الجمهوريـة الجزائـريـة الديمقراطيـة الشعبيـة
**République Algérienne Démocratique et Populaire**
وزارة التعليـم العالـي والبحـث العلمـي
**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**

**N° Ref :……**

**Centre Universitaire**

**Abdel Hafid 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**
**En : - Filière : Sciences biologiques**

**-Spécialité : Biologie Appliquée et Environnement : Biotechnologie Végétal et Amélioration des plantes**

# Thème

# Etude morphologique de deux variétés de poivron doux ( *Capsicum annum* L.) dans les conditions salines

**Préparé par : Djoual Djamila**

**Mezhoud Kenza**

**Soutenue devant le jury :**

- **Président : M^eme Talhi. F** — **Grade : Maitre-assistant A**
- **Examinateur : M^eme Benmekhlouf. Z** — **Grade : Maitre-assistant A**
- **Promoteur : M^elle Bouassaba. K** — **Grade : Maitre-assistant A**

**Année universitaire : 2014/2015**

# Remerciements

*Avant tout nous remercions Dieu « ALLAH » le tout puissantde nous avoir accordé la force, le courage et la patience pour terminer ce travaille.*

*Nous remercions notre encadreur de son grand aide durant la réalisation de notre travail, elle est orienté nous vers le avec ses connaissances et partageants des idées et aussi l'encouragement tout on long de notre épreuve, comme elle a été présent à tout moment qu'on à besoin de lui : Bouassaba karima .*

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

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

*Kenza et Djamila*

# Dédicaces

**Je dédie ce mémoire à : Mes très chers parents :**

*Aicha, Abboud .*

**Et**

**A Mes soeurs :** Hakima, Naima, Menira.

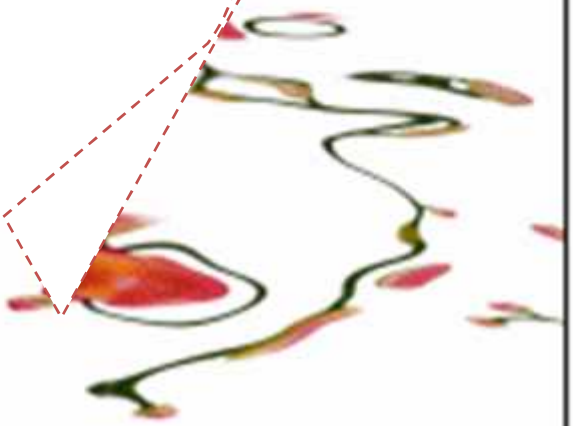
**A Mes frères :** Abde Ellhadi, Rabah.

**Au les enfants de sœurs :** Mohammad Diya dine, Ala dine, Hossam et Norhan

**A Mes chers amis :** kenza, Meriem , Rokia, Hamida,Saida.

**Ansi que pour Tous mes amis d'étude**

*Djamila*



Mer..

# Dédicaces

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

*Saliha et Kamel*

*A mes Soeurs : Laila, Siham, Hanan, Salma.*

*A mon frère : Hicham.*

*A mes fideles amies : Nawel, Meriem, Asma, Mouna, Somia, Houda, Manel et surtout Djamila.*

*A mon fiancé : Fares*

*Atout e ma famille*

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

*Kenza*

# SOMMAIRE

**Introduction……1**

## ❖ Chapitre I : La salinité

**1. Généralités sur la salinité …….2**

**1.1. Définition……...2**

**1.2. L'influences des sols sales sur les plantes……...2**

**1.2.1. Le stress osmotique……..…..2**

**1.2.2. Stress ionique…….....2**

**1.2.3. Stress nutritionnel……..3**

**1.2.4. Stress oxydatif……....3**

**1.3. Types de salinité……....4**

**1.3.1. Salinisation primaire…….....4**

**1.3.2. Salinisation secondaire…….....…..4**

**1.4. Importance de la salinité ……..…..…5**

**2. les sols salés……..…5**

**2.1. Définition des sols salés (sols halomorphes)…….....5**

**2.2. Les sols salés dans le monde……..6**

**2.2.1. Les sols salés en Europe ……...7**

**2.2.2. Les sols salés en Algérie…….....8**

**2.3. Caractéristique des sols salins……..…9**

**2.4. Facteurs intervenant dans le processus de la salinisation…….11**

**2.5. Classification des sols salés……..11**

**2.5.1. Sols salins……...11**

**2.5.2. Sols salins à alcalins……..11**

**2.5.3. Sols alcalins…….....12**

**2.6. Mise en valeur des sols salés ……12**

**3. La salinité et la plante…….…...13**

**3.1. Les effets de la salinité sur la plante …….....13**

**3.1.1. Effet de la salinité sur la germination…….....13**

**3.1.2. Effet de la salinité sur la croissance……..14**

**3.1.3. Effet de la salinité sur la morphologie des plantes……..14**

**3.1.3.1. Effet de la salinité sur la structure de la plante……15**

**3.1.3.2. Effets de la salinité sur la partie aérienne……..15**

**3.1.3.3. Effet de la salinité sur la partie racinaire ……16**
**3.1.4. Effet de la salinité sur la physiologie des plantes ……..17**
**3.1.4.1. Effet de la salinité sur la photosynthèse…….17**
**3.1.4.2. Effet de la salinité sur la teneure en eau dans la plante……..18**
**3.1.4.3. Effet de la salinité sur l'absorption…….18**
**3.1.5. Effet de la salinité sur les lipides…….....19**
**3.1.6. Effet de la salinité sur les enzymes antioxydants……..….19**
**3.1.7. Effet de la salinité sur le métabolisme de l'azote……...20**
**3.1.8. Effet du stress salin sur la translocation…….....20**
**3.2. Mécanismes de résistance des plantes à la salinité ……...…....21**
**3.3.1. Exclusion……...…..21**
**3.3.2. Inclusion ……...…...22**
**3.3.3. La réexcrétion……...…...22**

**3.3. Mécanismes d'adaptation à la salinité…….…...23**
**3.3.1. Accumulation sélective ou exclusion des ions……...23**
**3.3.2. La synthèse des solutés compatibles…….24**
**3.3.3. L'augmentation de la teneur des sucres solubles…….26**
**3.3.4. Synthèse et accumulation de la proline…….....26**
**3.3.5. Contrôle des ions absorbés par les racines et leurs transport jusqu' aux feuilles…….28**
**3.3.6. Changement du cheminement photosynthétique…….....28**
**3.3.7. Induction des enzymes anti-oxydatives par salinité…….....28**
**3.3.8. Induction des hormones par la salinité…….....28**
**3.3.10. Les protéines LEA (late-embryogenesis-abundant)……..29**

.

## ❖ Chapitre II : Poivron

**1. Historique…….....30**
**1.1. Origine de poivron…….....30**
**1.2. D'introduction du poivron…….....30**
**2. Définition du poivron……...30**
**3. Classification du poivron……..…....32**
**4. Culture traditionnelle de poivron……..……..….....32**
**5. Calendrier de production…….....32**

**6. Les maladies du poivron…….33**

**6.1. Mycoses……..33**

**6.1.1. Moisissure grise……..33**

**6.1.2. Pourriture noire fusarienne…….……34**

**6.2. Viroses…….....35**

**6.2.1. Mosaïque de la tomate……...….35**

**6.2.2. Mosaïque du tabac……..…35**

**6.3. Maladies non parasitaires…….....36**

**6.3.1. Insolation…….……36**

**6.3.2. Nécrose apicale…….....…..36**

**6.4. Nématodes…….……..….37**

**6.4.1. Nématode cécidogène du nord (nématode à galles du nord)……...37**

**6.5. Insectes……..37**

**6.5.1. Puceron vert du pêcher……..…37**

**6.6. Acariens……...39**

**6.6.1. Tétranyque à deux points…….....39**

## ❖ Chapitre III : Matériel et Méthode

**1. L'objectif……..…40**

**2. Matériel utilisé……..…….....40**

**3. Le dispositif expérimental……....40**

**4. Les paramètres morphologiques étudiés……...42**

**4.1. Mesure de plastochrom index (PI)……..…….....42**

**4.2.Calcul l'epinastie (Ep)……..…42**

**4.3.Comptage du nombre des feuilles…….42**

**4.4. Mesure de la partie aérienne et souterraine (LPA, LPS)……..43**

**4.5. Analyse statistique…….43**

## ❖ Chapitre IV : Résultats et Discussion

**1. Résultats……..44**

**1.1. Effet de la salinité sur les paramètres morphologiques……44**

**1.1.1.Plastochrom Index (PI)……...45**

**1.1.2. L'épinastie (EP)…….46**

**1.1.3. Le nombre des feuilles (NF)…….….47**

**1.1.4. Longueur des tiges (LT)……...48**

**1.1.5. Longueur des racines (LR)…….....49**

**1.2. Effet de l'nteraction entre la salinité et variete sur les parametres morphologiques testés……50**

**1.3. Corrélation entre les paramètres morphologiques des deux variétés testés dans les conditions salines……...52**

**1.4.les differents groupes homogenes du test de Newman-Keuls (SNK)……53**

**2. Discussion……...55**

**Conclusion**

**Références Bibliographiques**

**Annexes**

**Résumé**

# Liste des tableaux

**Tableau n°1:** La superficie affectée par la salinité dans différentes régions du Monde.

**Tableau n°2 :** le classement des Wilayas touchées par la salinité en fonction du pourcentage de la S.A.U.

**Tableau n°3 :** Caractéristiques principales des sols salins et sodiques.

**Tableau n°4 :** Caractéristique des différentes catégories de sols salés.

**Tableau n°5:** classification des plantes selon la sensibilité à la salinité ainsi que leur rendement en fonction de la concentration du sel dans le sol et dans l'eau (CE sol ; CE eau).

