrie (Mezniet *al .*, 2002). De plus, cette salinisation peut provenir d'une irrigation le plus souvent mal contrôlée (Ben naceur *et al.*, 2001). Les données actuelles se résument dans le bassin méditerranéen à 16 millions d'hectares des sols salés. L'Algérie, dont une grande partie des régions agricoles se caractérise par un climat aride et semi aride, est touchée par le processus de salinisation des sols. Actuellement, près de 3,2 millions d'hectares affectés (Hamdy, 1999).

La production en cultures maraîchères à travers le monde est liée, particulièrement aux zones côtières qui comprennent les meilleures terres maraîchères du monde. Les maraîchères prennent de l'importance de plus en plus. Elles constituent une source vitale pour le ravitaillement de la population en rapport avec l'amélioration de vie.

Parmi les cultures maraîchères il y a la culture de poivron doux *Capsicum annuum* L. 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 réagir 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).

Elles font appel soit à des composés minéraux (Marschner *et al.*, 1981) ou organiques azotés comme la proline (Belkhouja et Benkablia, 2000).

Le présent travail vise l'étude de l'effet de la salinité sur le comportement morphologique et physiologique chez le poivron doux *Capssicum annuum* L. Var : *Super marconi* stressée à divers niveaux de salinité (25, 50 et 150 mM /L) de NaCl, à travers l'analyse des composés biochimiques : la proline, les sucres solubles et la chlorophylle, étudier les variations de ces composés au niveau des feuilles.

Ce travail comporte deux parties :

1-Partie bibliographique :

- ✓ Généralité sur la salinité
- ✓ Généralité sur le poivron doux

2-Partie expérimental :

- ✓ Matériel et méthodes
- ✓ Résultats et discussions
- ✓ Conclusion

Première Partie : Etude Bibliographiques

Chapitre I :

La salinité



1. Généralité sur la salinité

1.1. Définition de la salinité

La salinité peut être définie comme étant la quantité globale des sels contenus dans « la solutions 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).

1.2. La Salinisation

La salinisation est un processus d'enrichissement du sol en sels solubles qui aboutit à la formation d'un sol salin (Keren, 2000 ; Levy, 2000 ; Brady et Weil, 2002 et Essington, 2004).

D'après Mermoud (2006), la salinisation des sols est le processus d'accumulation des sels à la surface du sol et plus particulièrement dans la zone racinaire, elle se solde par des effets nocifs sur les végétaux et le sol.



Figure n°01 : La salinisation des sols (Mermoud ,2006).

2. Les sols salés

2.1. Définitions et origine des sols salés

La salinité des sols correspond à une teneur en sels solubles préjudiciable à la production végétale. C'est le processus pédologique par lequel le sol s'enrichit anormalement en sels solubles en acquiert le caractère salin (Michel, 2005). Les sols sont salés lorsqu'ils

contiennent une certaine quantité d'éléments minéraux, dont notamment le sodium, sous forme dissoute, échangeable ou précipitée.

Selon Munns *et al.* (2006), La salinité représente l'accumulation des sels dissous dans la solution du sol à un niveau qui inhibe la croissance et le développement des plantes. On compte généralement deux formes de salinisation : Primaire et secondaire.

2.2. La processus de la salinisation et de l'alcalinisation des sols

L'abondance de l'ion sodium dans le sol lui confère des caractères particuliers. Mais cet ion peut exister sous deux formes distinctes :

- la forme saline (Na Cl , Na_2SO_4), dans ce cas l'ion sodium reste sous forme neutre.
- la forme alcalinisante (échangeable) l'ion sodium lié au complexe absorbant. Sa présence enrichisse la solution du sol en sels alcalin (carbonate ou bicarbonate de sodium) qui confère au sol un pH fortement élevé.

Duchaufour (1983), en fonction de ces deux formes de l'ion sodium, proposa le terme de "sols sodiques" pour désigner la classe des sols sujets. l'ion sodium peut provenir de différentes sources : présence d'une nappe salée dont les éléments saturer le complexe absorbant par échange avec les ions alcalinoterreux (Ca^{2+} et Mg^{2+}) on parle alors de saturation indirecte. Une saturation directe du complexe par altération des roches contenant des minéraux sodiques.

Toutefois selon Bertrand (1986), la nappe souterraine en traversant des lentilles ou des couches d'alluvions sodiques, transporte des éléments alcalinisant dont elle s'est chargée. Selon Richard *et al.* (1954), et Duchaufour (1983), l'ion sodium ne peut subsister qu'en climat sec où le drainage naturel est empêché par la forte évaporation qui sévit. Alors qu'en climat humide, tous les sels à sodium étant très solubles, sont rapidement transportés du profil par les eaux de drainage. Cependant, une exception subsiste se déroule où les eaux maritimes affectent les deltas situés à côté des mers (Richard *et al.* 1954).

2.3. Types de la salinisation des sols

Bien que l'altération des roches et les minéraux primaires soit la principale source de tous les sels, les sols salés sont rarement formés par accumulation de sels in situ. Plusieurs causes sont à l'origine de ce phénomène (Maillard, 2001)

2.3.1. Salinisation primaire

Près de 80 % des terres salinisées ont une origine naturelle, on qualifie alors la salinisation de «primaire». Dans ce cas, celle-ci est due à la formation des sels pendant l'altération des roches ou à des apports naturels externes :

- Dans les régions côtières, intrusion de l'eau salée ou submersion des terres basses.

- Inondation périodique par l'eau de mauvaise qualité.
- Remontée d'une nappe phréatique salée près de la zone racinaire (Mermoud ., 2006)

2.3.2. Salinisation secondaire

Près de 20% des terres salinisées ont une origine humaine ou anthropique et sont qualifiées de «secondaires». L'irrigation est la principale cause anthropique de la salinisation des sols (Anonyme., 2006). Dans environ la moitié des situations, le développement de l'irrigation s'est accompagné de l'apparition de processus de salinisation, sodisation ou alcalinisation des sols d'importance variable.

Si les situations apparaissent très diverses en raison des caractéristiques du milieu naturel, des pratiques agricoles ou de la gestion de l'eau, ces dégradations ne sont pas inéluctables et apparaissent pour l'essentiel comme la résultante de mode de gestion inappropriée des ressources en sol et en eau. L'irrigation altère le bilan hydrique du sol en générant un apport d'eau supplémentaire, cet apport est toujours associé à un apport de sels.

En effet, même une eau douce de la meilleure qualité contient des sels dissous, si la quantité de sels apportée par cette eau peut sembler négligeable, les quantités d'eau apportées au fil du temps entraînent un dépôt cumulé de sels dans les sols qui peut s'avérer considérable (Marlet., 2005).

2.4. Caractéristiques des soles sales

La formation des sols salés est en relation étroite avec la présence de l'ion sodium Na^+ . Sous l'une ou l'autre de ses formes : salin (NaCl , Na_2SO_4) ou échangeable, parfois les deux. Les sols salés sont riches en sels solubles (Sols salins) ou en sodium adsorbé (sols sodiques ou alcalins) :

- Les sols salins (Solontchaks) ont pour principales caractéristiques leur richesse en sels de sodium neutres (NaCl : chlorure de Sodium, Na_2SO_4 : sulfate de sodium) mais contenant également des quantités appréciables d'ions chlorites et de sulfates de sodium, calcium et magnésium. Ces sols sont généralement dominants dans les régions arides et semi - arides.
- Les sols alcalins (Solonetz) sont riches en sodium échangeable et en revanche pauvre en sels solubles (sels alcalins, carbonates et bicarbonates de sodium, Na_2CO_3 principalement) les sols alcalins se trouvent plutôt dans les zones semi-aride et sub-humide. Ces deux types de sols ont en fait des propriétés chimiques et physiques distinctes, d'où des effets sur les plantes, des traitements pour leur remise en valeur, une distribution géographique et une qualité des aquifères adjacents différents (Maillard, 2001) (Tableau I).

Tableau I: Caractéristiques principales des sols salins et sodiques (Maillard, 2001).

Caractéristiques	Sols salins	Sols sodiques (alcalins)
Chimiques	-Dominés par des sels solubles neutres: chlorures et sulfates de sodium, calcium et magnésium. - Un pourcentage de sodium échangeable inférieur à 15%.	-Peu de sels solubles neutres mais généralement des quantités appréciables de sels capables d'hydrolyse alcaline telle que les carbonates de sodium (Na_2CO_3) -Un pourcentage de sodium échangeable à 15%
	-Le pH de l'extrait de sol saturé Généralement moins de 8,2. -Conductivité électrique à 25°C ; CE >4Ms/cm.	-Le pH de l'extrait de sol saturé Est plus de 8,2 atteignant souvent 9 ou 10. -Conductivité électrique à 25°C CE<4Ms/cm.
Physiques	-En présence excessive de sels solubles neutres, la fraction argileuse est floculée et le sol est stable.	-Un excès en sodium échangeable couplé à des valeurs de pH élevées rend l'argile dispersée et une instabilité structurale du sol.
	-La perméabilité à l'eau et à l'air de ces sols est généralement comparable à ceux des sols « normaux ».	-La perméabilité à l'eau et à l'air est restreinte. Les propriétés physiques de ces sols s'aggravent avec l'augmentation du pH et du sodium échangeable.
Distribution Géographique	-Les sols salins dominant dans les régions arides à semi-arides.	-Les sols alcalins se trouvent principalement dans les régions semi-arides et sub-humides

2.5. Les sols sales dans le monde et en Algérie

La salinisation des terres est un problème majeur à l'échelle mondiale. Selon la FAO(2008), et les estimations les plus récentes, elle affecte déjà au moins 400 millions d'ha et en menace gravement une surface équivalente. Elle est donc très importante quantitativement puisque, encore une fois, nous n'avons qu'un milliard et demi d'ha cultivés sur la Terre.

Généralement, le monde perd en moyenne 10 ha de terres cultivables par minute dont 3 ha (plus de 1,5 M ha par an) à cause de la salinisation. Aujourd'hui, il y a à peu près 400 M ha des terres qui sont affectées par la salinisation (Bot *et al.* , 2000). En Afrique, près de 40 M ha y sont affectés, soit près de 2% de la surface totale. Au Proche-Orient, près de 92 M ha soit environ 5% de la surface totale (FAO, 2008).

Selon Durand (1958), en Algérie, les sols agricoles sont dans leur majorité, affectés par la salinité ou susceptibles de l'être .Les sols salins sont très répandus dans les basses plaines de l'Oranie, dans la vallée de Mina près de Relizane, dans le bas Chélif, sur les hautes plaines au sud de Sétif et de Constantine, aux bords de certains chotts. Ils ont aussi une grande extension dans les régions sahariennes au sud de Biskra jusqu'à Touggourt, Ouargla.

2.6. Effet de la salinité sur les sols

2.6.1. Action sur la stabilité structurale

Selon Michel (2005), des mécanismes physiques tels que fracturation, l'éclatement et la dispersion réorganisent l'assemblage des constituants conduisant au remaniement du sol. En effet, la saturation de la fraction argileuse en sodium provoque la dispersion des fines particules et la modification de la structure du sol (Gassemi, 1995).

2.6.2. Effet sur la perméabilité du sol

La perméabilité dépend de la texture et devient difficile elle lente et se fait par diffusion Aubert (1980). A l'état humide, et par manque de cohésion des particules fines, l'argile occupe les vides de la matrice (sol) et réduit la perméabilité (Phelippe, 2001).

2.6.3. Action sur la rétention en eau

La capacité de rétention en eau diminue en fonction de la nature des cations dans l'ordre suivant : $\text{Na}^+ > \text{Ca}^{2+} > \text{K}^+$ (Djamel, 1993).

2.6.4. Action de la salinité sur les propriétés chimiques

La disponibilité de l'eau diminue dans le sol, si la concentration de la solution de sol est importante, et élévation de pH observé dans ces sols provoque des carences de certains éléments (Chamayou et Legros., 1989).

2.6.5. Action de la salinité sur les propriétés biologiques de sol

Les sels forment une couche imperméable en surface empêchant toute activité biologique (Halfaoui, 1988). Ainsi selon (Aubert., 1988) la pression osmotique de la solution des sols salés s'élève d'où l'alimentation en eau difficile des plantes et micro-organismes.

3. La Salinité et la plante

3.1. Notion du stress

Un stress est l'ensemble des perturbations biologiques provoquées par une agression quelconque sur un organisme. Selon Levitt (1980), c'est un facteur de l'environnement induisant une contrainte potentiellement néfaste sur un organisme vivant.

La notion du stress biologique est le changement plus ou moins brusque par rapport aux conditions normales de la plante ou de l'animal, et la réaction sensible de l'individu dans les différents aspects de sa physiologie laquelle change sensiblement avec l'adaptation à la nouvelle situation à la limite de dégradation menant à une issue fatale (Leclerc., 1999).

On peut distinguer deux types du stress dans la nature:

- a. Le stress biotique:** dus à une agression par un autre organisme : insectes, animal,....etc.
- b. Le stress abiotique:** il est dû principalement à des facteurs environnementaux comme la sécheresse, les températures extrêmes, excès d'eau (asphyxie racinaire), la salinité...

On peut citer quelques types des stress abiotiques qui peuvent affecter les végétaux: le stress hydrique, le stress thermique, le stress salin etc.

3.2. Définition du stress salin

Le stress salin est défini comme une concentration excessive en sel. Le terme stress salin s'applique surtout à un excès des ions, en particulier Na^+ et Cl^- (Hopkins., 2003).

Les dommages causés par le stress salin à long terme est surtout le déséquilibre ionique et la toxicité provoqués par le Na^+ plutôt que l'effet du sel sur le potentiel hydrique réduisant la disponibilité en eau (Munns, 2002 ; Belkheiri, 2007).

3.3. L'effet de stress salin sur Les plantes

La salinité est l'un des facteurs limitant pour la croissance des plantes. Les effets de la salinité sont: l'arrêt de la croissance, le dépérissement des tissus sous forme de nécroses marginales, suivi par une perte de turgescence, par une chute des feuilles et finalement par la mort de la plante (Zid., 1982).

La salinité provoque le plus souvent un retard dans le développement (Gill., 1979; Elmekkaoui., 1990 et Boukachabia., 1993) et d'une manière générale la hauteur, le diamètre des tiges des différentes espèces, ainsi que la grosseur des fruits, diminuent d'une façon

importantes avec l'augmentation de la salinité: c'est le cas de riz Khan *et al*(1997) et de la pomme de terre (Bouaziz., 1980).

D'une façon générale, la tolérance au sel n'est pas constante pour une même espèce ou variété. Elle peut changer en fonction de l'espèce, du génotype, de l'âge et de l'état physiologique de l'organe. A titre d'exemple, l'orge et le blé sont particulièrement résistants à la salinité après la germination (Elmekkaoui., 1990).

3.3.1. Effet de la salinité sur la morphologie de la plante

Il existe 3 effets de la salinité sur la morphologique de la plante

3.3.1.1. Effet sur les racines

Selon Levigneron *et al* (1995),les racines sont les premières à réagir. Selon Brun (1980), l'excès de sel dans l'environnement racinaire donne naissance à des plantes naines. La masse racinaire est moins affectée par la salinité que les limbes, les tiges et les pétioles.

3.3.1.2. Effet sur les tiges

La longueur des tiges est réduite par l'excès de sel dans le sol (Aberkane., 1992).Pour le Tournesol, la réduction de la hauteur de la tige est de 30 cm,(Bouzaidi et Salama., 1978).

3.3.1.3. Effet sur les feuilles

Des concentrations élevées de sel tels que le Ca^{2+} , Mg^{2+} et les bicarbonates provoquent des nécroses sur les feuilles, des décolorations et la réduction de la chlorophylle (Saidoune.,2000).

3.3.2. Effet de stress salin sur la croissance végétale

Le stress salin occasionne divers troubles physiologiques et biochimiques qui empêchent ou retardent la croissance (Rehman *et al* ., 1996 ; Ungar., 1996)

3.3.2.1. 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 ; Kabar.,1986 et 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 de germination (Belkhodja et Bidai., 2004).

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

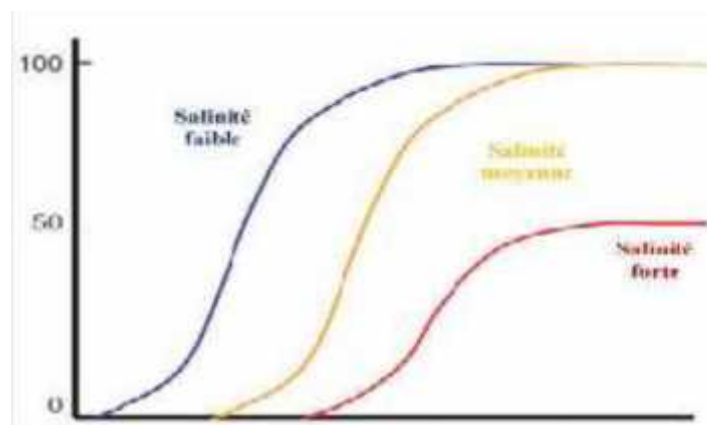


Figure n°02 : Diminution du taux de germination avec l'augmentation de la salinité.
(Zoubeir C., 2010)

3.3.2.2. Effet sur la croissance

La réponse immédiate du stress salin est la réduction de la vitesse de l'expansion de la surface foliaire ce qui conduit à l'arrêt de l'expansion si la concentration du sel augmente (Wang et Nil., 2000). Le stress salin résulte aussi dans la diminution de la biomasse des feuilles, tiges et racines (Chartzoulakis et Klapaki., 2000).

La salinité accrue est accompagnée par une réduction significative dans la biomasse racinaire, la hauteur de la plante, le nombre de feuilles par plante, la longueur des racines et la surface racinaire chez la tomate (Mohammad *et al.*, 1998). Le taux élevé de NaCl se manifeste par une croissance dans la biomasse des racines, tiges et feuilles et une augmentation dans le ratio partie racinaire, partie aérienne chez le coton (Meloni *et al.*, 2001).

3.3.3. Effet de la salinité sur le comportement biochimique de la plante

Sous les conditions salines il y a un changement dans le modèle d'expression des gènes, et des changements qualitatifs et quantitatifs dans la synthèse des protéines (Reynolds *et al.*, 2001).

Le stress salin induit une perturbation de la composition lipidique et protéique au niveau de la membrane cellulaire, affectant ainsi sa stabilité (Alem et Amri., 2005). La présence du sel en forte concentration inhibe principalement le métabolisme cellulaire et la photosynthèse Tremblin et Coudret (1986), par l'imposition d'un stress osmotique Hayashi et Murata (1998) sur la cellule et par la toxicité du sodium et du chlorure dans le cytoplasme.

Chez diverses espèces, plus ou moins résistantes, on a observé une augmentation des sucres totaux résultant d'un blocage de la glycolyse ou du saccharose provenant d'une forte hydrolyse de l'amidon (Niu *et al.*, 1995).

Selon Hadjadj (2009), l'accumulation des sucres solubles est importante dans les feuilles des plantes d'*Atriplex halimus* L. et d'*Atriplex canescens* (Pursh) Nutt. Soumises à un stress salin.

3.3.4. Effet de la salinité sur l'eau dans la plante

La première difficulté d'une plante en milieu salin est d'assurer son apport en eau. Pour cela, il faut que la plante puisse ajuster la pression osmotique de ses tissus par rapport à la pression osmotique du sol. Ce phénomène nommé l'épictèse, permet donc à la plante d'assurer une hypertonie constante (Heller., 2004).

Le potentiel hydrique et le potentiel osmotique des plantes deviennent de plus en plus négatifs avec l'augmentation de la salinité ainsi que la pression de la turgescence (Romeroaranda *et al.*, 2001). Dans les conditions de concentrations élevées de salinité accrue, le potentiel hydrique de la feuille et la vitesse d'évaporation diminuent significativement chez l'halophyte *Suaeda salsa* alors qu'il n'y a pas de changement dans le contenu relatif en eau (Lu *et al.*, 2002).

3.3.5. Effet de la salinité sur l'anatomie de la feuille

La salinité cause une augmentation de l'épaisseur de l'épiderme, l'épaisseur du mésophylle, la longueur des cellules palissadiques le diamètre des cellules palissadiques dans les feuilles de l'haricot, du coton et de l'atriplex (Longstreth et Nobel., 1979). La salinité réduit aussi l'espace intercellulaire dans les feuilles (Parida et Das., 2005).

L'épaisseur du mésophylle et de l'épiderme ainsi que l'espace intercellulaire diminuent significativement dans les feuilles traitées avec le NaCl de la mangrove *Bruguiera parviflora* (Parida et Das., 2005).