**Tableau n°6:** Calendrier de production.

**Tableau n°7 :** Le dispositif expérimentale des deux variétés *Marconi* (M) et *Super Marconi* (Sp).

**Tableau n°8 :** Effet de la salinité sur les paramètres morphologiques chez deux variétés de ( *Capsicum annuum* L.) durant la phase de plantule.

**Tablaux n°9 :** Analyse des différences (var*salinité )entre les modalités avec un intervalle de confiance à 95% Newman-Keuls (SNK).

**Tableau n°10 :** Matrice de corrélation entre les paramètres morphologiques chez deux variétés de poivron doux.

**Tableau n°11 :** la séparation des groupes selon le test de NEWMAN-KEULS au seuil de (5%) sur l'effet de les variétées testé.

**Tableau n°12 :** la séparation des groupes selon le test de NEWMAN-KEULS au seuil de (5%) sur l'effet de la salinité sur les variétées testé.

**Tableau n°13 :** la séparation des groupes selon le test de NEWMAN-KEULS au seuil de (5%) sur l'effet de la salinité sur les variétés testé.

**Tableau n°14:** Longueur des tiges (Cm) de variété M et Sup.

**Tableau n°15:** Nombre des feuilles de variété M et Sup.

**Tableau n°16:** Les valeurs d'inclinaison de l'angle des feuilles (IAF) et d'épinastie.

**Tableau n°17:** Les valeurs de la longueur des feuilles d'ordre 4 ( LFn°4) ( la moyenne feuilles) et la longueur des feuilles d'ordre 5 ( LFn°5) (Cm).

**Tableau n°18:** Les valeurs de plastochrom Index .

**Tableau n°19:** Les valeurs de la longueur des racines et des tiges ( LF) et nombre des feuilles après l'enlèvement des plantes de pots.

# Liste des figures

**Figure n°1**: les sols salés et sodiques en 17 états de l'union européenne.
**Figure n°2:** la répartition des sols salins du Nord de l'Algérie.
**Figure n°3 :** Diminution du pourcentage de germination avec l'augmentation de la salinité.
**Figure n°4 :** Développement racinaire en situation de stress (A) ou normal (B).
**Figure n° 5:** Schématisation du bilan de la circulation du sodium dans les plantes includer ou excluder.
**Figure n° 6 :** le cheminement de signalisation des SOS dans l'homéostasie ionique sous stress salin chez Arabidopsis.
**Figure n°7 :** La structure chimique de quelque osmolytes.
**Figure n°8 :** Les deux voies métaboliques de la proline chez les plantes supérieures.
**Figure n°9 :** Les trois voies de tolérance des plantes aux stress salin.
**Figure n°10:** poivrons doux allongés.
**Figure n°11:** poivrons doux carrés.
**Figure n°12:** poivrons doux plats (poivrons tomates ).
**Figure n°13:** Effet de la salinité sur plastochrom index de deux variétés du poivron doux dans la phase de croissance.
**Figure n°14 :** Effet de la salinité sur l'épinastie de deux variétés du poivron doux dans la phase de croissance.
**Figure n°15 :** Effet de la salinité sur le nombre des feuilles dans la phase de croissance.
**Figure n°16 :** Effet de la salinité sur la longueur des tiges dans la phase de croissance.
**Figure n°17:** Effet de la salinité sur la longueur des racines dans la phase de croissance.
**Figure n°18 :** Cercl des correlation des variables étudiée durans la phas de croissance végétatif

# Liste des photos

**Photo n°1 :** Le dispositif expérimentale des deux variétés *marconi* (M) et *Super marconi* (Sp).

**Photo n°2 :** La variété de poivron *Super marconi* pendant le traitement par la salinité.

**Photo n°3 :** La première ligne de La variété de poivron *Super marconi* pendant le traitement par la salinité.

**Photo n°4 :** La première ligne de La variété de poivron *Super marconi* après le traitement par la salinité.

**Photo n°5 :** La variété de poivron *Marconi* pendant le traitement par la salinité.

**Photo n°6 :** La première ligne de La variété de poivron *Marconi* pendant le traitement par la salinité.

**Photo n° 7 :** La variété de poivron *Marconi* après l'enlèvement de pots

**Photo n° 8 :** La variété de poivron *Super marconi* après l'enlèvement de pots.

# Liste des abréviations

**ABA :** Abscisic acid.

**$Al_3^+$ :** aluminium.

**ARNm :** Acide ribonucléique méssagé.

**C° :** Dégrée celsius.

**CA:** La carbonique inhydrase.

**$Ca^{2+}$ :** Calcium.

**$CaCl_2$ :** Chlorure de calcium.

**CAM :** Crassulacean Acid Metabolism.

**CAT:** Catalase.

**CE :** Conductivité Electrique.

**$Cl^-$ :** Chlorure.

**Cm :** Centimétre.

**$CO_2$ :** Disoxide de carbone.

**$Cu^{2+}$ :** cuivre II.

**DHAR :** Déshydroascorbate réductase.

**Ds/ m :** Dési siemmes par métre.

**EP :** Epinastie.

**ESP** : Pourcentage de l'extrait de saturation.

**F0 :** Florescence initial.

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

**Fe :** Fer.

**$HCO_3$:** Bicarbonate.

**g/L :** grame par litre.

**GR** : Glutathione réductase.

**GST** : Glutathion-S-transférase.

**$H^+$ :** hydrogène.

**$HCO_3^-$ :** hydrogénocarbonate.

**INSID** : Institut national des sols de l'irrigation et du drainage

**$K^+$ :** Potassuim.

**LEA :** Late-embryogenesis-abundant (protein).

**LF:** Longueur de feuille.

**LPA :** Longueur  partie aérienne.

**LPS :** Longueur  partie souterraine.

**LR :** Longueur de racine.

**LT :** Longueur de tige.

**M :** *Marconi* .  .

**MDHAR :** La monodéshydroascorbate réductase.

**Mg :** Magnessium.

**$MgSO_4$** : sulfate de magnésium.

**mM/L :** mili Mollaire par litre.

**MO :** Matiére organique.

**N2 :** L'azote.

**Na :** Sodium.

**NaCl :** Chlorure de sodium.

**$Na_2CO_3$ :** Carbonate de sodium.

**$Na_2CO_4$ :** Sodium Percarbonate.

**NF :** Nombre des feuilles.

**$NO_3^-$ :** Ntitrat.

**NRA :** Activité de la nitrate réductase.

**P :** Phosphore.

**PH :** Potentiel d'hydrogéne.

**PI :** Plastochrom index.

**$PO_4^-$ :** Phosphates.

**ProDH:** Proline déshydrogénase.

**RDT :** Rendement.

**ROS :** Réactives oxygèn species.

**S :** Solution.

**SAU** : Surface agricole utile.

**$SO_4^{-2}$ :** Sulffat.

**SOD :** La speroxide dismutase.

**SOS :** Salt overly sensitive.

**Sup :** *Super Marconi.*

**Zn :** Zinc.

# Introduction

La salinité du sol et de l'eau constitue le problème majeur dans beaucoup de pays du monde et aussi principe facteur abiotique qui limite la productivité végétale et le rendement agricole. Dans les écosystèmes arides et semi arides, elle résulte des fortes évaporations d'eau à partir du sol et d'une irrégulière et insuffisante pluviométrie.

Elle provient également de l'irrigation le plus souvent mal contrôlée. Chaque année, les surfaces perdues à cause de la salinité des sols, varient autour de 20 millions d'ha dans le monde. Ainsi, ces surfaces sont passées de 48 millions à 265 millions d'ha de terres agricoles touchées par la salinité, les surfaces agricoles affectées dans le monde seraient de 340 millions d'ha, soit 23% des terres cultivées dans le monde. un milliard d'ha est menacé, dont 3,2 millions d'ha en Algérie.

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, les plantes peuvent réagir en mettant en oeuvre des mécanismes, entre autres, physiologiques; morphologique et biochimiques impliquant une activité enzymatique. Ainsi, par la synthèse de composés organiques ayant un rôle d'osmoprotecteurs ou de régulateurs osmotiques.

Les critères d'identification de la tolérance au sel les plus usuels, incluent sur le rendement, la vigueur, les dommages foliaires et la taille des plantes. D'autres indices de tolérance ont été proposés, basés sur des caractéristiques physiologiques spécifiques, notamment l'accumulation d'ions ou la production de métabolites spécifiques. Néanmoins, la tolérance au sel est habituellement déterminée en termes de croissance ou de rendement.

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

L'objectif de ce travail s'oriente vers la connaissance des effets de la salinité sur la morphologique de poivron doux (*Capsicum annum* L.) des deux variétés: *Marconi* et *Super Marconi* ; à savoir:

- La réponse morphologique de la partie racinaire et aérienne par des mesures biométriques: longueur de la racine et la tige , longueur et nombre des feuilles, epinastie et plastochrom index.

# Chapitre I :

## La salinité

# 1. Généralités sur la salinité

## 1.1. Définition

Plusieurs auteurs ont défini la salinité des sols comme étant la présence de concentration excessive de sels solubles, ou lorsque les concentrations en Na, Ca, Mg sous formes de chlorures, carbonates, ou sulfates sont présentes en concentrations anormalement élevées (Asloum., 1990). Un sol salé indique la prédominance de NaCl. Elle est un facteur limitatif majeur de la productivité agricole, ces charges en sels soumettent les plantes à un stress permanent. (Gupta et Abrol., 1990 *in* Bennabi., 2005).

Elle 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. L'influences des sols sales sur les plantes

La salinité de sol cause: les stress osmotique, ionique, nutritionnel et oxydatif.

### 1.2.1. Le stress osmotique

La première conséquence de la salinisation tient à la modification du potentiel osmotique de la solution du sol, lorsque la teneur en sels croit .Selon Song *et al*., *(*2005), plus la solution du sol est salée, plus la pression osmotique est élevée et plus il est difficile pour les racines d'extraire l'eau de la réserve du sol. Il en résulte ainsi un ralentissement de leur croissance.

D'après Chinnusamy *et al*.,(*2004*) la concentration en sels dépend de la teneur en eau du sol et elle augmente avec le desséchement; c'est pourquoi l'excès de sels qui affecte les plantes est atteint beaucoup plus rapidement dans un sol sableux que dans un sol argileux qui piège les ions $Na^+$ via les charges négatives de l'argile.

### 1.2.2. Stress ionique

Il est lié à la composition en éléments du sol (carences ou toxicité en certains ions) : un déficit en N, P, MO, Cu, Zn, Fe… peut avoir des conséquences importantes sur le développement des plantes. Un excès de minéraux Al, Na, Cl,… peut avoir des effets toxiques.

L'excès de $Cl^-$ dans la solution du sol peut provoquer une brûlure des extrémités des feuilles et un jaunissement prématuré de celles-ci. Cependant, les symptômes de toxicités typiques

aux ions sodium $Na^{2+}$ sont des brûlures de feuilles, le dessèchement et la mort des tissus sur les bords externes des feuilles.

Selon Chinnusamy *et al.,* (2004) l'accumulation des ions toxiques $Na^{+}$ et $Cl^{-}$ au niveau du mésophylle des feuilles, affecte la croissance et le métabolisme de la plante où le sel en dommage les structures lipidiques et protéiques des membranes plasmiques .Ainsi la présence de ces ions perturbent l'activité enzymatique cellulaire principalement dans les tissus photosynthétiques (Hasegawa *et al.,* 2000) . Chinnusamy *et al., (*2004) voient que la toxicités ionique peut être le résultat du remplacement de $K^{+}$ par $Na^{+}$ au niveau des sites actifs de protéines induisant aussi un changement des structure protéiques et enzymatiques.

### 1.2.3. Stress nutritionnel

Certains sels peuvent affecter la balance nutritionnelle chez les plantes s'ils sont présents en concentration excessive ou en proportion anormale. (Snoussi et Halitim., 1998)

La présence excessive d'ions sodique, chlorique et borique peut provoquer une augmentation du pH du sol, ce qui a un effet indirect sur l'impossibilité d'absorption des ions ferreux, phosphate, zinc et manganèse indispensable pour la croissance des plantes. (Maillard., 2001)

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

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

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

### 1.2.4. Stress oxydatif

Selon Parent *et al*., *(*2008) une conséquence des stress environnementaux, comprenant le stress salin, est l'apparition du stress oxydatif , c'est-à-dire l'accumulation d'espèces réactives d'oxygène (ROS) à des concentrations élevées, qui endommagent les structures cellulaires .

Ces derniers sont à l'origine du dysfonctionnement de l'appareil photosynthétique et les autres troubles métaboliques. La plupart d'entre eux sont des peroxydes d'hydrogène, des radicaux hydroxyles et des anions super oxyde. (Rahnama et Ebrahimzadeh., 2005) et des antioxydants nécessaire pour faire face au ROS et de maintenir leur concentration à faible niveau dans les cellules lors du stress. (Reddyar *et al.,* 2004)

### 1.3. Types de salinité

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 des sels in situ. Plusieurs causes sont à l'origine de ce phénomène. (Maillard., 2001)

#### 1.3.1. 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 de l'eau de mauvaise qualité.
- ✓ Remontée d'une nappe phréatique salée prés de la zone racinaire. (Mermoud., 2006)

#### 1.3.2. 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 et, 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)

### 1.4. Importance de la salinité

La teneur en sels est le critère le plus important pour évaluer la qualité de l'eau d'irrigation. Cette teneur peut être exprimée en termes de conductivité électrique. La concentration totale est plus importante car la plupart des cultures répondent à la concentration ionique totale du milieu de croissance (effet osmotique) plutôt qu'à un ion spécifique. Généralement, une augmentation de la teneur en sels dans l'eau d'irrigation résultera dans une augmentation de la salinité de la solution du sol.

La vitesse et le degré de cette augmentation dépendront de:

- ✓ Lessivage, c'est-à-dire la quantité d'eau apportée par irrigation ou par des pluies en besoins de la culture et l'efficience du lessivage.
- ✓ La composition ionique de l'eau d'irrigation et la tendance de quelques ions, tels que $Ca^{++}$, $HCO_3^-$, $SO_4^{--}$, à précipiter après l'extraction de l'eau du sol.
- ✓ Propriétés physiques du sol tel que l'infiltration, les caractéristiques hydriques et le drainage. (Antipolis., 2003)

La salinité peut suivant la dose de sel avoir un effet stimulateur sur la croissance et le développement de la plante, cet effet stimulateur a été démontré par Rudolfs (*in* Bidai., 2001). La salinité présente des effets bénéfiques sur la germination et la croissance de quelques espèces à des niveaux très faibles (bien que non quantifiés par les auteurs) de $NaSO_4$, de NaCl, de $MgSO_4$ et de $NaCO_3$. (Asloum., 1990)

## 2. les sols salés

### 2.1. Définition des sols salés (sols halomorphes)

Les sols salins sont naturellement présents sous tous les climats et sur tous les continents. Ils sont là où l'évaporation excède les précipitations pluviales de façon permanente ou temporaire, ils sont étroitement liés à une source de salinité d'ordre géologique (évaporites), hydrogéologique (eaux souterraines) ou hydrologique (eaux marines). (Girarad *et al.*, 2005)

Les sols salés sont ceux dont l'évolution est dominée par la présence de fortes quantités de sels solubles, ou par la richesse de leur complexe absorbant en ions, provenant de ces sels et susceptibles de dégrader leurs caractéristiques et propriétés physiques, en particulier leur structure.

On parle en général de sol salé lorsque la concentration des solutions dépasse 0,5 g/l. (Robert., 1996), selon Calvet (2003) un sol est dit salé quand la conductivité électrique est supérieure à 4 ds/m.

Génétiquement, les sols sont constitués par deux unités très différentes, les salisols, dans lesquels les sels de sodium, de calcium ou de magnésium sont sous la forme soluble de sels simples ou complexes.

Les sodisols à complexe sodique dans lesquels les cations, essentiellement le sodium sont sous la forme échangeable, les sels solubles étant très peu abondants. (Bouteyre et Loyer., 1992)

### 2.2. Les sols salés dans le monde

La salinité est un des processus de dégradation des sols les plus largement répandus sur la terre. Les causes techniques les plus importantes à l'origine de la diminution de la production sur de nombreux périmètres irrigués, particulièrement dans les zones arides et semi-arides, ou de désastre sur de grandes surfaces en agriculture pluviale, sont l'engorgement, la salinisation et la sodication.

Il est estimé, à partir de diverses données disponibles que **:** Le monde perd au moins 3 hectares de terres arables chaque minute à cause de la salinité du sol.

Bien que de nombreux pays utilisent les terres salinisées en raison de leur proximité aux ressources en eau et de l'absence d'autres contraintes environnementales, il y a un besoin clair d'une base scientifique solide afin d'optimiser leur utilisation, de déterminer leur potentiel productivité et durabilité pour cultiver diverses cultures, et d'identifier les pratiques de gestion intégrées appropriées. ( Benzellat B., 2011) (Tableau 1)

**Tableau n°1:** La superficie affectée par la salinité dans différentes régions du Monde. (Benzellat B., 2011)

| **Région** | **Superficie (million d'hectares)** |
|---|---|
| Afrique | 80.5 |
| Europe | 50.8 |
| Amérique du nord | 5.7 |
| Amérique du sud | 129.2 |
| Asia du sud | 87.6 |
| Austalie | 357.3 |
| Mexique et Amerique centré | 2 |
| Asie du sud | 20 |
| Asie du centré et du nord | 211.7 |
| **Total** | **954.8** |

### 2.2.1. Les sols salés en Europe

En Europe, on trouve des sols à forte teneur saline en Hongrie, en Roumanie, en Grèce, en Italie et dans la péninsule ibérique. Dans les pays nordiques, les dévers glaçage des routes en utilisant du sel peut provoquer une salinisation localisée.