Le stress salin cause le développement de la vacuolisation et un gonflement partiel du réticulum endoplasmique, le gonflement de la mitochondrie, la vésiculation et la fragmentation du tonoplaste et la dégradation du cytoplasme par le mélange de la matrice cytoplasmique et vacuolaire des feuilles chez la patate douce (*Ipomoea batatas*) (Mitsuya *et al.*, 2000).

3.3.6. Effet de la salinité sur les pigments photosynthétiques et les protéines

Le taux de la chlorophylle et des caroténoïdes des feuilles diminue en général sous les conditions de stress salin. Les feuilles les plus âgées commencent à développer une chlorose et finissent par tomber pendant une période prolongée de stress salin (Agastian *et al.*, 2000). Par contre, Wang et Nil (2000) ont rapporté que le contenu de la chlorophylle augmente sous les conditions de salinité chez *Amaranthus*. Chez *Grevilea*, la protochlorophylle, la chlorophylle et les caroténoïdes diminuent significativement sous le

stress salin, mais la vitesse du déclin de la protochlorophylle, la chlorophylle est plus importante que celle de la chlorophylle (a) et les caroténoïdes. Les pigments anthocyanines augmentent significativement dans ce cas de stress salin (Kennedy et De Fillippis., 1999).

Le contenu des protéines solubles des feuilles diminue en réponse à la salinité (Parida *et al.*, 2002). Agastian *et al* (2000) ont rapporté que les protéines solubles augmentent à des niveaux bas de salinité et diminuent sous hautes concentrations de salinité chez les mûres.

3.3.7. Effet de la salinité sur les lipides

Les lipides sont la source la plus efficace du stockage de l'énergie, ils fonctionnent comme des isolateurs des hormones et organes délicats, et jouent un rôle important comme des constituants des structures de la plupart des cellules membranaires (Singh *et al.*, 2002). Ils ont aussi un rôle vital dans la tolérance à différents stress physiologiques chez une variété d'organismes comme les cyanobactéries. L'instauration des acides gras contre carre le stress salin ou hydrique.

Wu *et al* (1998) ont analysé le changement de la composition des lipides soumis à un stress salin dans la membrane plasmique des racines chez *Spartinapatens* et ont rapporté que les pourcentages molaires des stérols et les phospholipides diminuent avec l'augmentation de la salinité, mais le ratio stérols, phospholipides n'est pas affecté par le NaCl.

3.3.8. Effet de la salinité sur le taux des ions

Le contrôle de l'exportation et de la répartition des ions dans les organes de la plante représente un paramètre important de la tolérance au stress salin (Alem et Amiri., 2005). La tolérance à la salinité exige une bonne stabilité de diverses membranes cellulaires, outre les premiers sites touchés par l'excès de sel, sont les membranes cellulaires. Pour continuer sa croissance et son développement au cours d'un stress salin, la plante doit maintenir une teneur basse en Na⁺ et élevée en K⁺ dans le cytosol (Guillermo *et al* ., 2001).

Le meilleur moyen est le maintien de la concentration du taux du Na⁺ cytosolique à un niveau bas, en minimisant son entrée et maximisant sa sortie. De très fortes concentrations salines dans le milieu, provoquent une altération de la nutrition minérale des plantes (Levigneron *et al* ., 1995).

L'accumulation des ions dans la plante, limite l'absorption des cations indispensables tels que K⁺ et Ca²⁺ (Munns *et al* ., 2005) ,en se concentrant chez certaines plantes dans la paroi cellulaire, ou en remplaçant le Ca²⁺ ou le K⁺ (Erik *et al.*, 2005).

La présence de sodium en faible concentration, peut augmenter l'absorption du K⁺, tandis que sa présence en fortes concentrations diminue l'absorption de K⁺ Mezni *et al*(2002), signalée chez le riz (Levit ,1980),chez l'*Atriplex halimus* L. Achour(2005), Benadji(2006) et

la canne à sucre (Nimbalkar et Joshi.,1975). Cette absorption peut même s'arrêter complètement chez le haricot Hamza(1977) et le laurier rose Hadji(1980) cultivés en présence de chlorure de sodium à 12 g/l.

Le calcium diminue avec l'augmentation des doses de sel Cramer(1997), son addition au milieu de culture des plantes sous stress salin augmente le taux du Ca^{2+} et du K^{+} au niveau foliaire par contre diminue l'accumulation de Na^{+} (Grant *et al.*, 1991; Erik *et al.*, 2005).

3.3.9. Effet de la salinité sur les enzymes antioxydantes

Le stress salin cause un déficit hydrique comme conséquence à l'effet osmotique sur les activités métaboliques des plantes. Ce déficit hydrique cause un stress oxydatif à cause de la formation des espèces réactives de l'oxygène comme les super-oxydes, les radicaux hydroxyles et peroxyde (Ben Nacer *et al.*.,2005).

Les espèces réactives de l'oxygène qui sont le produit des stress hyper osmotique et ionique causent des disfonctionnements dans la membrane et la mort cellulaire (Bohnert et Jensen., 1996). Les plantes se défendent contre ces espèces réactives de l'oxygène par l'induction de l'activité de certaines enzymes anti oxydantes comme la catalase, la peroxydase, la glutathion réductase et le super-oxyde dismutase, qui éliminent les espèces réactives de l'oxygène. (Hernandez *et al.*, 2000).

3.3.10. Effet de la salinité sur le métabolisme de l'azote

L'activité de la nitrate réductase (NRA) diminue dans les feuilles de beaucoup de plantes pendant le stress salin (Flores *et al.*., 2000). La première cause de la réduction de la NRA dans les feuilles est un effet spécifique associé à la présence du sel Cl^{-} dans le milieu externe.

Cet effet de Cl^{-} semble être dû à la réduction de l'absorption du NO_3^{-} et par conséquent une concentration réduite du NO_3^{-} dans les feuilles, bien que l'effet direct du Cl^{-} sur l'activité de l'enzyme qui ne peut être écarté (Flores *et al.*., 2000). Chez le maïs (*Zea mays*) le taux des nitrates diminue dans les feuilles, mais augmente dans les racines sous le stress salin et la NRA des feuilles diminue aussi dans la salinité (Abdelbaki *et al.*., 2000).

L'exposition des racines nodulées au NaCl des légumineuses comme le soja et l'haricot cause une réduction rapide de la croissance végétale (Parida et Das., 2005). L'activité de la nitrogénase diminue chez l'haricot par une exposition à courte durée à la salinité.

3.4. Réponses des plantes au stress salin

L'adaptation des plantes au stress salin est sans aucun doute un des processus les plus complexes impliquant de nombreux changements, y compris l'augmentation transitoire dans les niveaux de l'acide abscissique, l'accumulation des solutés compatibles, et des protéines, l'augmentation d'antioxydants et la suppression des voies métaboliques de consommation

d'énergie. Presque tous les organismes vivants (micro -organismes, animaux et plantes) synthétisent des solutés compatibles en réponse à un stress osmotique, parmi eux, les acides aminés, la glycine bétaine, les sucres ou les sucres alcools sont des molécules de faible poids moléculaire et non toxiques à des concentrations élevées, ils protègent les structures cellulaires des dommages liés au stress. Par exemple, ils permettent l'ajustement osmotique, piègent les espèces réactives à l'oxygène, stabilisent les enzymes et les protéines, et protègent l'intégrité de la membrane chez les plantes soumises à divers stress (Hasegawa *et al.*., 2000; Ashraf et Foolad ., 2007).

3.4.1. La synthèse des solutés compatibles

En présence de stress salin, il y a synthèse des osmoprotecteurs qui sont de petits composés organiques compatibles avec les fonctions métaboliques des cellules, très soluble, neutres et non toxiques; ils permettent ainsi l'ajustement osmotique entre le cytosol et la vacuole d'une part et la stabilisation des protéines et des membranes contre la dénaturation causée par le stress salin d'autre part, (Meloni *et al.*, 2004 ; Gregory., 2005)

Les halophytes mais aussi occasionnellement les glycophytes, sont capables de lutter contre le stress salin en produisant ces composés dits aussi solutés compatibles. (Calu., 2006 ; Ommamie., 2005)

Il existe trois catégories d'osmoprotecteurs :

- ✓ Les acides aminés : comme la proline, l'alanine la β -alanine la taurine et ectoine (1, 4, 5,6-tetrahydro-2-methyl-4-pyrimidinecarboxylic acid).
- ✓ Les ammoniums quaternaires : comme la glycine bétaine, β -alanine bétaine, la choline-O- sulfate, la glycerophosphorylcholine et les sulphonium comme 3-dimethylsulfoniopro- pionate.
- ✓ Les Carbohydrates : incluent les polyols comme le glycerol, l'inositol, le mannitol, le sorbitol le pinitol et le D-ononitol ; les sucres simples comme le fructose, glucose, le saccharose, le tréhalose, le raffinose et le fructan. (Calu., 2006 ; Gregory., 2005 ; Hasegawa *et al.*, 2000) (Figure03).

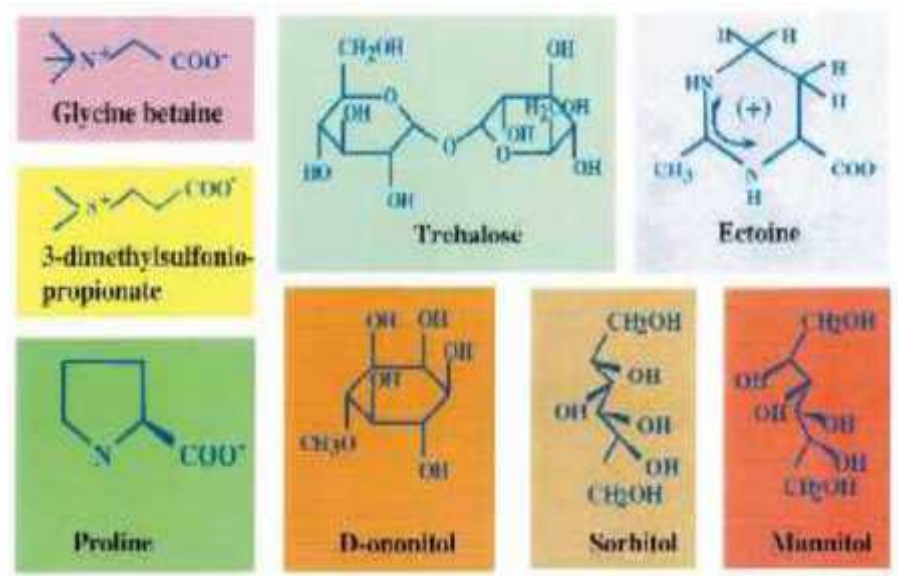


Figure n°03 : La structure chimique de quelques osmolytes. (Hasegawa *et al.*, 2000)

3.4.1.1. La proline

La Proline est un acide aminé dont les propriétés biochimiques sont assez voisines de celle des autres aminés, la proline (acide pyrrolidine 2 carboxylique ($C_5H_9O_2N$)), dont la liaison, C-N (Unay, 1988, Chaib, 1997) fait de la proline un acide aminé rigide, son poids moléculaire est de 115.13 g/mol.

La proline est un acide aminé non polaire caractérisé par un cycle pyrrolidique, il est à noter que la proline contient dans sa molécule une fonction amide, ce qui en fait un aminoacide. sa fréquence moyenne dans les protéines est de 5.2%, Anonyme (2006).

La proline est l'un des solutés compatibles le plus fréquemment accumulé en réponse à des contraintes environnementales variées et joue un rôle important dans la tolérance des plantes. La proline a été proposée comme stabilisateur de protéines et de complexes macromoléculaires, piègeur de radicaux libres et régulateur du potentiel redox cellulaire (Kilani *et al.*, 2012).

La concentration intracellulaire de la proline dépend d'une régulation fine entre sa biosynthèse et sa dégradation (Kilani *et al.*, 2012)

3.4.1.2. La proline et le stress

- L'accumulation des polyamides aliphatiques, dans les plantes supérieures résulte de nombreux stress biotiques et abiotiques, l'augmentation de leur concentration peut donc représenter un marqueur (Bagni, 1994).

- Le taux de proline s'accroît dans les feuilles lorsque la température s'élève (Knu et Chen., 1986 ; Bounouar., 2001).

- La proline est un acide aminé particulièrement sensible au stress (Hopkins, 2003).

- La proline est un acide aminé dont la présence est souvent associée à des situations de stress (Richard *et al.*, 2006).

3.4.1.3. Rôle de proline

- La proline est un acide aminé indispensable chez les végétaux, elle est considérée comme un indicateur de stress.

- Elle joue un rôle consistant dans l'osmoprotection et la régulation du pH cytoplasmique (Delaney et Verna., 1993 ; Delaa., 2003).

- Elle fournit une réserve d'azote pouvant être utilisée en condition de stress comme moyen de réduction de l'acidité ou l'élimination de résidu (Schwakec *et al.*., 1999 in Delaa., 2003).

-Agit comme un médiateur de l'ajustement osmotique sous le stress salin,

- Un stabilisateur de structures subcellulaires, un puits d'énergie, et même une contrainte connexe de signal

-Elle participe aussi dans l'osmorégulation de la cellule et de la protection des protéines au cours de la déshydratation, et il peut agir comme un régulateur enzymatique en conditions de stress (Rontain *et al.*, 2002)

3.4.1.4. L accumulation de la proline

L'accumulation de la proline, induite par les stress, peut être le résultat de trois processus complémentaires : stimulation de sa synthèse Boggess *et al.*(1976), inhibition de son oxydation Rayapati et Stewart(1991) et/ou altération de la biosynthèse des protéines (Stewaert *et al.*., 1911).

La proline serait synthétisée à partir de l'acide glutamique via 1' acide 5 carboxylique-1-pyrroline (P5C), il peut être synthétisé également via l'arginine et l'ornithine (Lignowski et Slittstoesser., 1971) (Figure n°2).

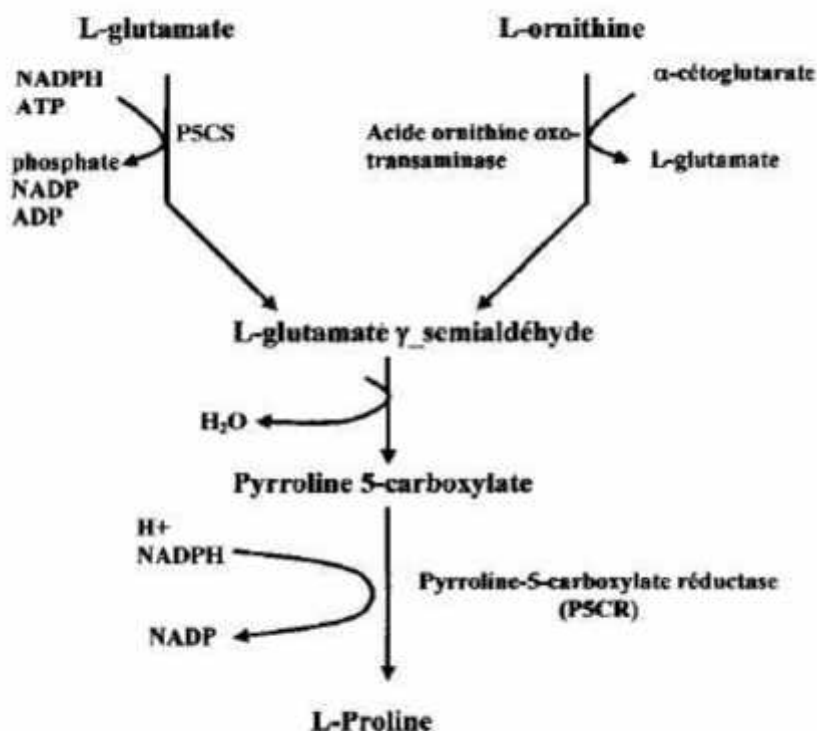


Figure n°04 : Les deux voies métaboliques de la proline chez les plantes supérieures.

(Hu *et al.*, 1992)

3.4.2. Les sucres solubles

Les hydrates de carbone sont les composants majeurs des arbres, ils représentent trois quart de leur poids sec (Kreamer et Kozlowski, 1979 ; Aloui-sousse *et al.*, 1994). Comme c'est le cas des composés de cette catégorie possédant 6 atomes de carbone dans leur structure : glucose, fructose, galactose.

3.4.2.1. Biosynthèse des sucres

Pour une fonction normale d'une cellule, ou d'un organe, les sucres solubles sont indispensables. Chez les végétaux les besoins sont couverts par la photosynthèse, cependant après excès on aura une voie de stockage sous forme d'amidon ou sous forme d'autres glucides complexes, (Nemouchi, 2003).

3.4.2.2. Les sucres et le stress

La variabilité des teneurs en carbohydrates reflète la capacité des plantes à s'adapter à diverses conditions écologiques comme les divers stress (Mehouachi., 1993).

Chez la plupart des plantes supérieures, les premiers produits de la photosynthèse sont le saccharose et l'amidon, ces deux glucides sont généralement stockés au niveau foliaire

pendant la journée, chez d'autres espèces les alditols (sorbitol) aussi sont synthétisés et stockés avec ces deux derniers sucres (Annick *et al.*, 1992).

3.4.2.3. L'augmentation de la teneur des sucres solubles

Le taux des sucres augmente considérablement chez les plantes soumises aux différents types de stress, cela a été vérifié par (Chungyang., 2001).

Les espèces résistantes au stress salin, ont un taux élevé de sucres solubles résultant d'un blocage de la glycolyse (Lessani., 1969 ; Hadjari., 1999). Les principaux sucres accumulés sont le glucose, fructose et le saccharose. (Hare *et al.*, 1998)

3.4.2.4. Le rôle des sucres

- Les glucides ont un rôle fondamental dans la vie des végétaux, ce sont les produits primaires de la photosynthèse et les composés à partir desquels sont synthétisés les lipides et les protéines.

- Ce sont des indicateurs de degrés de stress, à cause de son importante augmentation lors de la sévérité, les sucres métaboliques (glucose, galactose, saccharose et fructose) permettent la résistance aux différents stress.

- Les sucres jouent un rôle prédominant dans la vie de la plante, ils sont produits par la photosynthèse. Transportés vers les tissus profonds et canalisés, la respiration est convertie en composés de réserves (lipides, saccharose, amidon) qui sont éventuellement dégradés, la régulation du processus métabolique impliqué dépend de la concentration en sucres (Loretti *et al.*, 2001).

- Les sucres solubles associés à d'autres solutés organiques (protéines, glucides, acides organiques (malate, acide aminés) interviennent dans le processus d'osmo-régulation (Kinet *et al.*, 1998).

Ils jouent un rôle dans le maintien de la pression de turgescence qui est la base de différents processus contrôlant l'activité d'une plante.

- Le saccharose et les monosaccharides, jouent un rôle osmotique dans la baisse du potentiel osmotique et par voie de conséquence dans l'ajustement osmotiques, chez les différentes plantes et leur confèrent une tolérance vie à vie du stress (Bezzela., 2005).

3.4.3. La chlorophylle

Il existe deux principaux types de chlorophylle chez les plantes et certaines algues: la chlorophylle(a) et la chlorophylle(b).

D'une manière générale, le sel induit des modifications quantitatives et qualitatives sur la synthèse des protéines. Le plus souvent, en cas de stress salin, les plantes montrent des signes de stress par la production d'anthocyanes ou la destruction des chlorophylles.

Des résultats rapportés par Seeman et Critchley (1985) ont souligné une diminution de la concentration des chlorophylles foliaires et une baisse de l'activité de la ribulose 1,5 bisphosphate carboxylase/oxygénase (rubisco) chez l'haricot irrigué par une solution enrichie en NaCl. De même, (Shaheena *et al.*, 2005) ont noté une diminution des concentrations des chlorophylles au niveau des feuilles de moutarde cultivée sous conditions de stress salin. Dans le même ordre d'idées, El Housseine *et al.* (1998) ont obtenu une diminution de pigments chlorophylliens suite à un stress salin chez trois variétés de blé et que cette diminution est levée à quelques heures après la levée du stress imposé.

L'effet de la salinité sur la photosynthèse, dépend de la concentration des sels et l'espèce de la plante, ce qui est évident qu'une concentration basse de sels peut stimuler la photosynthèse. Un environnement stressant qui affecte la croissance, affecte évidemment la photosynthèse, de nombreux auteurs montrent que la capacité de la photosynthèse est étouffée par la salinité et cela chez différentes espèces (Omami., 2005).

3.5. Mécanismes de résistance des plantes 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 (Pieri *et al.*, 1994). Les plantes développent plusieurs stratégies pour limiter le stress salin, qui diffèrent selon la catégorie de la plante.

Selon 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 «exclusion». A l'inverse, les plantes tolérant le NaCl, sont dites «inclusion» 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).