On estime que la salinisation du sol affecte 1 à 3 millions d'hectares de terres en UE. Cette salinisation est considérée comme une cause majeure de désertification et constitue donc une forme grave de dégradation des sols. Ce problème de la salinisation en Europe s'accentue du fait de l'augmentation des températures et de la réduction des précipitations, caractéristiques du climat de ces dernières années. ( Benzellat B., 2011) (Figure 1)

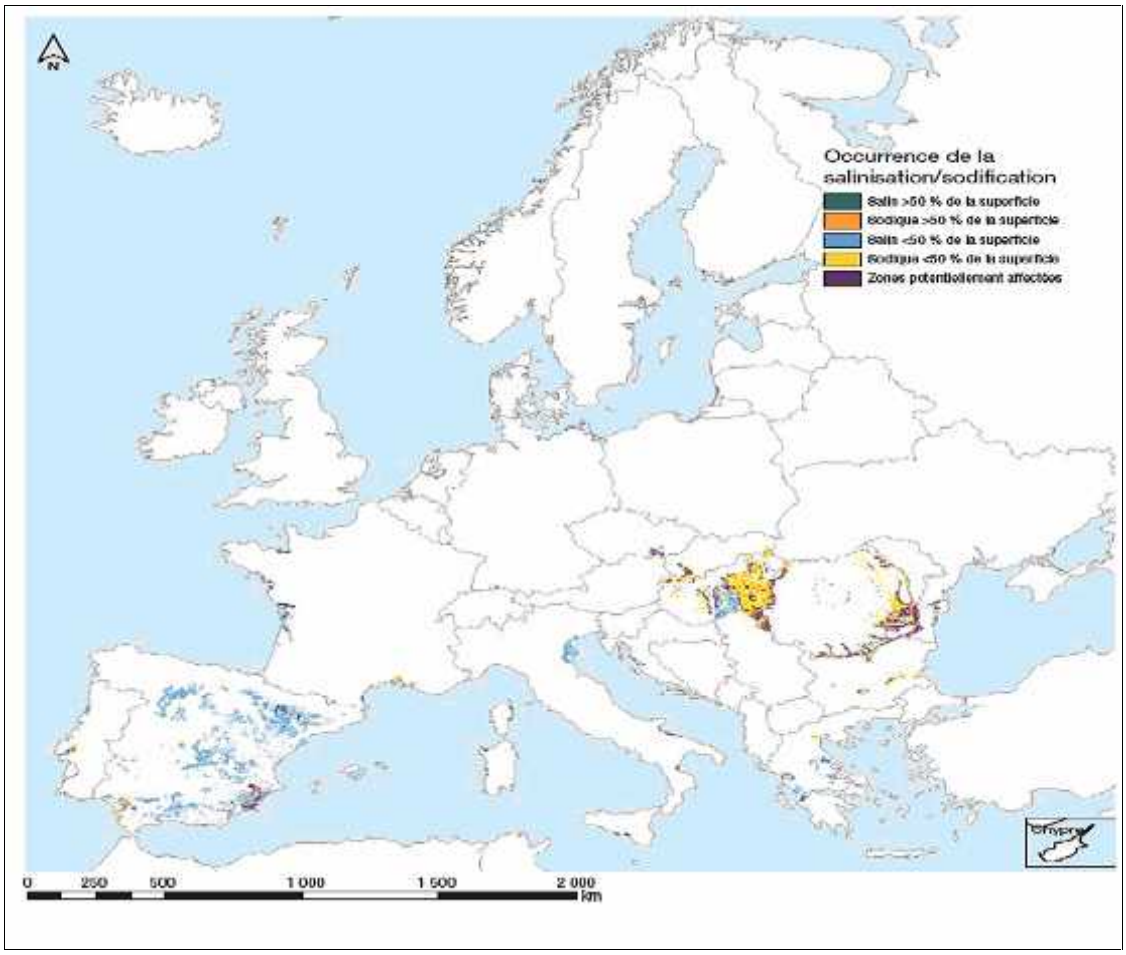



**Figure n°1**: carte montre les sols salés et sodiques en 17 états de l'union européenne. ( Benzellat B., 2011)

### 2.2.2. Les sols salés en Algérie

Les sols salés sont très répandus en Algérie essentiellement dans les zones arides et semi-arides; des travaux effectués par déférents auteurs montrent que la majorité des sols agricoles en Algérie sont affectés par les sels. (Durand., 1958 et Haltim., 1985)

De façon générale « les sols sodiques en Afrique du Nord proviennent principalement d'une action de la mer (pas actuelle) ou de la présence de dépôts lagunaires salés et gypseux répartis dans l'échelle stratigraphique depuis le Trias jusqu'au Quaternaire ».

En Algérie d'après Szablocs (1989) 3,2 million d'hectares subissent à des degrés de sévérité variable, le phénomène de salinisation dont une bonne partie se trouve localisée dans les régions steppiques où le processus de salinisation est plus marqué du fait des températures élevées durant presque toute l'année, du manque d'exutoire et de l'absence de drainage efficient.

Ce phénomène est observé dans les plaines et vallées de l'Ouest du pays (Mina, Cheliff, Habra Sig, Maghnia) dans les hautes plaines de l'Est (Constantine, Sétif, Bordj Bou Arreridj, Oum El Bouagui), aux abords des Chotts et de Sbkhas (Chott Ech Chergui, Chott Gharbi, Chott Hodna, Chott Melghir, Sebkha d'Oran, de Benziane, Zemmoul, Zazhrez Gharbi et Chergui, etc..) et dans le grand Sud. (dans les Oasis, le long des oueds, etc…) (Tableau 2, Figure 2)

**Tableau n°2 :** le classement des Wilayas touchées par la salinité en fonction du pourcentage de la S.A.U. ( Benzellat B., 2011)

| **Wilayas** | **S.A.U (ha)** | **Superficie affectée par la salinité** | **% de la S.A.U affecté par la salinité** |
|---|---|---|---|
| Biskra | 151530 | 7272 | 4.80 |
| Khanchla | 177900 | 4480 | 2.52 |
| Mascara | 328740 | 6475 | 1.97 |
| Alger | 7940 | 150 | 1.89 |
| Mostaganem | 131730 | 1977 | 1.50 |
| Naama | 4150 | 62 | 1.49 |
| Laghouat | 487740 | 800 | 1.48 |
| Batna | 85860 | 5100 | 1.05 |
| Oran | 188620 | 850 | 0.99 |
| Mila | 72090 | 100 | 0.45 |

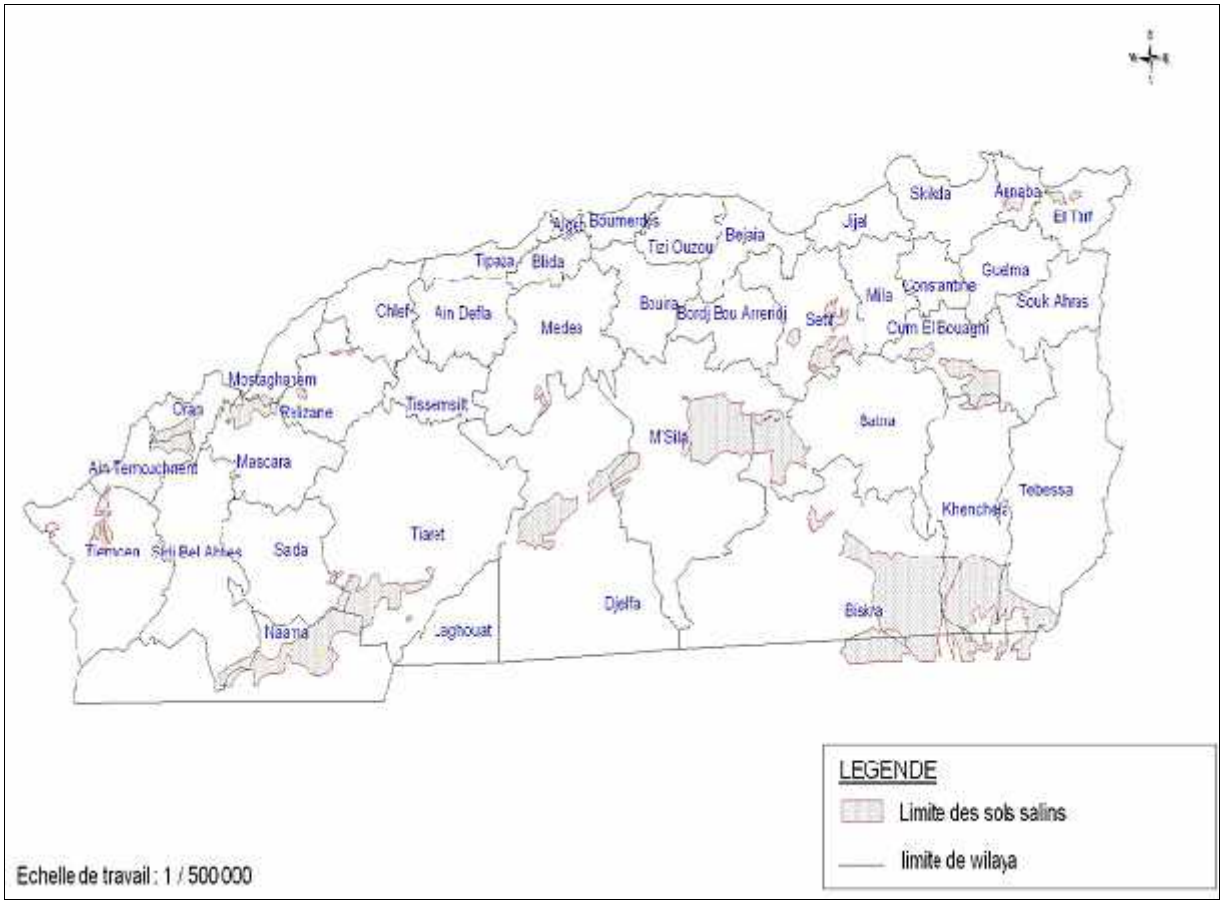



**Figure n°2:** carte montre la répartition des sols salins du Nord de l'Algérie.

( Benzellat B., 2011)