3.5.1. Exclusion

La plante empêche le sel de remonter dans la sève jusqu'aux feuilles. La présence de l'endoderme dans les racines ainsi que le transport sélectif, leur permet d'absorber les ions nutritifs utiles et de réexcréter les ions Na^+ (Genoux *et al.*, 1991). Quelques halophytes peuvent empêcher l'absorption excessive de sel par exclusion du sel au niveau des racines et de la partie inférieure de la tige. Dans ce cadre, la sortie de Na^+ des vaisseaux du xylème en échange d'une entrée de K^+ venant des cellules parenchymateuses du xylème et du parenchyme avoisinant, joue un rôle important dans la tige et les racines (Luttge *et al.*, 2002).

La plus grande partie du sodium véhiculé vers les feuilles est réexporté vers les racines via le phloème (en bleu). Les intensités relatives des flux sont symbolisées par la largeur des traits (Levigneron *et al.*, 1995).

3.5.2. Inclusion

La plante retient 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 pompes moléculaires. Les vacuoles sont des compartiments fermés au sein de la cellule, le sel est ainsi isolé des constituants cellulaires vitaux (Berthomieu *et al.*, 2003), ou excrété par des glandes vers l'extérieur (Alem et Amri., 2005).

L'excrétion dans les glandes à sel est très spécifique, d'abord Na^+ , Cl^- et HCO_3^- sont excrétés contre le gradient de concentration, alors que des ions comme Ca^{2+} , NO_3 , SO_4 et H_2PO_4^- sont maintenus contre leur gradient (Hopkins., 2003). Les flux de sodium sont essentiellement ascendants (en rose) et le sel est accumulé dans les parties aériennes, (Levigneron *et al.*, 1995).

3.5.3. La réexcrétion

La plante a la capacité de réexpédier aussitôt l'excès de sel parvenu jusqu'au feuilles versées racines, par l'intermédiaire de sa sève descendante par le phloème. Les racines peuvent ensuite réexcréter le sel à l'extérieur et l'éliminer vers le sol (Berthomieu *et al.*, 2003).

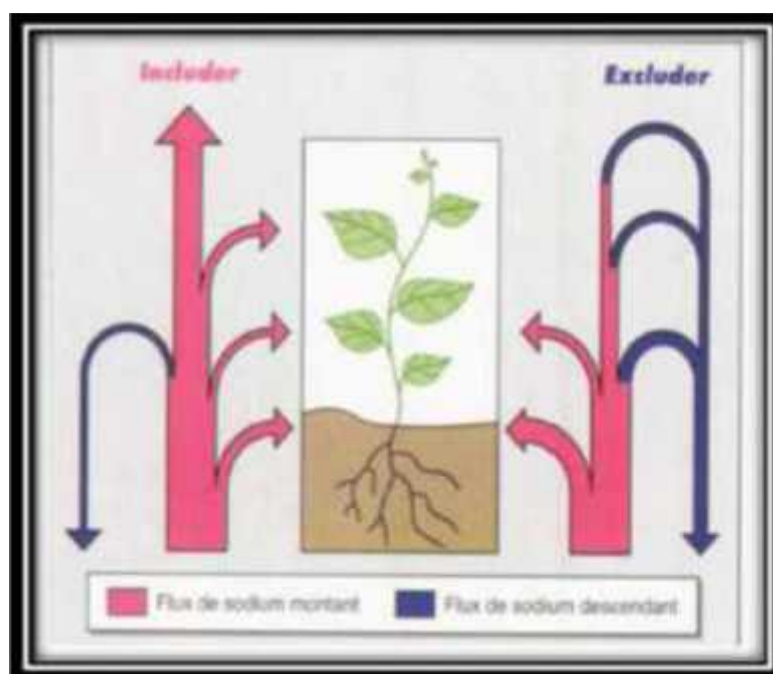


Figure n° 05: Schématisation du bilan de la circulation du sodium dans les plantes inclusion

Chapitre II :

Poivron



1. Historique

Le poivron est originaire du Mexique du sud et de la zone centrale du continent sud Américain qui correspond à la Bolivie actuelle : il s'agit d'une zone de transition entre le climat tempéré et le climat sub- tropicale, non soumise aux gelées et relativement sèche. Il a été largement cultivé et consommé par les indiens et il n'a pas été trouvé à l'état sauvage ce qui prouve que c'est une ancienne culture (Challali S, 2015).

Le poivron fut introduit en Europe à la fin du quinzième siècle et au début du seizième par les Conquistadors .Il a été cultivé comme une plante médicinale et décorative en Espagne et en Portugal, puis il a pénétré en Angleterre en 1548, dans le sud de l'Italie à peu près à la même époque, en Hongrie 20 ans plus tard (Challali S, 2015).

La culture du poivron a été introduite au dix-huitième siècle, durant la colonisation française en Algérie (Challali S, 2015).

2. Définition du poivron

Le poivron doux (*Capsicum annuum* L.) est une plante maraîchère de grande importance connue et cultivée de par le monde. Son adaptation à des conditions tropicales chaudes et humides pose cependant des problèmes en ce sens que la chaleur humide et la forte pression parasitaire qui y sont relatives affectent grandement la culture. D'où la nécessité de développer des variétés dites tolérantes à cet environnement (Tristan N., 2004)

3. Caractères généraux

Le poivron appartient à la grande famille d'origine tropicale des Solanacées qui comprend également la tomate, la pomme de terre et le tabac. Le poivron était inconnu dans l'ancien monde avant la découverte de l'Amérique.

Le poivron est le fruit d'une plante, bien qu'il soit consommé comme un légume. Le terme « poivron » vient du mot poivre. D'un point de vue culinaire, il existe deux grandes catégories de piments : les forts sont des épices et les doux, que l'on appelle aussi « poivrons », il existe des variétés vertes, rouges, jaunes et orange, très courantes; Des variées, plus rares existent : violettes, brunes, blanches et noires.

Le poivron doux *Capsicum annuum* L. est parmi les produits du nouveau monde, que C.Colomba ramenés de son premier voyage en 1493.

4. 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**Especce :** *Capsicum annum*L.**Var :** *Marconi**Super marconi***5. La production mondiale**

La production mondiale de poivron a dépassé 24.7 millions de tonnes en 2005 selon les statistiques de la FAO. La Chine, le Mexique, la Turquie, l'Espagne et les Etats-Unis représentent 72% de cette production.

La Chine est de loin le principal producteur avec une production moyenne annuelle de l'ordre de 10 millions de tonnes soit 44,5 % de la production mondiale totale. Les principales variétés produites sont les piments longs, fins et lisses.

Les autres principaux producteurs sont le Mexique et la Turquie, avec une part moyenne de 6,8% de la production mondiale (Tableau II).

Tableau II : Principaux producteurs à l'échelle mondiale (FAO, 2005)

(Milliers de tonnes)	2001	2002	2003	2004	2005
Chine	9884	10535	11529	12031	12531
Mexique	1871	1785	1854	1431	1617
Turquie	1560	1750	1790	1700	1745
Espagne	979	1056	1056	1077	1045
États-Unis	857	868	933	979	894
Italie	392	327	361	364	363
Pays-Bas	295	310	315	318	345
Roumanie	185	197	249	237	204
Maroc	177	156	194	182	182
Hongrie	135	117	110	126	113
Autres	4956	5281	5819	6004	5705
Monde	12300	22383	24208	24450	24744

6. Exigence des cultures du poivron

6.1. 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.

6.2. Les exigences en chaleur

Selon Chaux et Foury (1994) : une plante exigeante en chaleur, son optimum de croissance se situe à 24°C.

- La croissance de la plante se ralentit à des températures inférieures à 13 °C
- Mais une plante très sensible aux températures basses.
- Les températures supérieures à 35°C réduisent la fructification et la photosynthèse.

6.3. 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.

6.4. Les exigences en eau

- Une plante exigeante en humidité du sol ; il faut 80-85 % d'humidité afin d'obtenir de bons rendements.
- Lorsque l'humidité relative de l'air est basse (inférieure à 60 %) et la température est élevée, les fruits ne grandissent pas (Chaux et Foury . ,1994).

6.5. Rotation

- Le poivron fatigue rapidement le sol, la rotation des cultures est très exigent en moyenne : 4 à 6 ans.
- Mais le poivron est un bon précédent cultural pour les légumes racines (Chaux et Foury . ,1994).

7. Les étapes de culture de poivron dans la pépinière

7. 1. **Semis** : former des parcelles de 1,20m de largeur.

Tracer des lignes avec le doigt, distante de 20 cm et profondeur de 1 cm.

- Engraisser et affiner la terre avec une bêche la terre. Composition de l'engrais : engrais organique + sable fin + terreaux de la parcelle.

- Semer 1 graine distante de 2 cm sur la ligne.
- Bien enterrer les semences après semis.
- Arroser régulièrement pour maintenir l'humidité.
- Germination après 2 semaines.
- Il est recommandé de semer suffisamment de plants afin de pouvoir remplacer les manquants (Chaux et Foury . ,1994).

7.2. Plantation

7.2.1. Transplantation

- La transplantation a lieu 1 à 2 mois après le semis ou au stade de 5 à 6 feuilles (hauteur:10 cm).
- Pendant le mois qui précède la transplantation ; procéder à un labour profond à 30 cm.
- Ensuite, affiner le sol et niveler le terrain si nécessaire.
- Procéder aussi à l'épandage et à l'enfouissement de la fumure de fond (organique et minérale) sur l'ensemble de la parcelle.
- Faire des plates bandes de 1m de largeur.
- Juste avant la plantation, procéder à une irrigation pour humidifier le sol jusqu'à une profondeur de 30 à 40 cm.
- Densité : 200 plantes pour 1 are.
- Les manquants doivent être remplacés immédiatement après la reprise. (Chaux et Foury . ,1994).

7.2.2. Irrigation

- Les besoins de la culture sont de 600 à 800 mm/ cycle, soit 400 mm pendant la période végétative et 200 à 400 mm pendant la période de cueillettes.
- L'irrigation consiste à mettre à la disposition de la plante la quantité d'eau nécessaire à ses besoins en temps opportun car la faculté restauratrice des poivrons est faible.
- Il faut irriguer juste après la plantation et arrêter l'irrigation, afin d'assurer une restauration normale des racines et une bonne reprise des plants.
- La plante commence à montrer des symptômes de soif (surtout à midi) mais ce n'est un problème.
- Observer attentivement l'attitude des plantes ; la restauration des racines commence lorsque la couleur vert foncé des feuilles revient. Il faut apporter la 2ème irrigation.

- En cas de fortes chaleurs, il ne faut pas laisser se dessécher la plante , il est recommandé de l'arroser par de légères irrigations.

- Entre les 2 premières irrigations, il ne faut pas biner afin de ne pas déranger le système racinaire.

- A partir de la 2^{ème} irrigation, les arrosages doivent rester rares jusqu'à la pleine floraison où l'irrigation devient normale (Chaux et Foury ,1994).

7.2.3. Fertilisation

Selon Chaux et Foury (1994), le poivron exige une grande quantité de fumure minérale et organique.

- L'épandage du sol se fait 15 à 30 jours avant transplantation.

- Les besoins de poivron dépendent de son stade végétatif, on distingue 3 stades :

Jours avant transplantation :

- NPK(11 : 22 : 16)4,5kg/are

- K₂SO₄ : 1,6g/are

Durant la floraison :

- NPK (11: 22 :16) 2,7kg/are

- K₂SO₄: 2kg/are.

- Urée: 0,4kg/are

Durant le stade de production: la consommation en éléments minéraux est plus forte.

7.2.4. Entretien

- **Tuteurage** : pour soutenir les ramifications porteuses de fruits. Mettre des lignes de plantation des piquets dépassant le sol de (0,6 - 1m) et distants entre eux de (1,5 - 2m).

Attacher à ces piquets 2 étages de roseaux ou de ficelle (respectivement 35 - 40 cm et 60 - 80 cm au fur et à la mesure du développement du plant).

- **Palissage** : pour placer les plantes entre les piquets et la ficelle ou le roseau afin de les soutenir et d'éviter qu'elles tombent sous le poids des fruits.

- **Ebourgeonnage** : pour enlever les bourgeons axillaires qui poussent sur la tige principale au fur et à mesure du développement de la plante. Cette opération se fait le matin et se répète suivant l'allure à donner au plant.

- **Effeuilage** : pour éliminer les feuilles basales touchant le sol ou les feuilles âgées non fonctionnelles. Cette opération commence que les premières feuilles jaunissent, ce qui permet à une meilleure aération de la base de la plante.

- **Buttage** : pour éviter l'accumulation d'eau sur les racines et pour renforcer les plantes.

- **Arrosage** : régulier surtout en période sèche (Chaux et Foury ,1994).

7.3. Récolte et rendement

7.3.1.. Récolte

- La récolte commence 2 mois après transplantation lorsque les fruits sont fermement attachés à la plante.
- Au stade des fruits vert avant la maturité.
- Pour effectuer la récolte, il est recommandé d'utiliser un sécateur ou un couteau (Chaux et Foury,1994).

7.3.2. Rendement

- Le rendement varie beaucoup en fonction de la variété, de la région de production et de son entretien.
- En moyenne : 5 à 7 kg pour une superficie de 10 m².

7.3.3. Conservation

- Entasser les pédoncules des fruits et pendre dans un endroit sec (Chaux et Foury,1994).

8. Traitements des maladies et ravageurs des poivrons

8.1. Maladies fongiques

- Les traitements par des fongicides à base de Manèbe, Mancozèbe pour éviter certaines attaques cryptogamiques.
- Traitements préventifs contre les principaux agents pathogènes, en particulier contre l'oïdium, la pourriture grise (*Botrytis Cinerea*), les acariens en temps chaud, le *mildiou*, *Rhizoctonia* et le coup de soleil (en cas de fort effeuillage), (FAO, 2005).

8.2. Ravageurs

*** Mouche et Araignée, Pucerons, Larves de noctuelle, Rongeurs**

- l'attaque de ces ravageurs entraîne des froissements des feuilles et des chutes de fruits.

9. Les luttes

- Traitements par insecticides à base d'endosulfan, de Methomyl ou de Methamidophos contre les larves de noctuelle.
- Traitements à base de Pirimicarbe, Isolane, Diméthoate, méthomyl contre les pucerons et les rongeurs (FAO, 2005).

Deuxième partie : Etude Expérimental

Chapitre I:

Matériels et Méthodes



1. Matériel végétale utilisé

Le matériel végétal, ayant fait l'objet de notre étude concerne une variété *Super marconi* de poivron doux appartenant à la forme cultivée *Capsicum annuum* L.

✓ Les pots:

Nous avons utilisé des pots en plastiques remplis de terre végétale.

✓ Les solutions salins:

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

- S0 correspond à une concentration en NaCl : 0 mMol /L (témoin).
- S1 correspond à une concentration en NaCl : 25 mMol/L.
- S2 correspond à une concentration en NaCl : 50 mMol/L.
- S3 correspond à une concentration en NaCl : 150 mMol /L.

2. Les Conditions de culture

Les expérimentations ont été réalisées dans la serre de centre universitaire Abed Alhafid boussof Mila durant l'année 2015/2016.

Pour la préparation d'un sol de culture on a utilisée un mélange de composant suivant:

- 1/3 de Sable.
- 1/3 de Sol séché.
- 1/3 de l'humus.

Les graines de la variété de poivron doux *Capsicum annuum* L.var : *super marconi* sont mises à germer sous serre dans des alvéoles remplies de tourbe, jusqu'au stade cinq à six feuilles. Les plantules sont ensuite repiquées individuellement dans des pots en plastique de 6.5 cm de diamètre et de 07 cm de profondeur, contenant chacun un mélange de sol à fond tapissé d'une couche de graviers pour assurer le drainage. Les plantules sont irriguées avec l'eau normale. Lorsque les plantules ont atteint les dimensions requises (4 feuilles), elles sont soumises au stress salin par l'addition de différentes doses de chlorure de sodium à l'eau d'arrosage (25, 50 et 150 mM/L de NaCl) durant une période de 3mois.

3. Dispositif expérimental

L'essai est conduit selon un dispositif expérimental en blocs complètement aléatoires, comportant 4 blocs (répétitions). Pour chaque répétition, on a 4 plantes. Le nombre total des plantes est de 16.

Tableau III : Le dispositif expérimental de variété *Super Marconi* (Sup M).

		Sup M			
concentration		S0	S1	S3	S4
répétition					
1		1SupM S0	1SupMS1	1SupMS3	1SupMS4
2		2SupMS0	2SupMS1	2SupMS2	2SupMS3
3		3SupMS0	3SupMS1	3SupMS2	3SupMS3
4		4SupMS0	4SupMS1	4SupMS2	4SupMS3



Photo n°01 : Le dispositif expérimental de variété *Super Marconi*.

4. Les paramètres analysés

Afin de déterminer l'effet des différents traitements de NaCl sur la variété étudiée, des paramètres morphologiques, physiologiques et biochimiques ont été mesurés.

4.1. Les paramètres morphologiques

Les plantes sont traitées pendant trois mois, à la fin mesurer des paramètres morphologiques.

4.1.1. Estimation de l'épinastie (Ep^n)

Nous avons calculé l'inclinaison le plus et moins tendu et appliqué l'équation de Youssef (2000), selon la formule suivante :

$$Ep^0 = Epns - Eps$$

- ✓ **Epns:** La grande d'inclination d'angle des feuilles avec les tiges.
- ✓ **Eps:** L'inclination d'angle des feuilles moyenne avec les tiges.

4.1.2. Comptage du nombre des feuilles

Nous avons compté le nombre des feuilles pour chaque traitement. Pour déterminé l'effet de la salinité sur la partie aérienne durant le stade de la croissance de trois mois chez la variété (*Sup M*).

4.1.3. Mesure la longueur de la partie aérienne et souterraine (LT, LR : cm)

Vers la fin du traitement on enlève les plantes du pot, on procède à la mesure de longueur de chaque partie : la partie aérienne (LT) et la partie racinaire (LR) avec une règle graduée durant la phase de croissance des plantules chez le poivron doux *Capsicum annuum* L.

4.2. Les paramètres physiologiques et biochimiques

Le comportement physiologique chez la variété étudiée 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 salin.

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 :

$$TRE (\%) = [(PF - PS) / (PF) \times 100]$$

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

L'extraction et le dosage des sucres solubles, dans les feuilles des plantes, sont faits selon la méthode de Dubois (1956) figure(6), on calcule le dosage selon la formule suivante :

$$DO = 3x + 4.$$

DO : La lecture dans le spectrophotomètre ($\lambda = 490\text{nm}$).

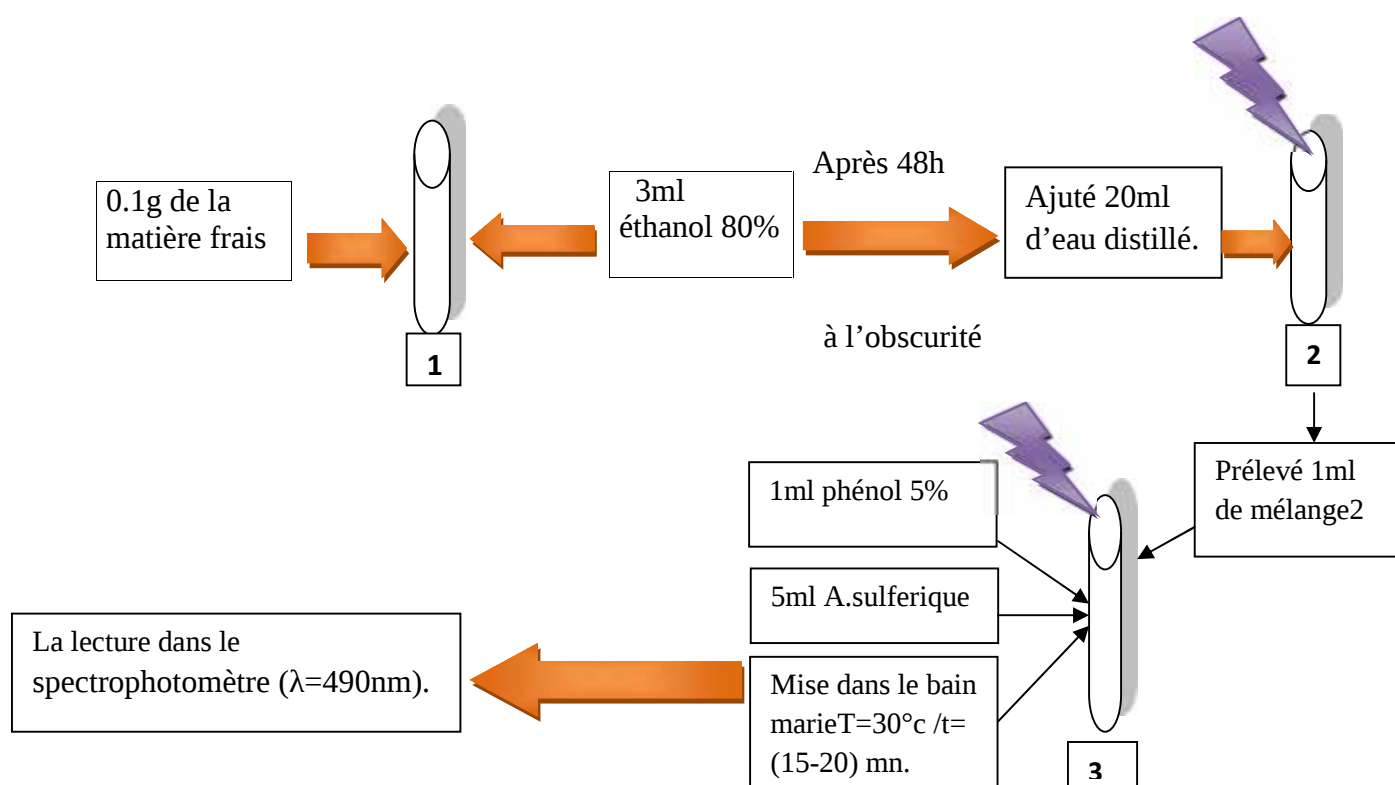


Figure n°06: Schéma représente les différentes étapes pour déterminer la teneur en sucres solubles.