### 2.3. Caractéristique des sols salins

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: saline (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 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 sont riches en sodium échangeable et en revanche pauvres 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 3)

**Tableau n°3 :** 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 tel 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 dominent dans les régions arides à semi– arides. | -Les sols alcalins se trouvent principalement dans les régions semi–arides et sub – humides. |

### 2.4. Facteurs intervenant dans le processus de la salinisation

Selon Wyn Jones et Gouston (1991), la salinisation des sols peut être due à :

- ✓ La lixiviation des sels solubles et/ou à l'évaporation, qui déposent leurs sels dans les sols.
- ✓ En régime, non saturé, la remontée capillaire entraine un transport des sels par flux de masse vers la surface du sol où ils s'accumulent après évaporation de l'eau. (Raju *et al.*, 1993)

### 2.5. Classification des sols salés

Il existe plusieurs classifications des sols dans le monde.la classification américaine, Française, russe et celle de la FAO. parmi ces classifications, celle proposée par (U.S.S.L.,1954), et aussi celle proposée par (Duchaufour.,1977 et Cherbuy.,1991) qui voient en ces sols ,trois grandes classes :

- ✓ sols salins.
- ✓ sols salins à alcalins.
- ✓ sols alcalins.

#### 2.5.1. Sols salins

Ces sols sont caractérisés par une conductivité électrique de l'extrait de saturation supérieure à 4 ds/m, un PH inférieur à 8,5 et un pourcentage de sodium échangeable inférieur à 15% selon (Hullin., 1983), ce sont des sols qui contiennent des sels solubles en quantités, telle que la croissance de la plupart des plantes y est freinée.

Ces sols présentent aussi une perméabilité égale ou supérieure à celle des sols similaires non salés. Cela est du à l'action floculant des sels (Daoud., 1993). Ces sols pauvres en Na, mais riches en sels bancs (chlorires, sulfates, carbonates de ca ou Mg), généralement à l'état floculé, lessivage efficace. (Mermoud., 2006)

#### 2.5.2. Sols salins à alcalins

Ils sont caractérisés par une conductivité électrique de l'extrait de saturation supérieur à 4 ds /m et un PH supérieur à 8,5, par définition ce sont des sols qui contiennent suffisamment

de sels solubles et de sodium échangeable supérieur à 15% (Hullin., 1983) .D'après Daoud (1993), la perméabilité de ces sols dépend du rapport entre CEESP, de la teneur et de la nature de la fraction argileuse des sols.

La structure de ces sols généralement bonne mais pouvant se dégrader considérablement lors du lessivage. Nécessité d'apports de cations de substitution. (Mermoud., 2006)

### 2.5.3. Sols alcalins

Ces sols sont caractérisés par une conductivité électrique de l'extrait de saturation inférieur à 4ds/m, un ph compris entre 8,5 et 10, un porcentage de sodium echangeable supérieur à 15%. Selon (Hullin., 1983) ces sols contiennent suffisamment de sodium échangeable mais ils ne contiennent pas des quantités excessives de sels solubles. D'après Daoud (1993),ses sols présentent une faible perméabilité.

Ces sols sont riches en $Na^{+.}$ Fondés en raison de forte concentration en Na et de la dispersion de la MO. Sols dispersés : lessivage difficile et nécessité de remplacer le Na par un autre cation (Ca par ex). (Mermoud., 2006) (Tableau 4)

**Tableau n°4 :** Caractéristique des différentes catégories de sols salés. (Mermoud., 2006)

| **Catégorie** | **CE à 25°C (mS. $Cm^{-1}$)** | **ESP (%)** |
|---|---|---|
| -sols salins | >4 | <15 |
| -sols salins à alcalins | >4 | >15 |
| -sols alcalins (sodiques) | <4 | >15 |

### 2.6. Mise en valeur des sols salés

Une bonne utilisation agricole des sols salés nécessite :

- ✓ L'élimination des excès en sels (lixiviation) et la suppression de la source de sodium (drainage de la nappe salée).

Ces pratiques seront d'autant plus aisées que le sol est perméable et que l'eau (pluie, irrigation) est abondante et de bonne qualité.

- ✓ L'utilisation des plantes résistantes à la salinité.

- ✓ La reconstitution de la fertilité par des amendements qui enrichissent les argiles en calcium échangeable.
- ✓ Des pratiques culturales particulières, labour de défoncement, ratissage des sels en surface. (Girard *et al.*, 2005)

## 3. La salinité et la plante

### 3.1. Les effets de la salinité sur la plante

La salinité constitue un facteur limitant non négligeable pour l'agriculture mondiale (Hillel., 2000). L'effet de la salinité se manifeste généralement chez la plupart des plantes cultivées par une réduction de la croissance et le développement (Munns *et al.*, 1983).Cet effet néfaste se traduit par des changements morphologiques, physiologiques, biochimiques et moléculaires qui affecte négativement la croissance et la productivité végétale. ( Ashraf et Harris., 2004)

#### 3.1.1. Effet de la salinité sur la germination

La germination est régulée par des caractéristiques génotypiques mais aussi par les conditions environnementales et, en particulier, par la disponibilité de l'eau dans le sol (Sharma., 1973 et Gutterman., 1993 in Ndour et Danthu., 2000), Selon Maillard (2001) et Abdelly (2006), la plupart des plantes sont plus sensibles à la salinité durant leurs phases de germination et de levée dont l'effet nocif est de nature osmotique ou bien toxique. Selon Karmous (2007), elle agit également sur la germination en ralentissant sa vitesse, ce qui expose plus les semences aux risques. il a été démontré que la salinité inhibe la germination par son effet osmotique où elle affecte tous les processus de germination suite à la baisse du potentiel hydrique autour des graines, ce qui rend l'eau inaccessible à cette dernière pour la réhydratation et la reprise de la vie active de l'embryon (Maas et Poss., 1989). La réduction du potentiel osmotique de la solution du sol empêche l'imbibition de la graine suite à une diminution des activités enzymatiques et une forte absorption de $Na^+$ par rapport à $K^+$, ce qui conduit à une toxicité embryonnaire et un retard dans les processus métaboliques. (Hsiao *et al.*, 1976 et Oertli., 1976 in Adel et Bader., 2002)
(Figure 3)

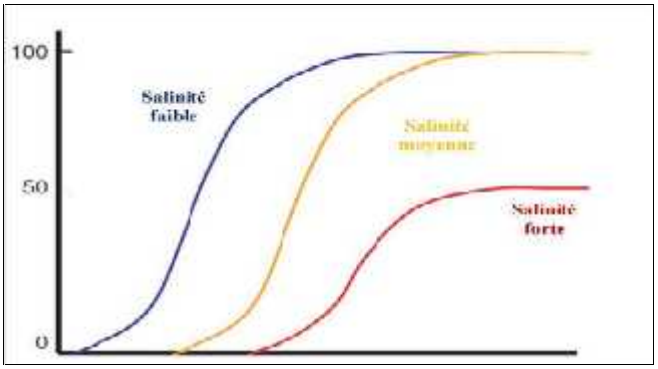



**Figure n°3 :** Diminution du pourcentage de germination avec l'augmentation de la salinité. (Zoubeir. C., 2010)

### 3.1.2. Effet de la salinité 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 cause aussi la diminution de la biomasse sèche et fraîche 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). Par contre 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)

### 3.1.3. Effet de la salinité sur la morphologie des plantes

Le stress salin entraine des modifications morphologiques mais c'est le poids de la matière sèche et la longueur des tiges qui représentent mieux la tolérance ou la sensibilité des plantes aux sels. (Brun et al., 1980)

La comparaison des plantes vivantes dans un milieu non salé et celles des milieux salés, montre que les fortes concentrations de sels solubles dans l'environnement racinaire provoquent la formation de plantes naines ainsi qu'une germination lente chez certaines espèces. (Elmekkaoui., 1987)

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

### 3.1.3.1. Effet de la salinité sur la structure de la plante

L'architecture de la plante est profondément modifiée sous un stress osmotique, même très modéré et ne présentant pas de symptômes flagrants. Par exemple, chez des dicotylédones comme le pois ou la vigne, le nombre de ramifications et le nombre d'organes élémentaires (phytomères) de la tige sont drastiquement réduits. Il en va de même chez les graminées, où le nombre de talles est réduit en cas d'un stress osmotique.

### 3.1.3.2. Effets de la salinité sur la partie aérienne

D'après Munns et Rawson (1999), Maas et Poss (1989), l'effet de la salinité se traduit généralement par une réduction de la croissance végétative (réduction de la hauteur, nombre de talles et de feuilles) qui est en fonction de la division et l'élongation cellulaire. Elle retarde la croissance des pousses qui sont plus sensibles aux sels que les racines mais elle pousse prématurément la plante vers la maturité.