4.2.3. Dosage de la proline : Pro ($\mu\text{g}/100\text{mg MF}$)

Le dosage de proline est réalisé par la méthode de Troll et Luidsley (1955) figure(7), on calcule le dosage selon la formule suivante :

$$C = DO/100 \times 0.62$$

C : la concentration de proline.

DO : La lecture dans le spectrophotomètre ($\lambda=528\text{nm}$).

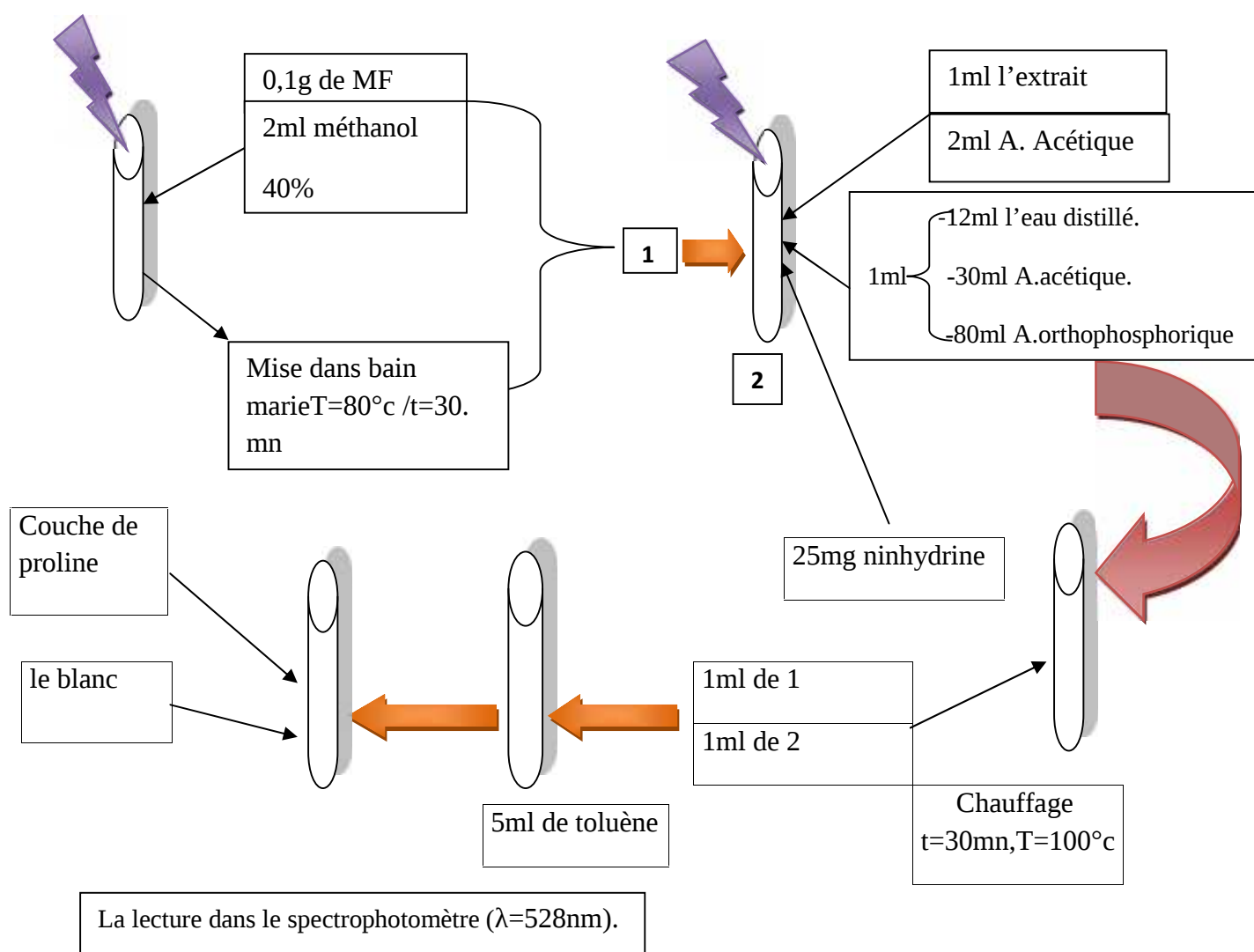


Figure n°07 : Schéma représente les différentes étapes pour déterminer la teneur en proline.

4.2.4. Dosage de chlorophylle chl(a,b,t ,mg/g/MF) :

La chlorophylle est extraite selon la procédure décrite par Ferus et Arkosiova (2001), figure(8). Les valeurs de la chlorophylle sont déduites selon les formules attribuées à Amon (1949) par Ferus et Arkosiova (2001) :

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

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

$$\text{Chl}_{\text{totale}} (\text{mg l}^{-1}) = \text{Chl}_a + \text{Chl}_b$$

DO : Lecture : Spectrophotomètre : $\lambda = 645\text{nm}$, $\lambda = 663\text{nm}$

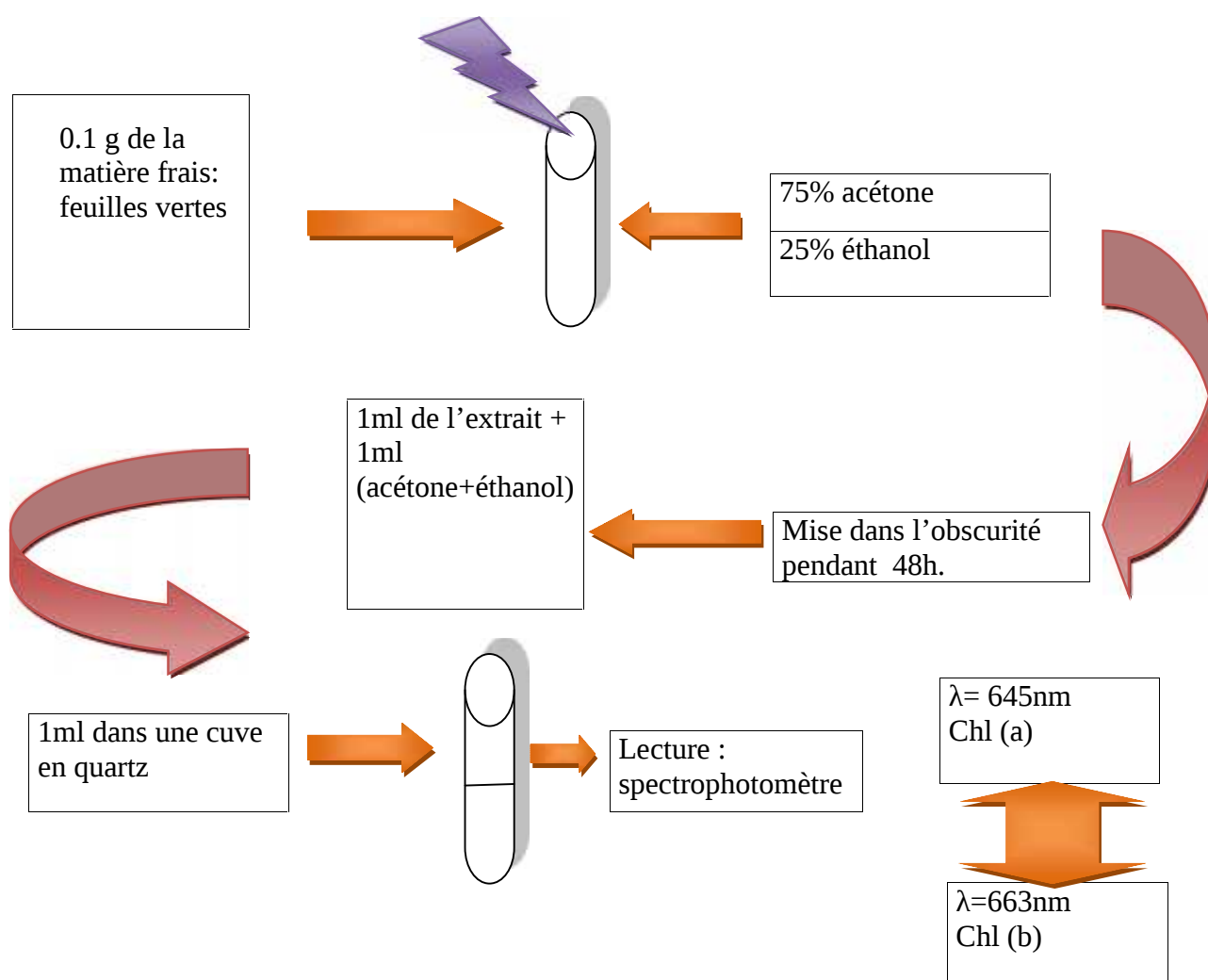


Figure n°08 : Schéma représente les différentes étapes pour déterminer la teneur en chlorophylle.

5. Analyse statistique

L'étude statistique est réalisée à l'aide du logiciel XL STAT 2015 par l'analyse de la variance (ANOVA) entre les différents paramètres étudiés, chaque donnée constitue la moyenne d'au moins trois mesures. Pour des moyennes, le test de Newman-keuls au seuil de 5% a été utilisé.

Chapitre II :

Résultats et Discussions

1 .Résultats

La présence de sel affecte le développement végétative des plantes de poivron doux .Dans notre expérience, nous avons intéressent par les effets des différentes concentrations de NaCl (0 mM/L, 25mM/L, 50 mM/L, 150mM/L), sur la croissance morphologique et l'accumulation des différents solutés compatible de la variété *Super marconi* de poivron doux (*Capsicum annuum* L.).Pour cela nous avons analysée des paramètres morphologiques et biochimiques.

1.1. Effet de la salinité sur les paramètres morphologiques

1.1.1. L'épinastie (Ep°)

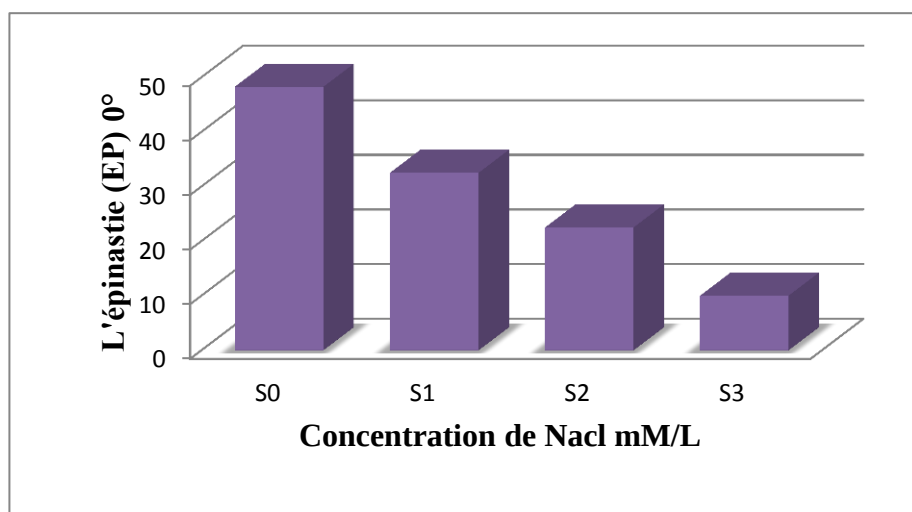


Figure n°09 : Effet la salinité sur l'épinastie de variété *Super marconi* du poivron doux dans la phase de croissance

La salinité affecte négativement sur l'Ep où le moins valeur de Ep de la variété Sup observé dans les concentrations S2 et S3 (EpS2=12.5°, EpS3=10°) et la plus grande valeur de la variété observé dans S0 (Ep=48.25°).

Nous avons observé que le comportement de la variété est presque semblable dans les concentrations (S2et S3) et différant dans les concentrations (S1et S2). (Figure09)

L'analyse de la variance (tableau IV), a montré une différence très hautement significatif entre l'épinastie chez la variété *Super marconi* dans les 3 concentrations de NaCl.

Tableau IV : Analyse de la variance de l'épinastie chez la variété *Super marconi*.

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	3	3129,188	1043,063	35,584	< 0,0001
Erreur	12	351,750	29,312		
Total corrigé	15	3480,938			

1.1.2. Le nombre des feuilles (NF)

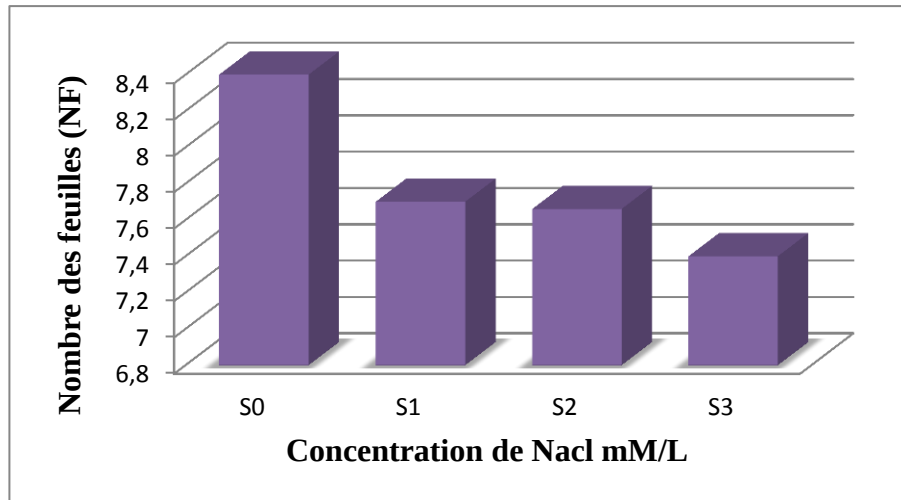


Figure n°10 : Effet de la salinité sur le nombre des feuilles de variété *Super marconi* dans la phase de croissance.

Nous avons observée que ce paramètre de nombre des feuilles est sévèrement réduit par le stress salin (150mM NaCl), les résultats afficher une réduction significative avec chaque augmentation de la concentration de NaCl (relation inverse) où le moins valeur observé dans la concentration S3 (NF=7) et la plus grande valeur en S0 (NF=9). (Figure10)

Ainsi, le nombre des feuilles est un paramètre très sensible à la salinité chez la variété *Super marconi*.

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

Tableau V : Analyse de la variance de nombre des feuilles chez la variété *Super marconi*.

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	3	14,703	4,901	0,910	0,465
Erreur	12	64,656	5,388		
Total corrigé	15	79,359			

1.1.3. Longueur des tiges(LT)

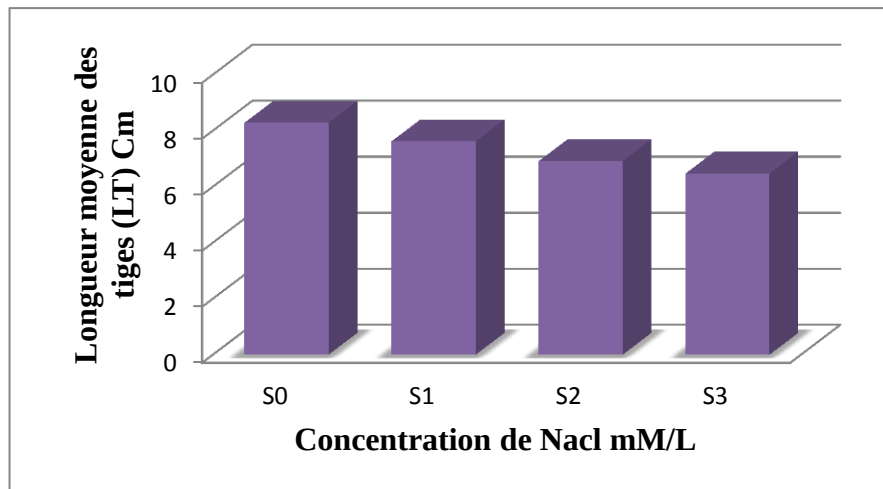


Figure n°11 : Effet de la salinité sur la longueur des tiges de variété *Super marconi* dans la phase de croissance.

Les résultats obtenus montrent que les différentes concentrations de NaCl dans le milieu ont un effet sur la croissance en longueur des tiges chez la variété *Super marconi* (Figure11).

La salinité cause la diminution de la longueur des tiges dans la variété Sup, où il était moins de valeur dans la concentration en S3 (LT=6.46 cm) et la grande valeur en S0 (LT=8.27 cm) respectifs de la concentration de témoin et de 150mM/L.

Le comportement de cette variété est différent dans toutes les concentrations de NaCl. (Figure11)

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

Tableau VI : Analyse de la variance de la longueur des tiges chez la variété *Super marconi*.

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. Longueur des racines(LR)

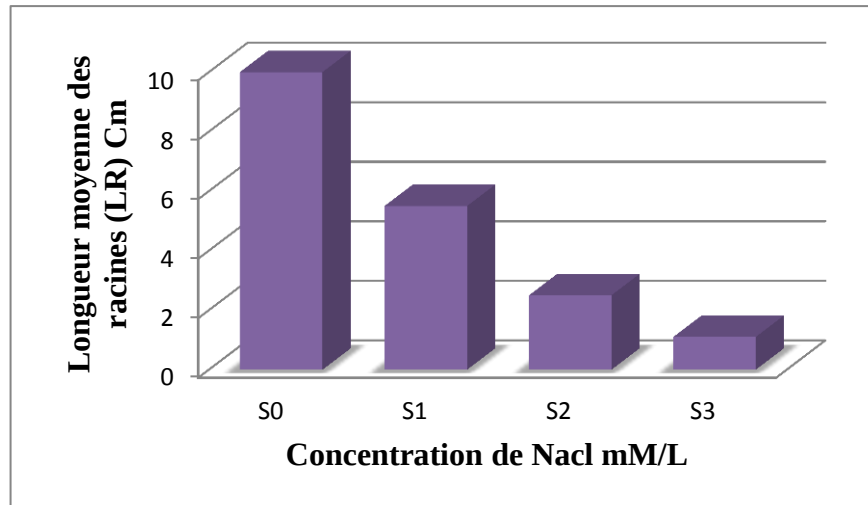


Figure n°12 : Effet de la salinité sur la longueur des racines de variété *Super marconi* dans la phase de croissance.

La salinité influée sur l'allongement des racines d'une façon clair dans la variété de *Super marconi*, dans chaque augmentation de la concentration de NaCl cause une diminution de la longueur des racines (relation inverse). Le moins valeur observé dans la concentration S3 (LR=1.1cm) et la plus grand valeur observé dans la concentration S0 (LR=10cm).

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

Tableau VII : Analyse de la variance de la longueur des racines chez la variété *Super marconi*.