- **Effet de la salinité sur la tige**

Si la concentration des sels dans le sol est importante, la partie aérienne est réduite. (Briens.,1979 in Belouazani., 1994)

- **Effet de la salinité sur 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 in Parida et Das., 2005). La salinité réduit aussi l'espace intercellulaire dans les feuilles. (Delphine et *al.*,1998 in 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. (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.

- ✓ la dégradation du cytoplasme par le mélange de la matrice cytoplasmique et vacuolaire des feuilles de la patate douce (*Ipomoea batatas*). (Mitsuya et *al.*, 2000 in Parida et Das., 2005)

- **Effet de la salinité sur le fruit**

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

### 3.1.3.3. Effet de la salinité sur la partie racinaire

La salinité affecte en particulier la croissance des racines des plantes (Läuchli et Epstein., 1990; Bayuelo *et al.*, 2002) ont montré qu'elle augmente le rapport PR/PA. En effet, les plantes maintiennent une croissance racinaire relativement importante sous forte contrainte saline, l'augmentation du rapport PR/PA qui s'ensuit semble être associée à une augmentation de leur tolérance au sel. Kafkai (1991), suggère que sous contrainte saline, la plante dépense plus d'énergie photosynthétique pour maintenir un statut hydrique élevé et pour la production de racines en vue de la recherche d'eau et/ou la réduction de la perte d'eau. Dans ces conditions, il semble que l'arrêt de la croissance foliaire soit déclenché par des signaux hormonaux (Munns., 2002) et qu'une part importante des photosynthètats soit alors réallouée à la croissance racinaire. C'est l'une des réponses anatomiques aux stress osmotiques chez de nombreuses espèces, dont le caractère adaptatif apparait évident puisqu'une augmentation du ratio masse des racines/masse de la canopée maximise de la surface d'absorption de l'eau en diminuant la surface d'évaporation. (Munns., 2002) (Figure 4)

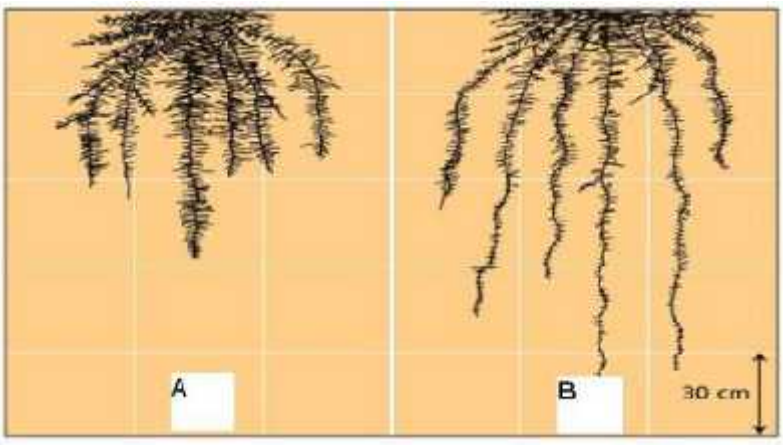



**Figure n°4 :** Développement racinaire en situation de stress (A) ou normal (B). (Zoubeir. C., 2010)

### 3.1.4. Effet de la salinité sur la physiologie des plantes

#### 3.1.4.1. Effet de la salinité sur la photosynthèse

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 auteures déclarent que la capacité de photosynthèse est étouffée par la salinité et cela chez différentes espèces des plantes. (Ommamie., 2005)

Selon Ommamie (2005), la diminution de la photosynthèse via la salinité est attribuée à de nombreux facteurs :

- **La déshydration des membranes cellulaires**

La réduction du potentiel hydrique, cause un stress osmotique qui est irréversiblement inactife le transport d'électrons au cours de la photosynthèse, via le rétrécissement de l'espace intercellulaire.

- **La toxicité par les sels en particulier par le $Na^+$ et $Cl^-$**

Le Cl inhibe la photosynthèse, à travers l'inhibition de $NO_3^-N$ qui est significativement réduit au cours du stress salin, la réduction du $NO_3^-N$ qui est combiné au stress osmotique, peut expliquer l'effet inhibiteur de la salinité.

- **Une réduction du $CO_2$**

La fermeture des stomates, cause la restriction de l'accessibilité de $CO_2$ pour les réactions de carboxylation ; d'autres plantes agissent différemment. Chez six espèces de brassicassés, cet effet est dû à la diminution de la résistance au diffusion du $CO_2$ dans la phase liquide, à partir de la paroi du mésophile jusqu'au site de la réduction du $CO_2$ dans le chloroplaste.

- **Le changement d'activité des enzymes**

L'activité des enzymes est induite par le changement de la structure du cytoplasme.

La cinétique de la fluorescence de la chlorophylle a été affectée significativement chez le *Miung bean* : le niveau de florescence initial (F0) a augmenté après 3 jours de stress. Il a été rehaussé par l'addition de $CaCl_2$; cependant le rendement quantique de la photochimie

fondamentale de PS II a diminué considérablement avec les traitements NaCl; le $CaCl_2$ a amélioré cet effet. (Misra *et al*., 2001)

En outre, le stress salin même à une réduction significative des chlorophylles a et b, et la chlorophylle total dans deux cultivars de *Miung bean*. (Ashraf et Rasul., 1988)

### 3.1.4.2. Effet de la salinité sur la teneure en eau dans la plante

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 in Parida et Das., 2005)

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 *S. salsa* alors qu'il n'y a pas de changement dans le contenu relatif en eau. (Lu et *al.*, 2002 in Parida et Das., 2005 )

### 3.1.4.3. Effet de la salinité sur l'absorption

Chez les plantes cultivées sur milieu témoin sans sel, la concentration totale de la solution foliaire en solutés organiques tend à diminuer avec l'avancement en âge des plantes, alors qu'un effet opposé est noté pour la concentration inorganique totale de la feuille. (Rahmoune *et al*., 1997 ; Ben Naceur *et al*., 2002).

L'irriguer avec de l'eau chargée en sels réduit la faculté des racines des plantes à puiser de l'eau du sol. Entre deux irrigations, alors que l'humidité du sol diminue, les sels de la solution du sol peuvent se concentrer à hauteur de 2 à 5 fois leur valeur initiale. Ceci cause une augmentation de la pression osmotique de la solution du sol et rend encore plus difficile pour les racines d'extraire l'eau du sol. C'est ce qu'on appelle une sécheresse physiologique (Maillard., 2001).

Les effets osmotiques du stress salin peuvent également limiter la croissance des racines, ce qui limite les possibilités l'absorption des éléments nutritives du sol. (Tester et Davenport., 2000 in Jabnoune., 2008)

En présence de sel, l'absorption des cations $Na^+$, $Ca^{2+}$ et $Mg^{2+}$ dépasse souvent celle des anions $Cl^-$, $PO_4^-$ et $NO^-_3$, ce qui engendre un déficit anionique pour le végétal. Dans les feuilles, les Chlorures ($Cl^-$) sont toujours accumulés proportionnellement à la teneur globale en sel et en plus grande quantité que le $Na^+$ (Rahmoune *et al*., 2000). Le chlore, en entrant en compétition avec le $NO^-_3$, inhibe dans les plantes sensibles aux sels l'absorption et le transport à longue distance de cet anion vers les parties aériennes et engendre ainsi une carence

nutritionnelle qui est estimée par la différence entre la teneur globale en cations majeurs $Ca^{2+}$, $K^{+}$, $Mg^{2+}$ et $Na^{+}$ et la teneur en $Cl^{-}$ (Slama., 1986 in Lamzeri., 2007) Le stress salin réduit dramatiquement la fixation de l'azote N2 et l'activité nitrogenase de nodosités chez les légumineuses herbacées (Räsänen., 2002 in Lamzeri., 2007). Pessarakli *et al*., (1990) ont montré que le stress salin inhibe la fixation du nitrogène chez trois cultivars de *Phaseolus vulgaris* L.

### 3.1.5. 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 membranaires des cellules. (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'insaturation des acides gras contrecarre 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 *Spartina patens* 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.

### 3.1.6. Effet de la salinité sur les enzymes antioxydants

En cas de stress biotique ou abiotique, on observe chez lez plantes une production rapide et massive d'espèces réactives de l'oxygène.

De nombreuses études ont été menées, notamment chez les plantes, afin de préciser quels facteurs entraînent ce phénomène. De nombreuses conditions environnementales ont ainsi été définies : la sécheresse, les stress thermiques (hautes et basses températures), l'exposition aux métaux lourds, aux ultraviolets, aux polluants aériens tels que l'ozone et le $SO_2$, les stress mécaniques, les carences en nutriments, les attaques de pathogènes, la salinité et les fortes expositions à la lumière. (Ben Nacer *et al.,* 2005)

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 superoxydes, les radicaux hydroxyles et peroxyde.