Source	DD L	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	3	0,000	0,000	0,000	0,0001
Erreur	12	186,030	15,503		
Total corrigé	15	186,030			

1.2. Les paramètres biochimiques et physiologiques

1.2.1. La teneur en eau relatif TER(%)

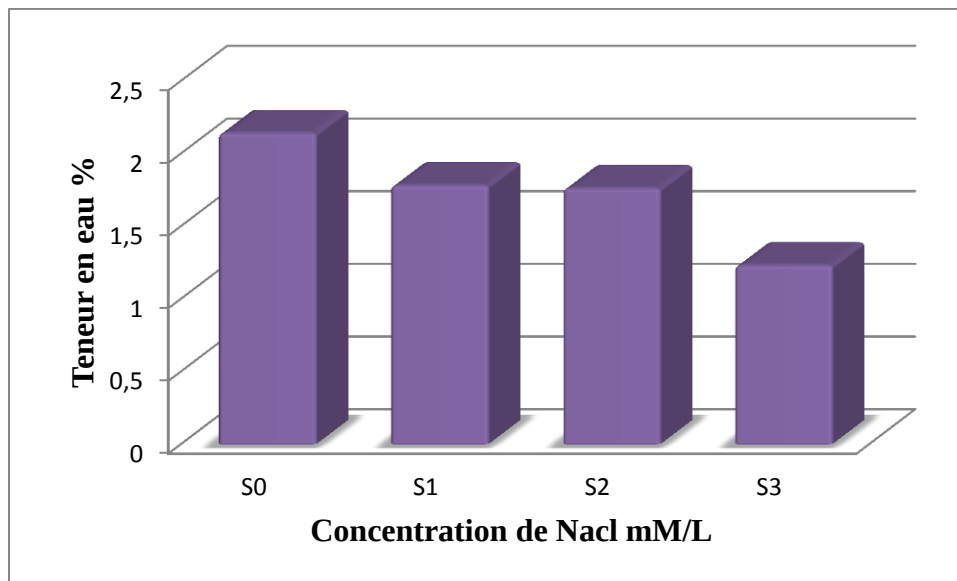


Figure n°13 : Effet de la salinité sur la teneur en eau de variété *Super marconi* après le traitement salin.

Les résultats montrent aussi que la salinité crée un effet significatif sur la teneur en eau, Chez les plantes témoins à celles traitées à 50 mM/L de NaCl, le contenu hydrique des feuilles reste faiblement affecté; sous le traitement 150 mM/L de NaCl, la teneur en eau subit une chute significative avec des taux de réduction de 1,23% contre 2,14% chez les plantes témoins (figure13).

L'analyse de la variance (tableau VIII), a montré une différence très hautement significatif entre la teneur en eau chez la variété *Super marconi* dans les 3 concentrations de NaCl .

Tableau VIII: Analyse de la variance de la teneur en eau chez la variété *Super marconi*.

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	3	12149382,803	4049794,268		0,0001
Erreur	12	0,000	0,000		
Total corrigé	15	12149382,803			

1.2.2. La teneur en chlorophylle(a)

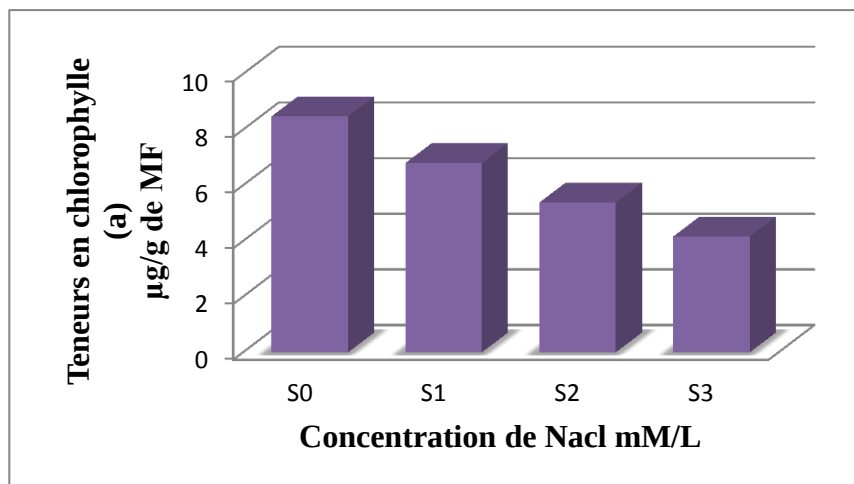


Figure n°14 : La teneur en chlorophylle(a) chez la variété Super marconi en fonction de différentes concentrations de chlorure de sodium.

Les résultats obtenus (Figure 14) 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.

Cependant, le taux le plus élevé est observé avec 8.48 µg/g de MF pour le témoin puis une régression pour les autres traitements de 6.80 µg/g de MF; 5.38 µg/g de MF; et 4,16 µg/g de MF respectivement pour les autres traitements.

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

Tableau IX : Analyse de la variance de la teneur en chlorophylle(a) chez la variété *Super marconi*.

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	3	41,860	13,953	108,478	< 0,0001
Erreur	12	1,544	0,129		
Total corrigé	15	43,404			

1.2.3. La teneur en chlorophylle (b)

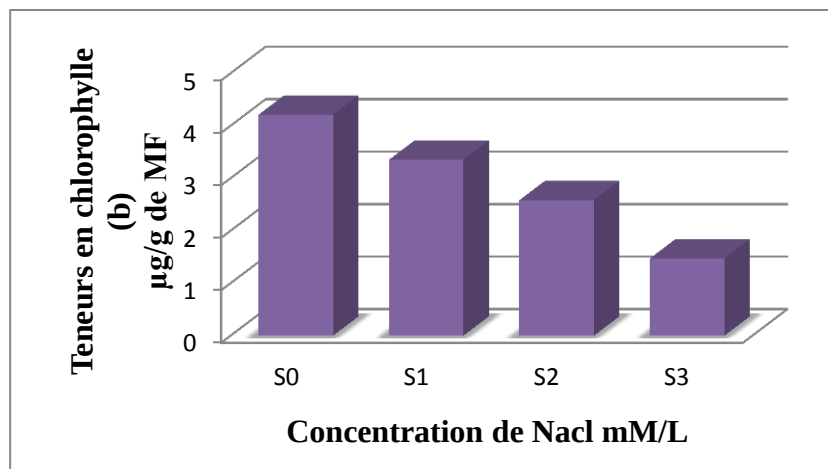


Figure n°15 : La teneur en chlorophylle(b) chez la variété *Super marconi* en fonction de différentes concentrations de chlorure de sodium.

En ce qui concerne la chlorophylle (b), les résultats présentés dans la (figure 15) montrent globalement la même tendance observée pour la chlorophylle (a) avec des diminutions significatives des teneurs en chlorophylle b chez les plantes arrosées par la solution à (150g/L) comparés aux plantes témoins, avec (4.21 µg/g de MF) puis une régression pour les autres traitements de (3.35 µg/g de MF; 2.58 µg/g de MF; et 1,47 µg/g de MF) respectivement pour les autres traitements.

L'analyse de la variance (tableau X), a montré une différence très hautement significatif entre la teneur en chlorophylle (b) chez la variété *Super marconi* dans les 3 concentrations de NaCl.

Tableau X : Analyse de la variance de la teneur en chlorophylle (b) chez la variété *Super marconi*.

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	3	14,417	4,806	19,772	< 0,0001
Erreur	12	2,917	0,243		
Total corrigé	15	17,333			

1.2.4. La teneur en chlorophylle totale(t)

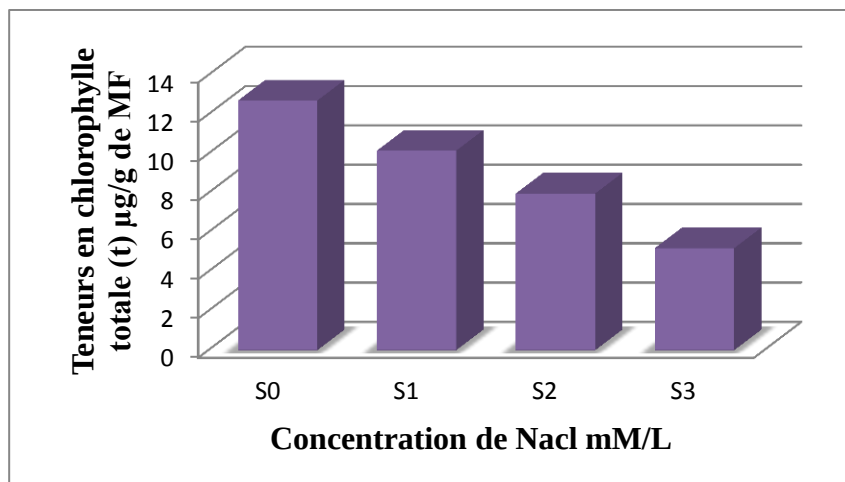


Figure n°16 : La teneur en chlorophylle (a+b) chez la variété *Super marconi* en fonction de différentes concentrations de chlorure de sodium.

L'examen de (la figure16) relative à la teneur en chlorophylle totale chez la variété étudiée montre que ces teneurs diminuent en fonction de l'augmentation de la concentration en NaCl.

Cependant, le stress appliqué s'est traduit par un décroissement de la teneur en chlorophylle totale(t), alors que pour la teneur la plus élevée est remarquée chez la variété est de (12.7 µg/g de MF) en milieu non salé et elle diminue en (10.15µg/g de MF, 7.97µg/g de MF et 5.79 µg/g de MF) respectivement avec les traitements 25mM/l, 50mM/l et 150mM/l de NaCl.

De ces résultats, nous pouvons retenir que la solution d'irrigation (150g/l NaCl) a provoqué des diminutions des concentrations des pigments chlorophylliens (chlorophylle a, b et les caroténoïdes) chez toutes les plantes de cette variété, ce qui montre une sensibilité des pigments chlorophylliens vis-à-vis du stress salin.

L'analyse de la variance (tableau XI) a montré une différence très hautement significatif entre la teneur en chlorophylle (t) chez la variété *Super marconi* dans les3 concentrations de NaCl.

Tableau XI: Analyse de la variance de la teneur en chlorophylle (t) chez la variété *Super marconi*.

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	3	105,533	35,178	99,745	< 0,0001
Erreur	12	4,232	0,353		
Total corrigé	15	109,765			

1.2.5. La teneur en proline

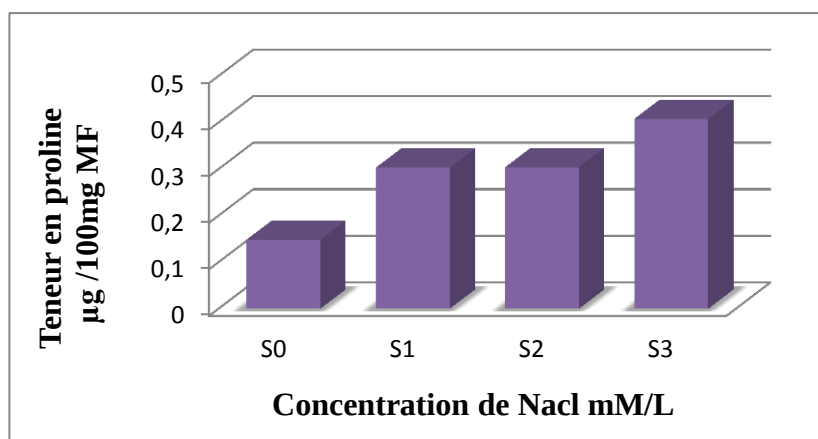


Figure n°17 : Teneurs en proline chez la variété *Super marconi* en fonction de l'intensité du stress salin.

La figure (17) représente les variations de la teneur en proline des différentes accessions étudiées en fonction de l'intensité du stress salin.

Dans les conditions normales (absence de stress), la teneur en proline est enregistrée les valeurs les plus basses ($< 0.14 \mu\text{g} / 100\text{mg}$ de MF).

En cas de stress faible (25g NaCl/L), la plupart des répétitions testées ont montré une augmentation de leur teneur en proline qui marque une valeur variable entre (0.138 et 0.158 $\mu\text{g} / 100\text{mg}$ de MF).

Lorsque le stress est plus accentué (150g NaCl/L), toutes les plantes de la variété étudiées ont montré une augmentation significative de leurs teneurs en proline, qui a enregistré une teneur légèrement plus grande (0.452 $\mu\text{g} / 100\text{mg}$ de MF).

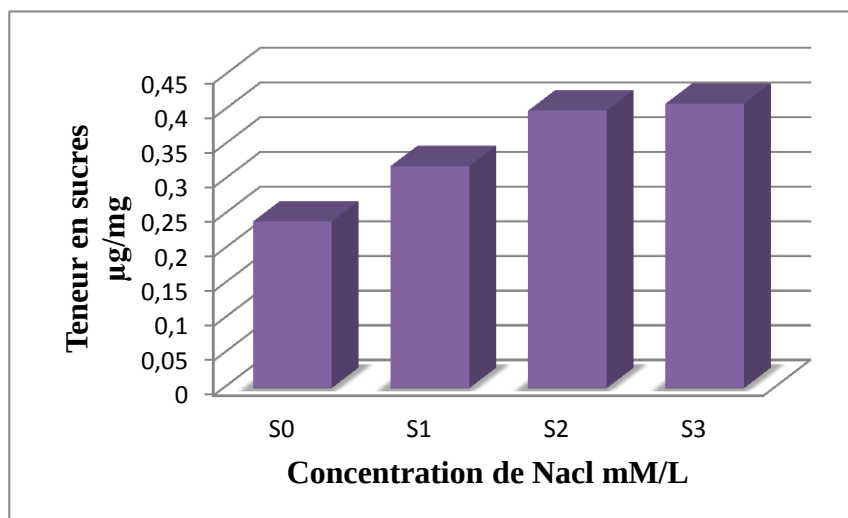
Ces résultats montrent que la présence de NaCl dans les solutions d'irrigation induit une augmentation de la proline foliaire. Cette accumulation de la proline dans les plantes prouve, chez le poivron, une aptitude de résistance à la salinité.

L'analyse de la variance (tableau XII), a montré une différence significative entre la teneur en proline chez la variété *Super marconi* dans les 3 concentrations de NaCl.

Tableau XII : Analyse de la variance de la teneur en proline chez la variété *Super marconi*.

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	3	0,565	0,188	2,660	0,096
Erreur	12	0,849	0,071		
Total corrigé	15	1,413			

1.2.6. La teneur en sucres



Figure°18 n : Teneurs en sucres solubles chez la variété *Super marconi* en fonction de l'intensité du stress salin.

Les résultats obtenus montrent que la teneur en sucres solubles accumulés dans les feuilles chez l'espèce étudiée varie en fonction du stress salin.

L'accumulation des sucres solubles est augmentée, jusqu'au taux le plus élevé obtenu (0,41 µg/mg) pour le traitement S3 (150 mM /l), alors que (0,24 µg/mg, 0,32 µg/mg, 0,40 µg/mg) respectivement pour les autres traitements (0 mM/L, 25 mM/L, 50 mM/L).

L'analyse de la variance (tableau XIII), a montré une différence hautement significative entre la teneur en sucres solubles chez la variété *Super marconi* dans les 3 concentrations salines.

Tableau XIII : Analyse de la variance de la teneur en sucres solubles chez la variété *Super marconi*.

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	3	0,072	0,024	13,490	0,000
Erreur	12	0,021	0,002		
Total corrigé	15	0,093			

1.3. Corrélation entre les paramètres morphologiques de la variété testée dans les conditions salines

D'après l'analyse en composant principales (ACP), le tableau (XIV), expliquent clairement la corrélation entre les différents paramètres dans les conditions salines.

Ces résultats montrent que la teneur relative en eau (TER) des feuilles est corrélée positivement avec l'épinastie (Ep)

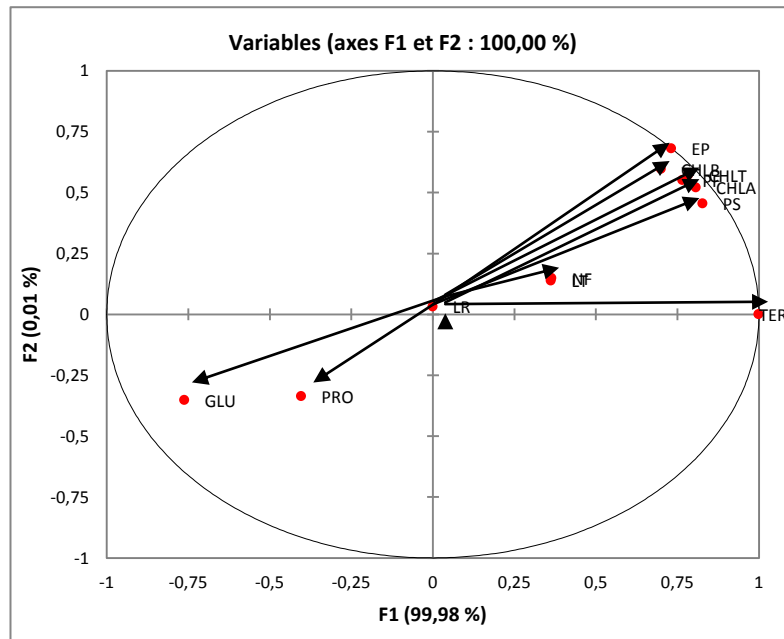
L'axe F1 qui représente le degré de la salinité, donc teneur relative en eau (TER) des feuilles augment relativement avec l'augmentation de la salinité.

Avec l'axe F2 la teneur en eau relatif (TER) et la proline (Pro) sont corrélé négativement dans les conditions salins (Tableau XIV).

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

Variables	LT	LR	NF	EP	TER	CHLA	CHLB	CHLT	GLU	PRO	PS	PF
LT	2,809136	-4,345	3,446	8,851	530,218	0,831	0,552	1,345	-0,053	-0,108	0,049	0,267
LR	-4,345	11,626875	-6,430	1,108	0,000	0,505	0,303	0,959	0,018	-0,121	0,000	0,000
NF	3,446	-6,430	4,9599609	12,025	707,566	1,187	0,719	1,838	-0,072	-0,068	0,066	0,337
EP	8,851	1,108	12,025	217,5586	9403,553	22,949	14,070	37,153	-0,894	-2,282	0,928	5,302
TER	530,218	0,000	707,566	9403,553	759336,43	1159,195	634,661	#####	-50,629	-104,268	49,687	256,637
CHLA	0,831	0,505	1,187	22,949	1159,195	2,712748	1,505	4,222	-0,102	-0,247	0,110	0,597
CHLB	0,552	0,303	0,719	14,070	634,661	1,505	1,0833234	2,607	-0,066	-0,217	0,063	0,358
CHLT	1,345	0,959	1,838	37,153	1789,144	4,222	2,607	6,8603	-0,168	-0,466	0,174	0,959
GLU	-0,053	0,018	-0,072	-0,894	-50,629	-0,102	-0,066	-0,168	0,005828	0,012	-0,005	-0,023
PRO	-0,108	-0,121	-0,068	-2,282	-104,268	-0,247	-0,217	-0,466	0,012	0,088335	-0,011	-0,071
PS	0,049	0,000	0,066	0,928	49,687	0,110	0,063	0,174	-0,005	-0,011	0,004743	0,024
PF	0,267	0,000	0,337	5,302	256,637	0,597	0,358	0,959	-0,023	-0,071	0,024	0,14795

Les valeurs en gras sont différentes de 0 à un niveau de signification $\alpha=0,05$



Figure(19) : Cercle des corrélations des variables étudiées durant la phase de croissance végétatif

1.4. Les différents groupes homogènes du test de Newman-Keuls (SNK) :

Les résultats présentés dans le tableau(XV), montrent une différence entre les quatre concentrations de NaCl.

Tableau XV: la séparation des groupes selon le test de NEWMAN-KEULS au seuil de (5%) sur l'effet de la salinité sur les variétés testées.

Variété	Les concentrations			
	S0	S1	S2	S3
	A*A**A***	ABB	ABC	ACD

* l'effet variété.

**l'effet salinité.

***l'effet de l'interaction variété /salinité.

2. Discussion

La croissance végétative est sévèrement affectée par la salinité à partir de 50 mM NaCl. Cette diminution a touché la variété *Super marconi* de poivron doux, où la réduction de la biomasse commence même à 25mM de NaCl. Ceci corrobore avec les résultats de (Lycoskoufis *et al.*, 2005 ; Navarro *et al.*, 2010 ; Niu *et al.*, 2010), sur le piment et confirme les investigations qui indiquent que le poivron est une espèce sensible au sel (Sonneveld, 1988; Navarro *et al.*, 2002). Cependant, cette sensibilité au sel a touché plus la partie racinaire que la partie aérienne. Ceci est en accord avec les observations de (Hamrouni *et al.*, 2011) qui a indiqué que la plante s'adapte au stress salin en réduisant en premier lieu son système racinaire préservant ainsi la partie aérienne afin de maintenir et d'assurer la production des photosynthétats. Cette diminution observée chez les plantes de poivron est expliquée par le fait que NaCl agit en augmentant la pression osmotique du milieu, ce qui empêche l'absorption en eau par le système racinaire (Marshner, 1995, Navarro *et al.*, 2002) et entraîne par conséquent, une réduction de la croissance. Sur le plan cellulaire, la diminution de la fabrication de la matière sèche est due à une baisse du nombre de divisions cellulaires (Benamar, 2009).

2.1. Effet de la salinité sur les paramètres morphologiques

Les résultats dégagés de cette étude démontre que l'effet de la salinité sur la morphologie de la partie aérienne dépend de la nature de la variété. Ainsi les variations des niveaux de la salinité (NaCl) au niveau du substrat s'avèrent sans incidence marquante sur la surface foliaire qui se confirme les travaux (Munns et Rawson ,1999 ; Maas et Poss ,1989).

Les effets des concentrations de NaCl du substrat agissent de manière significative sur le nombre et longueur des feuilles, la longueur des tiges.

On note que l'effet négatif de la salinité sur le poivron qui diminuant le nombre et longueur des feuilles par plusieurs réactions dans les cellules du plantes pour réduit l'espace intercellulaire dans les feuilles ainsi que L'épaisseur du mésophylle et de l'épiderme. Ces résultats se confirmés par les travaux de (Parida et Das, 2005).

On note aussi l'épinastie diminue avec l'augmentation de la concentration en NaCl et cette effet au niveau d'inclinaison de l'angle des feuilles. Ce résultat qui obtenue par appliqué l'équation de (Youssef, 2000).

La longueur des tiges est également affectée significativement par le stress salin, une nette réduction de la croissance en longueur des tiges confirme ce résultat par (Belouazani, 1994), qui indiquent que l'impact de la salinité sur les plantes s'exprime essentiellement par une

réduction du taux de croissance ayant pour conséquence une diminution de la vigueur végétative des organes aériens.

Les racines représentent les organes qui sont en contact direct avec le milieu où s'accumule la salinité. Les effets de la salinité s'avèrent d'un impact plus important à ce niveau en comparaison avec la morphologie la partie aérienne.

La salinité affectée également significativement sur la longueur des racines par la réduction nette de la croissance accompagne l'augmentation de la teneur en NaCl. Ces résultats se confirment par (Läuchli et Epstein, 1990; Bayuelo *et al.*, 2002).

2.2. Effet de la salinité sur les paramètres physiologiques et biochimiques

Les résultats obtenus montrent que la teneur relative en eau des feuilles des plantes *Super marconi*, 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 plante et sont plus perceptibles sur les feuilles. Cette sensibilité foliaire s'accroît avec l'augmentation des concentrations du NaCl 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. Le maintien d'une teneur relative en eau élevée, sous stress hydrique, est une forme remarquable de résistance (Kara and Brinis, 2012). Des études faites sur le blé (Morant *et al.*, 2004) et le maïs (Cui *et al.*, 2015) font ressortir des résultats similaires concernant la baisse de la teneur relative en eau. Ceci peut être dû à la toxicité des ions Na^+ et/ ou Cl^- accumulés dans le cytoplasme à des niveaux dépassant la capacité de compartimentage (Rochdi *et al.*, 2005), dans la vacuole.

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 et I. Urban, 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.

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(Morgan, 1984).

Selon Bouatrous (2013), sucres solubles protégeraient les membranes contre la déshydratation, l'état de déficit hydrique contribuerait en grande partie à l'abaissement du potentiel osmotique. Chez le riz cultivé sous stress salin, il a été observé une dégradation de l'amidon et une accumulation des sucres solubles s'accompagnant de l'augmentation de l'activité de l'amidon phosphorylase, de celle de la glucose phosphate synthase et d'une diminution de l'activité de l'invertase (Dubey et Singh, 1999) .

Ainsi, (Udomchalothorn *et al.* , 2009) observent chez les plantes de riz soumises à un stress une diminution de l'activité du fructose 2-6-biphosphate, conduisant à une accumulation de saccharose et contribuant ainsi à l'augmentation de la tolérance au sel chez certaines variétés en augmentant l'osmolarité interne des cellules et les réserves disponibles en carbone. Les sucres solubles agissent comme molécules de signalisation en situation de stress (Chaves *et al.*, 2009). Les sucres solubles ont un double rôle chez les plantes, ils participent aux événements métaboliques et agissent comme signaux moléculaires pour la régulation des différents gènes, en particulier ceux qui sont impliqués dans la photosynthèse, le métabolisme du saccharose et de la synthèse d'osmolyte (Rosa *et al.*, 2009).

L'accumulation des sucres est suggérée comme indice de résistance non seulement au stress salin mais également au stress hydrique du fait que la salinité est également une sécheresse de type physiologique (Munns *et al.* , 2006).

Il est signalé également que les teneurs en chlorophylle totale sont influencées négativement par le régime salin. Cependant l'apport de NaCl à 50 mM et 100 mM stimule respectivement la biosynthèse de chlorophylle (a) et (b). Au-delà de 100 mM de NaCl les teneurs en chlorophylle (a) et (b) enregistrent une baisse. 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 ont été considérablement réduits chez le mung bean Saha., (Chatterjee et Biswas ,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.*, 2004). Le NaCl inhibe la synthèse de l'acide 5-aminolévulinique, un précurseur de la chlorophylle (Santos, 2004), (Nunkaew *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 (Neill *et al.*,2006). En outre, la culture de plantes dans des conditions de solution salin est connue pour endommager le PSII Ashraf et Harris,(2004) et les enzymes photosynthétiques (Youssef et M.Awad ,2008). Le stress salin joue un rôle dans la diminution de l'activité de la chlorophyllase (Djanaguiraman et Prasad, 2013).

La diminution du taux d'assimilation du CO₂ dans les feuilles est associée à une inhibition de la photosynthèse (Fryer *et al.*, 1998). 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., 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 concentrations salins appliquées provoquent une augmentation linéaire des teneurs en proline, des résultats similaires ont été mis en évidence chez le gombo (Habib *et al.* ,2012 ; Abbas *et al.*,2013), chez le ricin (Li *et al.*,2003), le blé dur (Chorfi,2009) ,le blé tendre (Hong-Bing,2011) ,Pistachier de l'atlas(Benhassain *et al.*,2012), le riz (Joseph, Radhakrishnan et Mohanan , 2015).Il est établi que la proline est certainement un des osmolytes le plus répandu. Lors d'un stress osmotique, sa biosynthèse est augmentée dans les chloroplastes (Székely *et al.*, 2008) et son accumulation chez les plantes stressées à une fonction de protection (Verbruggen et Hermans ,2008) suite à la perturbation du métabolisme des protéines (Lepengue *et al.* ,2012) . Le processus d'accumulation de la proline dans les tissus foliaires est considéré comme un critère d'adaptation (Szabados et Savoure ,2010).

Elle permet aux plantes de supporter le manque d'eau par une diminution du potentiel osmotique. (Nana, Tamini et Sawadogo ,2009). La synthèse de cet acide aminé à partir du L-Glutamate est catalysée par une enzyme : la Δ^1 -Pyrroline-5-carboxylate synthétase (P5C synthétase) dont la synthèse est induite par le stress salin (KaviKishor *et al.*, 2005) . (Szabados et Savoure ,2010).

Chez le blé, une grande accumulation de proline est corrélée à une diminution en pigments chlorophylliens totaux, (a) et (b), cette corrélation est négative pour ces deux paramètres. Ces résultats suggèrent l'existence d'une connexion vraisemblable entre les voies de biosynthèse des pigments chlorophylliens et de la proline (Tahri, Belabed et Sadki ,1998), une compétition entre ces deux composés sur leur précurseur commun, le glutamate, peut être à l'origine de cette évolution (Reddy et Veeranjanyulu ,1991 ; Grennan ,2006). Il semble que la stimulation de la synthèse de la proline soit parallèle à une activation globale d'une voie métabolique partant du glutamate semi aldéhyde et conduisant à la proline (Levigneron *et al.*,1995) .

Conclusion

Conclusion

L'étude de la tolérance à la salinité du poivron doux (*Capsicum annuum* L.) montre que la salinité est une contrainte majeure qui affecte la croissance et le développement des plantes.

Notre travail a visé l'étude de l'influence de la salinité sur les comportements morphophysiologiques et biochimiques des poivrons doux (*Capsicum annuum* L.), afin de suivre le comportement de la variété *super marconi* vis-à-vis le milieu salin.

Les résultats dégagés de cette étude illustrent avec d'autres recherches réalisées dans ce domaine, des voies permettant une compréhension de l'effet du sel sur les paramètres morphologiques et les composants biochimiques. Cet effet varie selon les niveaux de la salinité.

- ✓ Suivant les données obtenues, il se démontre que la salinité a un effet fortement dépressif sur les paramètres morphophysiologiques telles que la longueur des tiges et des racines, le nombre des feuilles, l'épinastie, 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 : proline, les sucres solubles qui seraient impliqués dans les mécanismes d'ajustement osmotique et serviraient aussi comme osmoprotecteurs.
- ✓ En outre, 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.



1. **Abbas T; Pervez M.A; Ayyub C.M et 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, N.2, pp. 147-153.
2. **Alem C et Amri A, 2005:** Importance de la stabilité des membranes cellulaires dans la tolérance à la salinité chez l'orge. Vol 4 Maroc, PP 20-32.
3. **Alem C et Amri A, 2005:** Importance de la stabilité des membranes cellulaires dans la tolérance à la salinité chez l'orge. *Reviews in Biology and Biotechnology*, Vol. 4, N.1. P20-31.
4. **Alouisousse B; Cécile P; Dizengrame P et Barnala P., 1994:** Rhythmic growth and carbon allocation in *Quercus suber* L. shoot and sucrose plant *physiol. Biochem.* 32 (3) 331-339.
5. **Anonyme, 1975:** Connaissance des écosystèmes des zones semi-arides et arides du Moyen-Orient et de l'Afrique du Nord: orientation des recherches écologiques en vue du développement. Rapport préparé par le comité MAB français pour la réunion du PNUE sur la désertification et l'écologie des zones arides (Téhéran 26 février-4 mars 1975) .p22-27.
6. **Asloun H, 1990:** Elaboration d'un système de production maraîchère (Tomate, *Lycopersicon esculentum* L.) en culture hors sol pour les régions sahariennes. Utilisation de substrats sableux et d'eaux saumâtres. Thèse de doctorat, développement et amélioration des végétaux, Université de Nice Sophia- Antipolis: 24- 32.
7. **Ashraf M et Harris P.J.C., 2004:** Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants, *Plant Science*, vol. 166, N.1, pp. 3-16.
8. **Ashraf M et Mcneilly T., 2004:** Salinity tolerance in Brassica oil seeds. *Reviews in Plant Sciences*, 23,2, 157174.
9. **Aubert G, 1980:** Observations sur les caractéristiques, la dénomination et la classification des sols dits (salés) ou salsodiques. *Cahier d. ORSTOM, série. Pédologie*, N. 1, pp. 73-78.



10. **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.

11. **Bajji J; Lutts S et Kinet J.N.,2000** :La résistance au stress hydrique chez le blé dur ,comparaison des comportements au niveau de la plante entière. CIMEAMPTIONS méditerranéennes.pp227-231.
- 12.**Bayuelo J et al., 2002**:Salinity tolerance of Phaseolus species during germination and early seedling growth.Crop Sci.,2184-2192.
13. **Benhassaini H; FetatiA;Hocine A.K et Belkhodja M ., 2012**: Effect of salt stress on growth and accumulation of proline and soluble sugars on plantlets of *Pistaciaatlantica* Desf.subsp. atlantica used as rootstocks, Biotechnol. Agron. Soc. Environ.,vol.16, N.2, pp.159- 165.
14. **Belkheiri O,2008** :Adaptabilité des espèces du genre *Atriplex* aux conditions de salinité et d'aridité, Tesi di Dottorato in Agrometeorologia et Ecofisiologia de SistemiAgrarieForestali, Universit à di Sassari p 42.
- 15.**Belkhodja M. etBenkablia M., 2000**:Proline response of faba bean (*Viciafaba*L.) under salt stress. *Egypt. J.ofAgric.Res.*, 78,(1),p.185195
16. **Belkhodja M ; Bidai Y., 2004** :Réponse des grainesd'*Atriplexhalimus*Là la salinité au stade de la germination .Sécheresse, Vol.15 N°4:331-335.
- 17.**Benamar B., Daguin Fet Kaid-Harche M, 2009** :Effet du stress salin sur la germination et la croissance in vitro du pistachier (*Pistaciavera* L.). Comptes Rendus Biologies, 332, 752-758.
- 18.**Ben Nacer M; Cheikh-M'hamedH; MaalemS et Rahmoune C., 2005**:Les indicateurs Précoces de la tolerance à la salinité les Colloque Euro-méditerranéen de biologie Végétale et Environnement, Annaba 28-30 Novembre 2005.
19. **BenkhalelL; Gomez A.M ;Oihabi. A etHonrubia M., 2003**:Effet du stress salin en milieu hydroponique sur le tréfle inoculé par le rhizobium. Agronomie. 23.P553-560.
- 20.**Berthomieu P; Conejero G; Nublat A; BrachenburyW.J;Lambert C; Savio C., Uozumi N., Oiki S; Yamada K; CellierF;Gosti F; Simonneau T; Essah P.A; Tester M;Very A.A; Sentenac H et 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.
21. **Bertrand R, 1981**:Sols salsodiqueset cultures irriguées avec les eaux salines' IRAT Juillet 1981 -33 P.
22. **Bezzela A,2005** : Essai d'introduction de l'arganier(*Arganiaspinosa* L Skeels)dans la zone de M'doukel et évaluation de quelque paramètres des résistances à la sécheresse ;thèse de magister. UniBatna p115.

23. **Blumwald E, 2005:** Sodium transport and salt tolerance in plants, *Current Opinion in Cell Biology*, vol. 12, N. 4, pp. 431-434.
24. **Bouaziz E, 1980:** Tolérance à la salure de la pomme de terre, *physiol. Vég*, 18 (1).
25. **Bouatrous Y, 2000:** Water stress correlated with senescence in durum wheat (*Triticum durum* Desf), *Advances in Environmental Biology*, vol. 7, N.7, pp.1306-1314, 2013.
26. **Bouchoukh I, 2010 :**Comportement écophysologique de deux Chénopodiacées des genres *Atriplex* et *Spinacia* soumises au stress salin .p16-29-6 -35
27. **Bouda S ;Haddioui ., 2011 :**Effet du stress salin sur la germination de quelques espèces du genre *Atriplex*. *Revue « nature & technologie »*. N°05/juin 2011. P72 à 79
28. **Boukachabia E, 1993:**Contribution à l'étude de quelques mécanismes morphologiques et biochimiques de tolérance à la salinité chez cinq génotype de blé dur (*Triticum durum* Desf). Mémoire de Magister en production et physio vég. Annaba, 108 P.
29. **Bounouar J, 2001 :**Effet d'une contrainte abiotique (stress hydrique sur la plante et les composantes de la graine de *Vicia faba* L. thèse de magister.
30. **Bot A et al., 2000:**Land resource potential and constraints at regional and country levels. *World Soil Resources Report N° 90*. Rome: FAO of UN.
31. **Brady N.C; Weil R., 2002:**The nature and properties of soils. Prentice Hall, Uppersaddleriver, NJ, USA.
32. **Brun A, 1980:**Effets comparés de différentes concentrations de NaCl sur la germination, la croissance et la composition de quelques populations de luzernes annuelles d'Algérie. Thèse doct. 3^{ème} cycle Montpellier.



33. **Calu G, 2006:**Effet du stress salin sur les plantes: comparaison entre deux plantes modèles *Arabidopsis thaliana* et *Thellungiella halophila*. Thèse Master 1. P3-10.
34. **Carter D.I, 1975:** Problems of salinity in agriculture. *Plants in Saline Environments*. Springer-Verlag Berlin. pp. 25-35.
35. **Challali S:** le comportement morpho-physiologique de deux variétés du poivron (*Capsicum annuum* L.) dans les conditions pédoclimatiques sahariennes de la région de Ouargla (au niveau de la station expérimentale de l'ITDAS de Hassi Ben Abdallah) .p13,14.
36. **Chamayou H ; Legros. J.P., 1989:**Les bases chimiques, physiques et minéralogiques de la science du sol, Ed presse universitaires; Paris, pp 22-225.

- 37. Chaib G, 1997 :** Teneur en proline des différents organes du blé dur, essai d'exploitation de condition d'accumulation sous manque d'eau. P20.
- 38. 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.
- 39. Chartzoulakis K; Klapaki G., 2000:** Response of two green house pepper hybrids to NaCl salinity during different growth stages. *Sci.Hortic.* p86,247-260.
- 40 Chaux Cl et Foury Cl ., 1994 :** Productions légumières. Tome 3, Agriculture d'aujourd'hui. Tec et Doc Lavoisier.
- 41. Cherbuy B, 1991:** les sols salés et leur réhabilitation. Etude bibliographique, C.E.M.A.G.R.E.F.p124.
- 42. Chorfi A,2009 :** Contribution à l'étude de la résistance à la salinité chez une variété de blé dur algérien (*Triticum durum* Desf.) Var : *Mohamed ben bachir*, *Sciences & Technologie* C, N.29, pp. 41-44.
- 43. Clifford S.C; Arndt S.K; Corlett J.E; Joshi S; Sankhla N; Popp M; et Jones H.G.,1998:** The role of solute accumulation, osmotic adjustment and changes in cell wall elasticity in drought tolerance in *Ziziphus mauritiana* (Lamk.), *Journal of Experimental Botany*, vol. 49, N. 323, pp. 967-977.
- 44. Cui D; Wu J.D; Liu. D; Li.C; Xu; Li .S, Li.P, 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.

D

- 45. Delaa Y, 2003 :** Utilisation des végétaux dans la l'approche ecotoxycologique, thèse de magister à l'université de Mentouri-Constantine ,P172.
- 46. Djanaguiraman M et 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.
- 47. Djamel R, 1993:** Contribution à l'étude de la salinité des sols et eaux du lac fetzara. annaba. Thèse Magistère INA Alger.

- 48. Dubey R.S et Singh A.K., 1999:** Salinity induces accumulation of soluble sugars and alters the activity of sugar metabolising enzymes in rice plants, *Biologie Plantarum*, vol. 42, N 2, pp. 233- 239.
- 49. Duboi J, 1956 :** Les chocs thermiques et leurs applications. L'amélioration des plantes pour l'adaptation aux milieux arides. Ed. AUPELF-UREF. John LibbeyEurotext. Paris, France, pp. 159-463
- 50. Duchchaufour P, 1977:** Pédologie. Pédogenèse et classification. Tome 1, Ed. Masson , Paris. p477.
- 51. Duchaufour, 1983:** Pédogenèse et classification. Masson 2è édition -Paris -France 491 p, pp 208, 483.
- 52. Durand J.H, 1958:** Les sols irrigables. Etude pédologique-ED. Imbert ,Alger, 190p.
- 53. Dutuit P, 1999 :** étude de la diversité biologique de *Atriplex halimus* pour le repérage in vitro et in vivo d'individus résistants à des conditions extrêmes de milieu et constitution de clones. Univ. Paris –Sud. P138.

E

- 54. El-mekkaoui M, 1990:** Etude des mécanismes de tolérance à la salinité chez le blé dur (*T. durum* des f) et l'orge (*H. vulgare*) : recherches de tests précoces de sélection. Thèse de Doctorat en Sciences Agronomiques, Montpellier. p 191.
- 55. Essington M.E, 2004:** Soil and water chemistry, an integrative approach. CRC Press, USA

F

- 56. FAO, 1972:** La salinité; Séminaire de Bagdad. 272p.
- 57. FAO, 2005 :** Foresterie en zone aride. Archives de documents de la FAO, 12 p.
- 58. Faostat , 2008:** Editeur technique: danilomejiafaostat.
- 59. Ferus P; Arkosiova Met 2001:** Variability of chlorophyll content under fluctuating environment. *Acta Fytotechnica & Zootechnica*, 4: 5-9.
- 60. Flores P; Botella M.A; Martinez V; Cedra A., 2000:** Ionic and osmotic effects on nitrate reductase activity in tomato seedlings. *J. Plant Physiol.* P156, 552-55.
- 61. Flowers T. Jet Yeo A.R., 1981:** Variability in the resistance of sodium chloride salinity within rice (*Oryza sativa* L.) varieties, *New Phytologist*, vol. 88, N. 2, pp. 363-373, 1981.

62. Fryer M.J; Andrews J.R;Oxborough K; Blowers D.Aet 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,N. 2, pp. 571-580.

G

63. Genoux C ; Putzola F et Maurin G., 1991:Thème général: la lagune méditerranéenne, TPE: Les plantes halophytes.

64. Ghassemi F; Jake man A.J et Nix H.A., 1995: Stalinization of land and water resources. Human causes, axtent, management and case studies Australia–Center for resources and Environmental studies.520p.

65. Gill k S , 1979:Effects of soil salinity on grain filing and grain development in burly. Biologiaplantarum, 24 (4): 266-269.