Les espèces réactives de l'oxygène qui sont le produit des stress hyperosmotique et ionique causent des disfonctionnements dans la membrane et la mort cellulaire (Bohnert et Jensen,

1996 in Parida et Das, 2005). Les plantes se défendent contre ces espèces réactives de l'oxygène par l'induction de l'activité de certaines enzymes antioxydantes comme la catalase, la peroxydase, la glutathion réductase et la superoxyde dismutase, qui éliminent les espèces réactives de l'oxygène. L'activité des enzymes antioxydantes comme l'ascorbate peroxydase, la glutathion réductase, la monodéshydroascorbate réductase (MDHAR) et la déshydroascorbate réductase (DHAR) augmentent sous les conditions de stress salin chez le blé alors que l'ascorbate total et le contenu de la glutathion diminuent. (Hernandez et *al.,* 2000 in Parida et Das., 2005)

### 3.1.7. 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 parconséquent 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 mais (*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 (Abd Elbaki *et al.,* 2000 in Parida et Das., 2005) L'exposition des racines nodulées à NaCl des légumineuses comme le soja et l'haricot cause une réduction rapide de la croissance végétale. (Serraz *et al.,* 1998 in Parida et Das., 2005). L'activité de la nitrogénase diminue chez l'haricot par une exposition à courte durée à la salinité.

### 3.1.8. Effet du stress salin sur la translocation

La régulation du transport et de la distribution des ions dans les différents organes de la plante et à l'intérieur des cellules est un facteur essentiel du mécanisme de tolérance au sel (Greenway et Munns, 1980) Une étude faite par Haouala *et al*., (2007) sur le ray-grass anglais montre que cette espèce accumule plus de $Na^+$ et $Cl^-$ dans ses feuilles que dans ses racines. Le ray-gras apparaît ainsi comme une espèce du type «includer» alors qu'il est classé comme une espèce moyennement sensible à la salinité. Les glycophytes, plantes poussant dans les sols non salés, paraissent généralement incapables d'assurer à la fois un transfert important d'ions des racines vers les feuilles ainsi qu'une compartimentation cellulaire efficace. D'après Greenway et Munns (1980), les plantes les plus résistantes sont celles qui évitent une

absorption trop importante d'ions. Certaines glycophytes, comme le cotonnier ou l'orge, transportent et accumulent de grandes quantités de $Na^+$ dans leurs feuilles.

Les espèces incapables de compartimenter $Na^+$ dans leurs feuilles sont nettement plus sensibles à la salinité. En effet, ces espèces semblent peu efficaces pour abaisser la concentration cytoplasmique de $Na^+$, ce qui est peut-être l'une des causes essentielles de leur sensibilité au niveau cellulaire. Cependant, l'incapacité de débarrasser le cytoplasme de $Na^+$ a pour conséquence que cet ion est facilement transporté dans le phloème de ces plantes. (Zid et Grignon., 1986 in Haouala., 2007)

### 3.2. 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. (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 « excluder ». A l'inverse, les plantes tolérant le NaCl, sont dites «includer» 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)

#### 3.2.1. 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)

### 3.2.2. 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 (Berthomiou *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 $Ca^{++}$, $NO_3$,$SO_4^{--}$ 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)

### 3.2.3. La réexcrétion

La plante a la capacité de réexpédier aussitôt l'excès de sel parvenu jusqu'au feuilles vers ses 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. (Berthomiou et *al*., 2003) (Figure5)

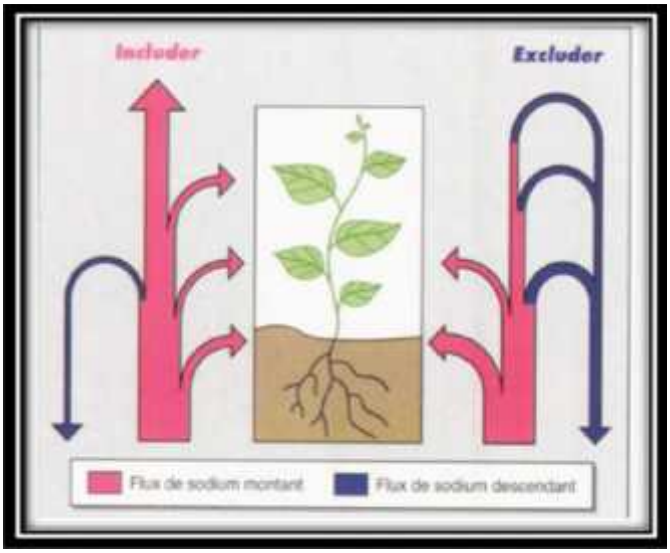



**Figure n° 5:** Schématisation du bilan de la circulation du sodium dans les plantes includer ou excluder. (Levigneron et *al*., 1995)

Selon INSID (2008) a partir de la comportement des plantes ( sensibilité ou l'adaptation) il classifiée comme suivant:

**Tableau n°5:** classification des plantes selon la sensibilité à la salinité ainsi que leur rendement en fonction de la concentration du sel dans le sol et dans l'eau (CE sol ; CE eau). (INSID., 2008)

| **Culture** | **Sensibilité à la salinité** | **RDT des cultures** | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | **100%** | | **75%** | |
| | | **C.E Sol** | **C.E eau** | **C.E Sol** | **C.E eau** |
| Luzerne | Modérément sensible | 2 ,00 | 1,30 | 5,40 | 3,00 |
| Sorgho | Tolérant | 6,80 | 4,5O | 8 ,40 | 5,60 |
| Soja | Tolérant | 5,00 | 3,30 | 6,30 | 4,20 |
| Betterave sucre | Tolérant | 7,00 | 4,70 | 11,00 | 7,50 |
| Canne à sucre | Modérément sensible | 1,70 | 1,10 | 5, 90 | 4,00 |
| Blé | Tolérant | 5,70 | 3,80 | 10,00 | 6,90 |
| P .D.Terre | Sensible | 1,70 | 1,10 | 3,80 | 2,50 |
| Tomate | Sensible | 2,50 | 1,70 | 5,00 | 3,40 |
| Poivron | Sensible | 1,50 | 1,00 | 3,30 | 2,20 |
| Haricot | Sensible | 1,00 | 0,70 | 2,30 | 1,50 |
| Chou | Modérément sensible | 1,80 | 1,20 | 4,40 | 2,90 |
| Epinard | Modérément sensible | 2,00 | 1,30 | 5,30 | 3,50 |
| Oignon | Sensible | 1,20 | 0,80 | 2,80 | 1,80 |
| Agrume (orange) | Modérément sensible | 1,70 | 1,10 | 3,30 | 2,20 |
| Raisin | Sensible | 1,58 | 1,00 | 4,10 | 2,70 |

### 3.3. Mécanismes d'adaptation à la salinité

#### 3.3.1. Accumulation sélective ou exclusion des ions

L'accumulation des ions, est le mécanisme primaire utilisé chez les halophytes, à un niveau haut de salinité par la compartimentation des ions la vacuole. (Ommamie., 2005)

L'exclusion des ions est effectué à un niveau bas ou modéré de salinité chez les glycophytes, en limitant l'absorption du $Na^+$ par la pompe $Na^+/H^+$ antiport qui exporte les ions $Na^+$ hors de la cellule, ou en favorisant sa répartition dans les tissus âgés comme les feuilles qui vont être par la suite éliminées par abscission. (Gregory., 2005 ;Ommamie., 2005 ; Calu., 2006)

Le transport du $Na^+$, à partir du cytoplasme ou sa compartimentation dans la vacuole, est dû aussi à l'enzyme $Na^+/H^+$ antiport. Ce sont les gènes SOS1 qui codent pour ce transporteur membranaire. (Ommamie., 2005 ; Calu., 2006 ) (Figure6)

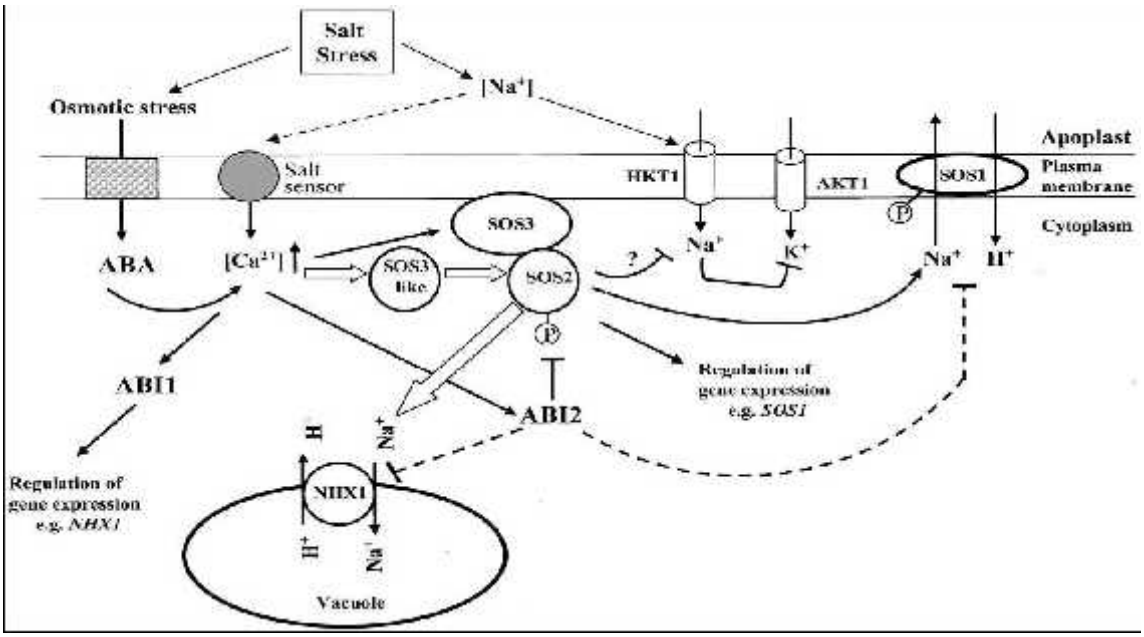



**Figure n° 6 :** le cheminement de signalisation des SOS dans l'homéostasie ionique sous stress salin chez Arabidopsis. (Zhu *et al*., 2005)