66. Gregory, 2005:Ecophysiologie de semis de conifères *éctomycorhizés* en milieu salin et sodique. Thèse de mémoire. Université Lava Canada.

H

67.Hadjadj S, 2009: Contribution à l'étude de l'effet de la salinité sur des marqueurs biochimiques (proline et sucres solubles) de plantes juvéniles d'*Atriplexhalimus*L. et d'*Atriplexcanescens*(Pursh) Nutt. Mémoire de Magister en Biochimie et analyse des bioproduits, UniverKasdiMerbah Ouargla, 100 P.

68. HamdyA ,1999: Saline irrigation assessment for a sustainable use. Saline irrigation. Halophyte production and utilization; *Project* N°IC 18 CT 960055,p.15226.

69. Hamrouni L., Hanana M., Abdelly C. et Ghorbel A., 2011: Exclusion du chlorure et inclusion du sodium : deux mécanismes concomitants de tolérance à la salinité chez la vigne sauvage *vitisviniferasubsp.sylvestris*(var.'sejnène') Bitechnol. agronom. Soc. Environ,15 (3), 387-400.

70. 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.

- 71. Haouala F; Ferjani H et Ben El-hadj S., 2007:** Effet de la salinité sur la répartition des cations (Na^+ , K^+ et Ca^{++}) et du chlore (Cl^-) dans les parties aériennes et les racines du ray-grass anglais et du chiendent. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, vol. 11, N.3 : 235- 244.
- 72. Hasegawa P.M et al., 2000:** Plant cellular and molecular responses to high salinity. *Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 51. p463-499.
- 73. Hayashi H et Murata N., 1998:** Genetically engineered enhancement of salt tolerance in higher plants. In: Sato Murata N, (Ed.), *Stress Response of Photosynthetic Organisms: Molecular Mechanisms and Molecular Regulation*. Elsevier, Amsterdam: 133-148.
- 74. 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.
- 75. Hopkins W G , 2003:** *Physiologie végétale*. 2ème édition. De Boeck, Bruxelles: 61-476
- 76. Hopkin W.G, 2003:** *Physiologie végétale –traduction de la 2ed.américaine par serge rambour révision scientifique de Charles-Marie Evrard* De Boeck univ. Bruxelles .p 445-460.
- 77. Hong-Bing Y, 2011 :** 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* L.), *African Journal of Agricultural Research*, Vol. 6, N.32, pp. 6661 - 6664, 2011.
- 78. Hu C.A; Delauney A.J et Verna D.P., 1992:** A bifunctional enzyme (δ 1-pyrroline-5-carboxylate synthetase) catalyzes the first two steps in proline biosynthesis in plants. *Proc Natl Acad Sci Usa*. 89(19); 9354-8 PMID: 1384052.



- 79. Ibn Maaouia-Houimli S; Denden M; Dridi-Mouhanned B et Ben Mansour-gueddes S., 2011 :** Caractéristiques de la croissance et de la production en fruits chez trois variétés de piment (*Capsicum annuum* L.) sous stress salin, *Tropicultura*, vol. 29, N. 2, pp.75-81.
- 80. Imalet R, 1979:** Influence de différentes concentrations de sels (NaCl , Na_2SO_4 , MgSO_4) des eaux d'irrigation de l'agriculture sur le rendement du *haricot*. Thèse Ing, INA, EL Harrach ,43p.

81.Iqbal N; UmarSetNazar R., 2014: A new perspective of phytohormones in salinity tolerance: Regulation of proline metabolism,Environmental and Experimental Botany , vol. 100, pp. 34- 42.

J

82. Joseph E.A;Radhakrishnan V.Vet. Mohanan K.V.,2015:A Study on the Accumulation of Proline-An Osmoprotectant Amino Acid under Salt Stress in Some Native Rice Cultivars of North Kerala,India Universal Journal of Agricultural Research, vol. 3, N.1, pp. 15-22.

K

83.Khales A et Baaziz M., 2006:Etude des peroxydases d'écotypes d'Opuntia Ficus indicaL en relation avec le développement dans les conditions de stress Salin.Congrèssinternational de Biochimie, Agadir: pp. 133-136.

84.Khan M.A;Hamid A;Salahuddin A B;Quasem M. Aet Karim M. A., 1997: Effect of sodium chloride on growth, photosynthesis and mineral ions accumulation of different types of rice (*Ovsya sativa*). J. Agronomy and science: 149-161.

85.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.

86. Keren R, 2000 :Salinité. Sumner M.E. Ed.livre de science du sol. pp 3-25.

87.Knu et Chen.,1986:Effect of hight temperature on proline content in tomatofloral buds and leaves. Sci, Hortic.111(5)746-750 in chemical abstract.

88. Kim T;Böhmer M, Hu H, Nishimura Net Schroeder J.I., 2010:Guard Cell Signal Transduction Network: Advances in Understanding Absciscic Acid, CO₂, and Ca²⁺ Signaling, Rev Plant Biol., Vol. 61, pp.561-591.

89.Kinet.J-M ;Benrebiha.F ; Bouzid.S ;Laibacar.S et Dutuit.P.,1998 :De raison *atriplex* : Allier biotechnologies et écologie pour une sécurité alimentaire accrue en région arides et semis arides. Cahier d'agriculture, 7 : 505-509.

L

- 90. Lauchli et Esptien., 1990:** Saline culture of crops,ageneticapproach, Science (2310).P399-404
- 91.Leclerc J.C., 1999 :**Ecophysiologie végétale –publications univ. Saint Etienne p 188-235.
- 92. 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
- 93.Levigneron A, Lopez F, Vansuyt G, Berthomieu P, Fourcroy Pet Casse-Delbart F.,1995 :**Les plantes face au stress salin,Cahiers Agricultures, vol. 4, N. 4, pp. 263-273.
- 94.LevyG.J., 2000:**Sodicity.Sumner M.E. Ed. Handbook of Soil Science.pp 27-62.
- 95.Levitt J., 1980:**Respons of plants to environmental stresses: water, radiation, salt and other stresses, Academic Press, New York, pp. 365-488.
- 96. Li Y.H; Wang Q.J et Ma A.,2003:** The osmotic adjustmentand photosynthesis of wheat cultivar Hanfeng9703 with high yield, drought resistance under drought stress, Acta AgronomicaSin, vol.29, N. 5, pp. 759-764.
- 97.LorettiE;De Bellis L;Alpi Aet Perata P., 2001:**Why and how do plant sense sugars .annals of botany,88:803-812.
- 98. Luttge U ; Kluge M et Bauer G., 2002:** Botanique. 3émeédition, Tec et Doc- Lavoisier, Paris: 439- 450.
- 99.Lycoskoufis I.H; Savvas D; Mavrogianopoulos G.,2005:**Growth, gas exchange, and nutrient status in pepper (*Capsicum annuum* L.) grown in recirculating nutrient solution as affected by salinity imposed to half of the root system. ScientiaHorticulturae 106, 147–161.



- 100.Maas E. V etPoss J.A., 1989:** Salt sensitivity of wheat at different growth stages. Irrig. Sci. P 29-40.
- 101. Maillard J, 2001 :** Le point sur l’Irrigation et la salinité des sols en zone sahélienne. Risqueset recommandations. Handicap International. Novembre 2001, 34 p.
- 102.Marlet S, 2005:**Gestion de l’eau et salinisation des sols dans les systèmes irrigués Synthèse de l’atelier du PCSI sur : Vers une maîtrise des impacts environnementaux de l’irrigation. CIRAD/AMIS, Montpellier, France, N.40, p12-23.
- 103. MarschnerH , 1995:**Saline soils, Mineral Nutrition of Higher Plants, 2nd ed. Academic Press, San Diego, CA.

- 104. Mehani M; Bissati S et 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, N.5, pp. 840- 845.
- 105. Meloni D.A., Oliva M.A., Martinez C.A., 2001:** contribution of proline and inorganic solutes to osmotic adjustment in cotton under salt stress. J. Plant Nutr. p24, 599-612
- 106. Meloni D.A., Guluta M.R., Martinez C.A., Oliva M.A., 2004:** The effects of salt stress on growth, nitrate reduction and proline and glycinebetaine accumulation in *Prosopis alba*. Brazilian Journal Of Plant Physiology. 16 (1) p39-46.
- 107. Mermoud A, 2006:** Cours du sol, Maîtrise de la salinité des sols. p1-14.
- 108. Mermoud A, 2006:** Cours de physique du sol : Maîtrise de la salinité des sols. Ecole polytechnique fédérale de lausanne, 23p.
- 109. Mezni et al., 2002 :** In Soukeina Mint Elmoukhtar, étude des réponses physiologique et métabolique de dix variétés de riz (*Oryza sativa* L.) aux premiers stades de développement vis-à-vis du stress salin, maîtrise en biologie animale, 2010. pp.1.
- 110. Messedi D., Slama I., Laabidi N., Ghnaya T., Savoure A., Soltani., Abdelly C., 2006:** Effect of nitrogen deficiency, salinity and drought on proline metabolism in *Sesuvium portulacastrum*. Biosaline Agriculture and Salinity Tolerance in Plants. P65-72.
- 111. Michel G et al., 2005:** Sols et environnement Dunod, Paris, Pp: 609; 612; 620.
- 112. Mohammad M; Shibli R; Ajouni M et Nimri L., 1998:** Tomato root responses to salt stress under different levels of phosphorus nutrition. J. Plant Nutr. p21, 1667-1680.
- 113. Morant-Manceau A; E. Pradier et Gérard 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.
- 114. Morgan J.M., 1984:** Osmoregulation and water in higher plants, Annu Rev Plant Physiol, vol.35, pp.299-319.
- 115. Munns R; Schachtman D.P et Condon A.G. 1995:** The significance of a two-phase growth response to salinity in wheat and barley. Australian Journal of Plant Physiology 22, 561-56.
- 116. Munns R et Rawson H.M., 1999:** Effect of salinity on salt accumulation and reproductive development in the apical meristem of wheat and barley. Aust. J. Plant Physiol. P459-464.

117. Munns R; et Tester M., 2008: Mechanisms of salinity tolerance, Annual Review of Plant Biology, Vol. 59, pp. 651-681.

118. Munns R; James R.A; Lauchli R., 2006: Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. Journal of Experimental Botany; 57 (5): 1025-1043.

119. Muons R; Ricbard A.J etLauchli A., 2006: Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. J. Exp. Bot., 57(5): 1025-1043.

N

120. Nana R ;Tamini ZetSawadogo M.,2009 : Effets d'un stress hydrique intervenu pendant le stade végétatif et la phase de floraison chez le gombo, Int. J. Biol. Chem. Sci., vol.3, N.5, pp. 1161-1170.

121. Navarro J.M., Garrido C., Carvajal M., Martinez V., 2002: Yield and fruit quality of pepper plants under sulphate and chloride salinity. J. Hort. Sci. Biotech. 77, 52–57.

122. Navarro J.M., Garrido C., flores p. & Martinez V., 2010: The effect of salinity on yield and fruit quality of pepper grown in perlite. Spanish Journal of Agricultural Research, 8, 142-150.

123. Nemouchi I, 2003 : Evolution des sucres solubles chez le chêne liège (*Quercus suber L*) soumis à des basses températures. Mémoire d'ingénieur d'état, Univ Mentouri-costantine .pp58.

124. Niu X; Rsehan R A; Hasegawa P M; Pardo J M., 1995: Ion homeostasis in NaCl stress environments. Plant Physiology. 109 (3): 735- 742

125. Niu G., Rodriguez D.S., Starman T., 2010: Response of bedding plants to saline water irrigation. Hort Science 45 (4), 628–636.

126. Nunkaew; Kantachote D ;Kanzaki H ;Nitoda Tet 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, N. 1, pp. 19-26.

O

127. Ommamie N, 2005: Response of Amaranth TO salinity stress. These of Ph.D. Horticulture. University of Pretoria 1.p: 5-20, chapter 6.p1.

128. O'Neill P.M; Shanahan J.F; Schepers J.S., 2006: Use of chlorophyll fluorescence assessments to differentiate corn hybrid response to variable water conditions Crop Science, vol. 46, N. 2, pp.681-687.

P

129. Parida A.K et Das A.B., 2005: Salt tolerance and salinity effect on plants: review. Ecotoxicology and Environmental Safety. Vol. 60, p324-349.

130. Pego J.V; Kortstee A.J; C. Huijser et S.C. Smeekeens S.C., 2000: Photosynthesis, sugars and the regulation of gene expression, Journal of Experimental Botany, vol. 51, N. suppl 1, pp. 407-416.

131. Perdiguero P; Barbero M.D.C; Cervera M.T ; Collada C et 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, 2013.

132. Phelippe D, 2001: Introduction à la science du sol. Dunod, Paris, Pp: 263; 264; 265.

133. 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.

R

- 134. Reddy P.S eteeranjaneyulu K.V.,1991:**Proline metabolism in senescing leaves of horsgram (*Macrotyloma uniflorum* Lam.),*Journal of Plant Physiology*, vol.137, N. 3, pp. 381-383.
- 135.Reynolds M P; Ortiz-monasterio J I etMcnab A., 2001:**Application of Physiology in Wheat Breeding. Mexico, D.F.: CIMMYT: 101-111.
- 136. 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.
- 137. Richard A et al., 1954:**Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils.US handbook n-60, US D.A 160 p.
- 138.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.
- 139.Rohanipoor A;Norouzi M;Moezzi A et Hassibi P.,2013:**Effect of Silicon on Some Physiological Properties of Maize (*Zea mays*) under Salt Stress,*J. Biol. Environ. Sci .*, vol.7, N.20, pp.71-79.
- 140. Rosa M; Prado C;Podazza G;Interdonato R.J; González 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.

S

- 141.Saha P; Chatterjee P et 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, N.6, pp. 593-600.
- 142. Santos C.V, 2004:** Regulation of chlorophyll biosynthesis and degradation by salt stress in sunflower leaves, *Scientia Horticulturae*, vol. 103, N.1, pp. 93-99, 2004
- 143. Schulze e.Det al., 2005:** Plant ecology.Edition Springer Berlin, Heidelberg, p692.

- 144. Singh S.C; Sinha R.P; Hader D.P., 2002:** Role of lipids and fatty acids in stress tolerance in cyanobacteria. *Acta Protozool.* P41, 297-308.
- 145. Sonneveld C, 1988:** The salt tolerance of greenhouse crops. *Neth. J. Agric. Sci.* 36, 63-73.
- 146. Sun F et al., 2007:** Salt Modulates Gravity Signaling Pathway to Regulate Growth Direction of Primary Roots in Arabidopsis. *Plant Physiol.* pp178-188.
- 147. Stobart A; Griffiths W.T; Ameen-Bukhari I et Sherwood R.P., 1985:** The effect of Cd²⁺ on the biosynthesis of chlorophyll in leaves of barley. *Physiologia Plantarum*, vol. 63, N. 3, pp. 293-298.
- 148. Szabados L et Savoure A., 2010:** Proline: a multifunctional amino acid, *Trends in plant science*, vol. 15, N. 2, pp. 89-97.
- 149. Székely G; Ábrahám E; Cséplő A; Rigó G; Zsigmond L; Csiszár J; Ayaydin F; Strizhov N; Jásik J; Schmelzer E; Koncz C et Szabados L., 2008:** Duplicated P5CS genes of Arabidopsis play distinct roles in stress regulation and developmental control of proline biosynthesis, *The Plant Journal*, vol. 53, N. 1, pp. 11-28.

T

- 150. Tahri E.H; Belabed A 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*), *Bulletin de l'Institut Scientifique*, Rabat, N. 21, pp. 81-87.
- 151. Tremblin G et Coudret A., 1986:** Salinité, transpiration et échanges de CO₂ chez *Halopeplis amplexicaulis* (Vahl.) Ung. *Oecol. Plant.* 7 (21) : 417-431.
- 152. Tristan N, 2004:** Contribution à la stratégie de sélection de génotypes de piments (*capsicum annuum* L.) adaptés aux conditions tropicales chaudes et humides. Ecole Nationale Supérieure d'Agriculture, Thiès/ Senegal-ingénieur Agronome.
- 153. Trinchant et al., 2004 :** In Soukeina Mint Elmoukhtar, étude des réponses physiologique et métabolique de dix variété de riz (*Oryza sativa* L.) aux premières stades de développement vis-à-vis du stress salin, *maîtrise en biologie animale*, 2010. pp.1.
- 154. Troll W et Lindsley J., 1955:** A photometric method for the determination of proline; *J. Biochem.* 655-660.

U

155. Udomchalothorn T; Maneeprasobsuk S; Bangyeekhun E; Boon-Long P, et Chadchawan S., 2009: The role of the bifunctional enzyme, fructose-6-phosphate-2-kinase/fructose-2,6-bisphosphatase, in carbon partitioning during salt stress and salt tolerance in Rice (*Oryza sativa* L.), "Plant Scienc, vol. 176, no. 3, pp. 334–341.

156. Urban I, Urban I., 2010 : La production sous serre, tome 2 : l'irrigation fertilisante en culture hors sol, 2nd Ed. Lavoisier, pp. 39.

V

157. Vera-Estrella, 2005 : In Soukeina Mint Elmoukhtar, étude des réponses physiologique et métabolique de dix variétés de riz (*Oryza sativa* L.) aux premiers stades de développement vis-à-vis du stress salin, maîtrise en biologie animale, 2010, pp. 1.

158. Verbruggen N et Hermans C., 2008: Proline accumulation in plants: a review, *Amino Acids*, vol. 35, N. 4, pp. 753-759.

159. Verslues P.E; Katiyar-Agarwal S; Zhu J, et 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, N. 4, pp. 523–539.

W

160. Wang Y, et Nil N., 2000: changes in chlorophyll, ribulose biphosphate carboxylase-oxygenase, glycine betaine content, photosynthesis and transpiration in *Amaranthus tricolor* leaves during salt stress. *J. hort. Sci. Biotechnology*, p. 75, 623-627.

161. Weimberg R; H.R. Lerner et A. Poljakoff-Mayber., 1982: A relationship between K⁺ accumulation and proline accumulation in salt stressed *Sorghum bicolor*. *Physiol. Plant.*, 55, 5-10.

162. Wu J.L; Seliskar D. Met Gallagher J.L., 1998: Stress tolerance in the marsh plant *Spartens*, impact of NaCl on growth and root plasma membrane lipid composition. *Plant.P*:102, 317.

Y

163. Youssef E.I; Mohammed Ket Mohamed B., 2000: Salt stress Effects On epinasty in relation to ethylene production and water relations in tomato. *Agronomic* .20, 39

164. Youssef T et M. 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, N. 1, pp. 1-9.

Z

165. Zhang J; Jia W; Yang J et Ismail A.M., 2006: Role of ABA in integrating plant responses to drought and salt stresses , *Field Crops Research*, vol. 97, N.1, pp. 111-119.

166. Zid E, 1982: Relations hydriques dans la feuille de *Citrus aurantium*: effets de l'âge et de la salinité. *Rev. FAC.Sc. Tunis*, 2 : 195-205.

167. 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 aux milieux arides*, AUPELF-UREF, Jon Libbey Eurotext, Paris: 91-108.

Annexe I
Les paramètres morphologiques, physiologiques et biochimiques

Tableau I:Longueur des tiges(Cm) de variété *Super marconi*.

<i>Super marconi</i>				
Concentration Répétition	S0	S1	S2	S3
1	6,52	6,05	4,87	4,71
2	7,13	6,48	5,43	5,7
3	7,98	7,15	6,83	6,43
4	8,89	8,9	7,82	7,58
5	10,87	9,5	9,58	7,85

Tableau II:Longueur des racines(Cm) de variété *Super marconi*.

<i>Super marconi</i>				
Concentration Répétition	S0	S1	S2	S3
1	10	5,5	2,5	1,1
2	10	5,5	2,5	1,1
3	10	5,5	2,5	1,1
4	10	5,5	2,5	1,1
5	10	5,5	2,5	1,1

Tableau III:Nombre des feuilles de variété *Super marconi*.

<i>Super marconi</i>				
Concentration Répétition	S0	S1	S2	S3
1	7	6	5,5	5,25
2	8	7,75	6	6
3	10	9,5	8	7,75
4	11	10,25	8,75	8,75
5	13	10,75	10,25	9,25

Tableau IV: Les valeurs de l'épinastie.

<i>Super marconi</i>				
Concentration les valeurs	S0	S1	S2	S3
1	40°	40°	20°	10°
2	45°	25°	25°	10°
3	55°	30°	25°	10°
4	43°	35°	20°	0°
5	43°	35°	20°	0°

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

<i>Super marconi</i>				
Concentration les valeurs	S0	S1	S2	S3
PF	2,39	1,96	1,31	1,86
PS	0,25	0,18	0,076	0,099
TRE	89,53	90,81	93,89	94,62

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

<i>Super marconi</i>				
Concentration les valeurs de Chl (a)	S0	S1	S2	S3
1	8,69	6,93	5,87	4,51
2	8,65	6,93	5,17	4,51
3	8,63	6,8	5,17	3,93
4	7,95	6,37	5,02	3,69

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

<i>Super marconi</i>				
Concentration les valeurs de Chl (b)	S0	S1	S2	S3
1	5,01	3,88	2,89	2,24
2	4,15	3,29	2,87	1,81
3	3,86	3,26	2,66	1,64
4	3,82	2,97	1,99	0,84

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

Concentration les valeurs de Chl (a+b)	<i>Super marconi</i>			
	S0	S1	S2	S3
1	13,7	11,01	8,36	6,26
2	12,82	10,06	7,99	6,23
3	12,47	10,22	7,86	5,35
4	11,87	9,34	7,68	5,33

Tableau XI: Les valeurs de proline (ug/100mg/MF).

Concentration les valeurs de proline	<i>Super marconi</i>			
	S0	S1	S2	S3
1	0,138	0,246	0,276	0,378
2	0,148	0,301	0,303	0,395
3	0,148	0,304	0,311	0,408
4	0,148	0,365	0,322	0,452

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

Concentration les valeurs de Sucres	<i>Super marconi</i>			
	S0	S1	S2	S3
1	0,21	0,30	0,37	0,31
2	0,24	0,33	0,41	0,43
3	0,25	0,34	0,41	0,45
4	0,29	0,34	0,42	0,47

Annexe II

Les différents groupes homogènes du test de Newman-Keuls (SNK)

Tableau I: les groupes homogènes de la longueur des tiges selon le test de NEWMAN-KEULS à un seuil de (5%) sur l'effet de la salinité sur les variétés testées :

Modalité	Moyenne estimée	Groupes	
salinité-s0	8,125	A	
salinité-s1	7,295	B	
salinité-s2	6,678	B	C
salinité-s3	6,188		C

Tableau II: les groupes homogènes de la longueur des racines selon le test de NEWMAN-KEULS à un seuil de (5%) sur l'effet de la salinité sur les variétés testées :

Modalité	Moyenne estimée	Groupes
salinité-s0	4,775	A
salinité-s1	4,775	A
salinité-s2	4,775	A
salinité-s3	4,775	A

Tableau III : les groupes homogènes des nombres des feuilles selon le test de NEWMAN-KEULS à un seuil de (5%) sur l'effet de la salinité sur les variétés testées :

Modalité	Moyenne estimée	Groupes	
salinité-s0	9,750	A	
salinité-s1	8,688	B	
salinité-s2	7,625		C
salinité-s3	7,313		C

Tableau IV: les groupes homogènes de l'épinastie selon le test de NEWMAN-KEULS à un seuil de (5%) sur l'effet de la salinité sur les variétés testées :

Modalité	Moyenne estimée	Groupes	
salinités0	45,750	A	
salinités1	32,500	B	
salinités2	22,500		C
salinités3	7,500		D

Tableau V : les groupes homogènes de la Chl (a) selon le test de NEWMAN-KEULS a un seuil de (5%) sur l'effet de la salinité sur les variétés testées :

Modalité	Moyenne estimée	Groupes
salinité-s0	8,480	A B C D
salinité-s1	6,758	
salinité-s2	5,308	
salinité-s3	4,160	

Tableau VI : les groupes homogènes de la Chl (b) selon le test de NEWMAN-KEULS a un seuil de (5%) sur l'effet de la salinité sur les variétés testées :

Modalité	Moyenne estimée	Groupes
salinité-s0	4,210	A B C D
salinité-s1	3,350	
salinité-s2	2,603	
salinité-s3	1,633	

Tableau VII : les groupes homogènes de la Chl (t) selon le test de NEWMAN-KEULS a un seuil de (5%) sur l'effet de la salinité sur les variétés testées :

Modalité	Moyenne estimée	Groupes
Salinités0	12,715	A B C D
salinités1	10,158	
salinités2	7,973	
salinités3	5,793	

Tableau VIII : les groupes homogènes de sucre selon le test de NEWMAN-KEULS a un seuil de (5%) sur l'effet de la salinité sur les variétés testées :

Modalité	Moyenne estimée	Groupes
salinité-s3	0,415	A A B C
salinité-s2	0,403	
salinité-s1	0,328	
salinité-s0	0,248	

Tableau IX : les groupes homogènes de la proline selon le test de NEWMAN-KEULS au seuil de (5%) sur l'effet de la salinité sur les variétés testées :

Modalité	Moyenne estimée	Groupes
salinité-s3	0,658	A B B C
salinité-s1	0,304	
salinité-s2	0,303	
salinité-s0	0,146	

Tableau X : Synthèse des comparaisons multiples par paires pour salinité (Newman-Keuls (SNK)).

Modalité	Moyenne estimée(Y)	Groupes
salinité-s0	8,125	A B B C C
salinité-s1	7,295	
salinité-s2	6,678	
salinité-s3	6,188	

Annexe III :
Les appareils utilisés



Photo n°01 :Spectrophotomètre.



Photo n°02 :Le bain marie.



Photo n°03 :L'étuve.

➤ Les paramètres morphologiques et biochimiques mesuré

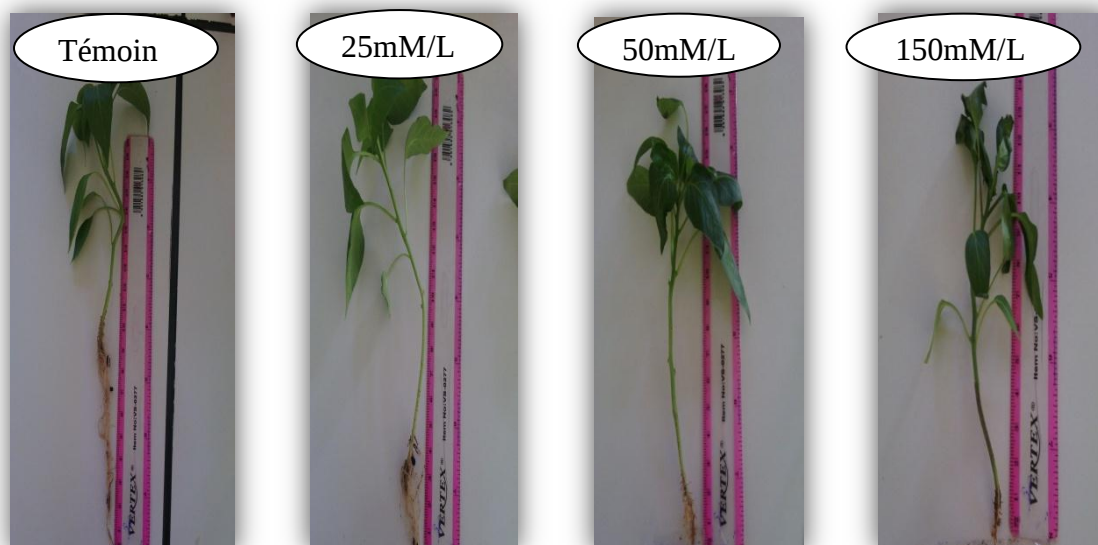


Photo n°02 : mesure de la longueur des parties racinaires chez la variété *Super marconi*.



Photon° 03: la solution d'extraction des sucres après 48h à l'obscurité.

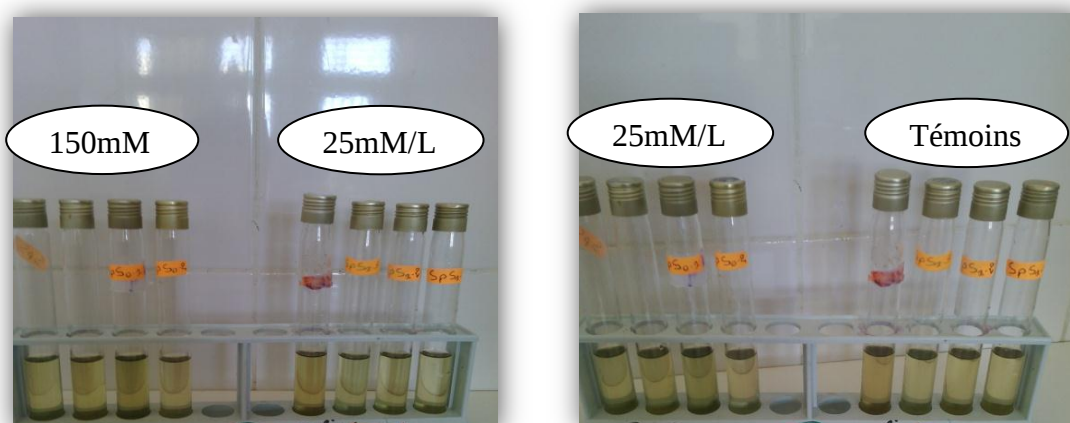


Photo n°04 : la solution d'extraction des sucres après chauffage dans un bain-marie.

➤ Les étapes d'extraction de proline



Photo n°05 : la solution d'extraction de proline après 48h à l'obscurité.

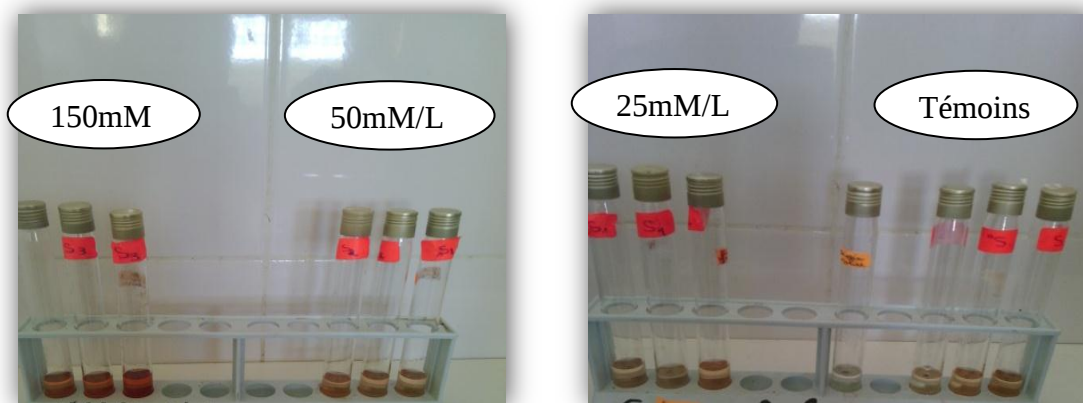


Photo n°06 : la solution d'extraction de proline après chauffage dans un bain-marie.

➤ Les étapes d'extraction de chlorophylle

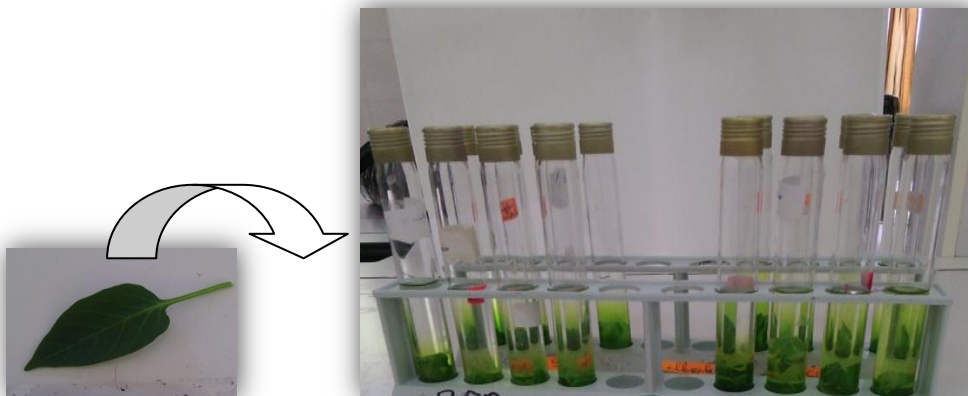


Photo n°07 : L'extraction de chlorophylle à partir de la MF des feuilles chez la variété *Super marconi*.

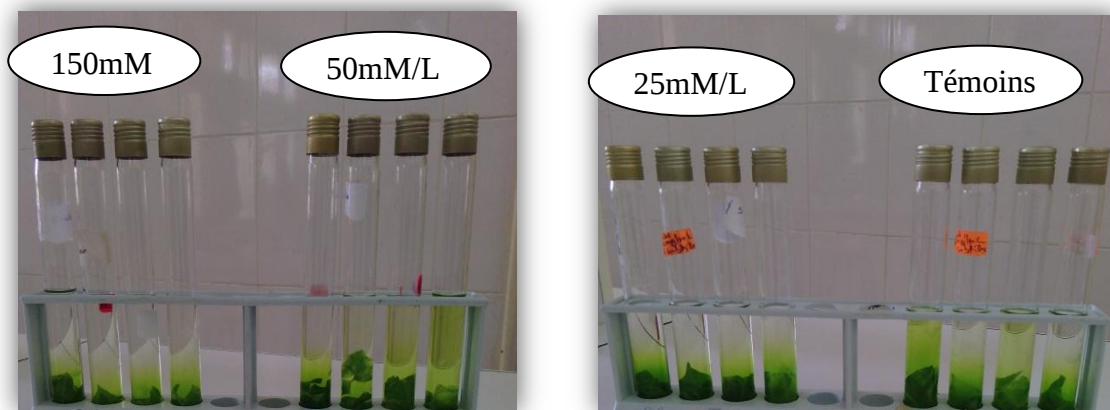


Photo n°08 : L'extraction de chlorophylle après 48h.

Résumé

Cette étude à porte sur le concept d'adaptation et de sensibilité à la salinité pendant la phase de développement de l'appareil végétative.

A cet effet, deux expériences factorielles ont été planifiées sur le poivron doux (*Capsicum annuum* L.) Var : *Super marconi* traités par trois concentrations de NaCl ($S_1=25$, $S_2=50$, $S_3=150$ mM/L) en plus du témoin (sans salinité), avec quatre répétitions pour chacune des concentrations. Ce travail a été exécuté sur 16 unités expérimentales.

Les résultats obtenus montrent que : le sel a un effet dépressif sur les paramètres morphologiques : longueur des parties aériennes (LT) et souterraines (LR), l'épinastie (Ep°), nombre des feuilles (Nf).

Le poids frais (PF) et sec (PS) diminue fortement dans la plante et rapporté que cette diminution est à relier avec la diminution de la teneur relative en eau (TER).

La teneur en chlorophylle (a, b, T) diminue fortement dans les feuilles et rapporte que cette diminution est à relier avec la forte augmentation de la teneur en proline et sucre solubles.

Mots clés: Salinité, *Super marconi*, morphologiques, sucres solubles, proline.

المخلص

ترتكز هذه الدراسة على مفهوم التكيف الحساسية للسلالة *Super marconi* تحت تأثير تركيزات مختلفة من كلوريد الصوديوم.

في إطار هذا العمل، تم إجراء تجربتين عمليتين على نبات الفلفل الحلو على السلالة *Super marconi* حيث تم تقسيمها إلى ثلاث مجموعات تركيز من كلوريد الصوديوم ($S_1 = 25$ ، $S_2 = 50$ ، $S_3 = 150$ مل/ل) بالإضافة إلى مجموعة التحكم (بدون الملح). مع أربعة تكرارات لكل تركيز، تم تنفيذ هذا العمل على 16 وحدة تجريبية. أظهرت النتائج أن الملح له تأثير سلبي على المعايير المورفولوجية: طول الأجزاء الهوائية (LT) والأجزاء السفلية (LR)، العنق (EP)، عدد الأوراق (NF)، الوزن الطازج (PF) والوزن الجاف (PS). هذا يشير إلى أن زيادة تركيز الملح تؤدي إلى انخفاض في هذه المعايير.

كما تم قياس محتوى الكلوروفيل (a، b، T) في الأوراق، حيث لوحظ انخفاض في هذه القيم مع زيادة تركيز الملح. بالإضافة إلى ذلك، تم قياس محتوى البرولين والسكريات في الأوراق، حيث لوحظت زيادة في هذه القيم مع زيادة تركيز الملح.

الكلمات المفتاحية: *Super marconi*، مورفولوجية، السكريات الذائبة، البرولين.

Summary

This study focuses on the concept of adaptation and sensitivity to salinity during the vegetative development.

To this effect, two factorial experiments were planned on sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) Var: *Super Marconi* treated with three concentrations of NaCl (S1 = 25, S2 = 50, S3 = 150 mM / L) in addition to control (without salinity), with four replications for each concentration. This work was performed on 16 experimental units, the results show that: the salt has a depressive effect on the morphological parameters: length of the aerial parts (LT) and underground (LR), epinasty (Ep °), and number of leaves (N f).

Fresh weight (PF) and dry (PS) decreases sharply in the plant and reported that this decrease is linked with the reduction of the relative water content (TER).

Chlorophyll (a, b, T) strongly decreases in the leaves and reports that this decrease is linked to the strong increase of proline content and soluble sugar.

Keywords: Salinity, *Super Marconi*, morphological, soluble sugars, proline.

Nature du diplôme : Master en Biologie : Option Biotechnologie Végétale et Amélioration des plantes

Thème : Effet du stress salin sur quelques paramètres morphophysiologiques et biochimiques chez le poivron doux (*Capsicum annuum* L.)

Résumé

Cette étude à porte sur le concept d'adaptation et de sensibilité a la salinité pendant la phase de développement de l'appareil végétative.

A cet affect, deux expériences factorielles ont été planifiées sur le poivron doux (*Capsicum annuum* L.) Var : *Super marconi* traités par trois concentrations de NaCl (S1=25, S2=50, S3=150mM/L) en plus du témoin (sans salinité), avec quatre répétitions pour chacune des concentrations. Ce travail a été exécuté sur 16 unités expérimentales.

Les résultats obtenus montrent que : le sel a un effet dépressif sur les paramètres morphologiques : longueur des parties aériennes (LT) et souterraines (LR), l'épinastie (Ep°), nombre des feuilles (Nf).

Le poids frais (PF) et sec (PS) diminue fortement dans la plante et rapporté que cette diminution est à relier avec la diminution de la teneur relative en eau (TER).

La teneur en chlorophylle (a, b, T) diminue fortement dans les feuilles et rapporte que cette diminution est à relier avec la fort augmentation de la teneur en proline et sucre solubles.

Mots clés: Salinité, *Super marconi*, morphologiques, sucres solubles, proline

Summary

This study focuses on the concept of adaptation and sensitivity to salinity during the vegetative device development. To this affect, two factorial experiments were planned on sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) Var: *Super Marconi* treated with three concentrations of NaCl (S1 = 25, S2 = 50, S3 = 150 mM / L) in addition to control (without salinity), with four replications for each concentration. This work was performed on 16 experimental units, the results show that: the salt has a depressive effect on the morphological parameters: length of the aerial parts (LT) and underground (LR), epinasty (Ep °), and number of leaves (N f).

Fresh weight (PF) and dry (PS) decreases sharply in the plant and reported that this decrease is linked with the reduction of the relative water content (TER).

Chlorophyll (a, b, T) strongly decreases in the leaves and reports that this decrease is linked to the strong increase of proline content and soluble sugar.

Keywords: Salinity, *Super Marconi*, morphological, soluble sugars, proline.

المخلص

ترتكز هذه الدراسة على مفهوم التكيف والحساسية للملوحة خلال مرحلة النمو الخضري. في هذا الاطار قمنا بتجربتين عمليتين على نبات الفلفل الحلو على النوع *Super marconi* حيث عومل مع ثلاثة تراكيز من كلوريد الصوديوم (S1 = 25، S2 = 50، S3 = 150 ملي مول / لتر) بالإضافة إلى الشاهد (دون الملوحة)، مع أربعة مكررات لكل تركيز، تم تنفيذ هذا العمل على 16 وحدة تجريبية.

أظهرت النتائج أن الملوحة لها تأثير سلبي على المعايير المورفولوجية : طول الأجزاء الهوائية (LT) والأجزاء السفلية (LR)، استحاثة الورقة (EP)، عدد الأوراق (NF)، كما لوحظ انخفاض حاد في الوزن الطري (PF) والجاف (PS) للنبات وهذا مرتبط بالانخفاض في محتوى الماء النسبي.

انخفض محتوى الكلوروفيل (a, b, T) انخفاضاً حاداً في الأوراق وهذا الانخفاض مرتبط بزيادة كبيرة في محتوى البرولين والسكريات الذائبة.

الكلمات المفتاحية: الملوحة، *Super marconi*، مورفولوجية، السكريات الذائبة، البرولين.