L'excrétion de sel chez certains glycophytes, pourrait être réalisée par des ATPases $Na^+/K^+$dépendantes, comme il en existe chez les animaux (Maziliak., 2000). Toute une série de génes sont activés, codant pour des protéines responsable du maintient de l'homéostasie: ce sont les hénes SOS (salt overly sensitive). (Clu., 2006)

En effet chez Arbidopsis, le stress salin stimule le signal de $Ca^{+2}$activant de ce fait les SOS3 qui stimulent les SOS2 et qui sont des génes codant pour des protéines Kinase. A leur tour les SOS2soit ils stimulent la phosphorylation des SOS1 qui codent pour des protéines enzymatiques antiport plasma membranaire $Na^+/H^+$, soit ils activent le tonoplaste antiport $Na^+/H^+$ et permet donc de conserver le $Na^+$ à l'intérireur de la vacuole. (Zhu *et al*., 2005) (Figure 6)

### 3.3.2. 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 acide).
- ✓ 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 glycérol, 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) (Figure7)

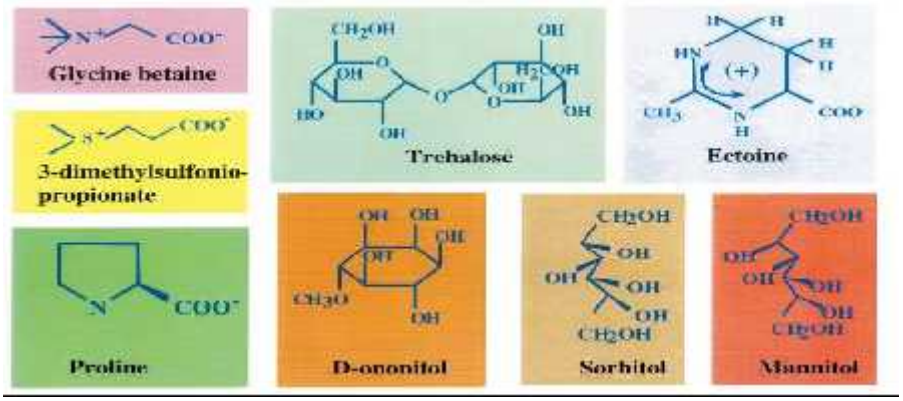



**Figure n°7 :** La structure chimique de quelque osmolytes. (Hasegawa *et al*., 2000)

### 3.3.3. 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) chez des arbres adultes d'eucalyptus sous stress salin et par Noiraud *et al*., ( 2000) chez le céleri sous stress salin.

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

### 3.3.4. Synthèse et accumulation de la proline

L'accumulation des solutés compatibles induit une diminution du potentiel hydrique et permet l'absorption de l'eau de l'environnement. (Kumara *et al*, 2003 in Messedi *et al.*, 2006)

La proline désigné généralement sous le nom de soluté compatible chez les eubactéries, les algues, et les plantes supérieures. L'accumulation de la proline est due principalement à la synthèse de novo, et deuxièmement à un taux réduit du catabolisme, et finalement aux systèmes de transport spécifiques qui diffusent la proline aux endroits de besoin. Deux voies possibles de la synthèse de proline ont été démontrées chez les plantes. La première utilisant le glutamate et la deuxième emploie l'ornithine comme précurseur. La dégradation de proline chez les plantes a lieu dans des mitochondries et est catalysée par la proline déshydrogénase (ProDH), également appelée proline oxydase. On a démontré que la dégradation de la proline est inhibée sous le stress hydrique et salin. Une diminution dans le niveau de ProDH ARN m et de l'activité de ProDH a pour conséquence l'accumulation de la proline. (Messedi et *al.*, 2006)

La proline et les sucres solubles se sont significativement accumulés dans les feuilles sous l'effet du sel. Ils participeraient aux phénomènes d'ajustement osmotique. Le transport ou/et l'utilisation de l'amidon ont été perturbés causant son accumulation dans les chloroplastes. Le stress salin a provoqué aussi une désorganisation des membranes thylakoïdiennes et une accumulation de globules lipidiques au niveau du stroma. (Ben Khaled et *al.*, 2003) (Figure9)

L'écotoine à comme origine de biosynthèse l'acide aminé l'acide aspartique, le pinitol est biosynthétisé à partir de myoinositol, la glycine bétaine est originaire du métabolisme de la choline. Cependant il y a deux voie de glutamate. (Hasegawa *et al* ., 2000 ; Hu et al., 1992) (Figure 8)

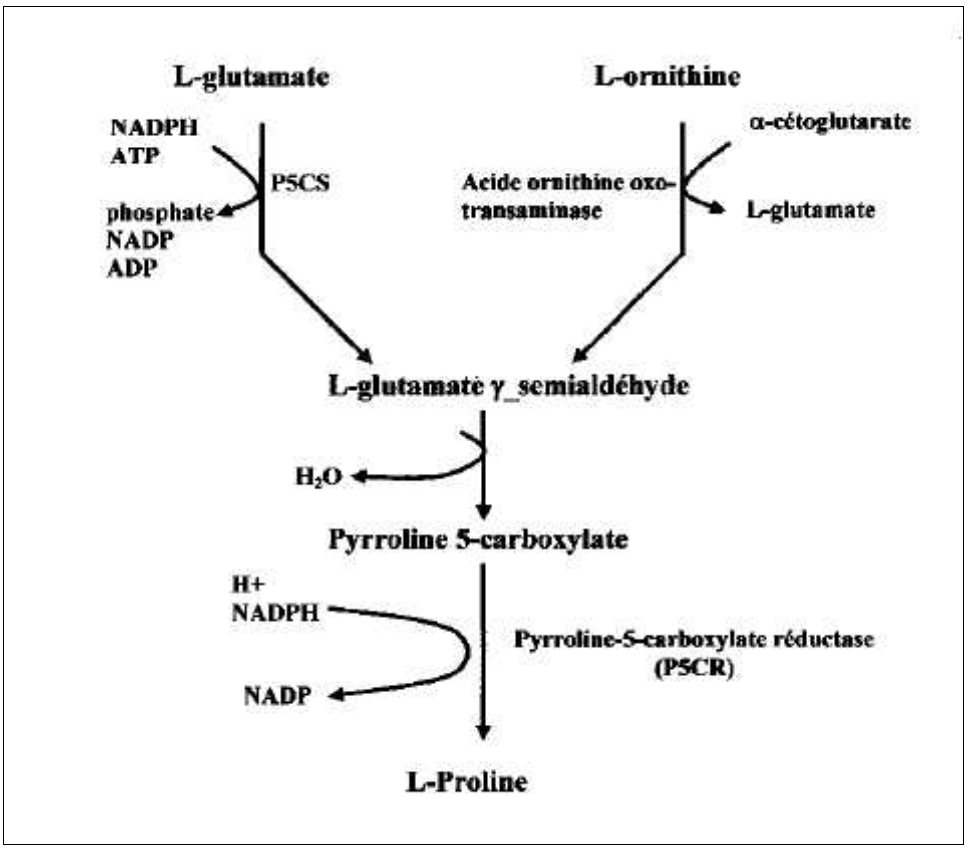



**Figure n°8 :** Les deux voies métaboliques de la proline chez les plantes supérieures.
( Hu *et al*., 1992)

### 3.3.5. Contrôle des ions absorbés par les racines et leurs transport jusqu'aux feuilles

La plante régule la balance ionique pour maintenir un métabolisme normale ; l'absorption et la translocation des ions toxique comme ceux du $K^+$qui sont maintenus ou augmentés.(Ommamie., 2005)

### 3.3.6. Changement du cheminement photosynthétique

Pour tolérer le stress salin, les plantes doivent diminuer l'usage d'eau ; à cet effet, il y a des plantes comme les halophytes facultatives qui changent leur mode photosynthétique de C3 au CAM. Ce changement permet aux plantes de réduire l'eau perdue par l'ouverture nocturne des stomates, ce qui aide à diminuer l'eau perdue par transpiration. (Ommamie., 2005)

### 3.3.7. Induction des enzymes anti-oxydatives par salinité

Les enzymes anti-oxydatives, sont des éléments clef contre les réactions oxidatives destructives des cellules végétales. Parmi eux on trouve la catalase (CAT), la glutathione réductase (GR), la speroxide dismutase (SOD) et glutathion-S-transférase (GST). (Ommamie., 2005)

Chez *Vigna radiata* L. la carbonique inhydrase (CA), la catalase (CAT) et la ACCoxydase, sont des enzymes anti-oxydatives reliées respectivement aux processus de photosynthèse, de détoxification des espèces actives d'oxygène et de formation d'éthylène. (Syeed., 2004)

### 3.3.8. Induction des hormones par la salinité

Les niveaux hormonaux de l'ABA augmentent dans le cas de stress salin, jouant ainsi plusieurs rôles. Il est responsable de l'activation des gènes qui jouent un rôle important dans les mécanismes de la tolérance au sel chez le riz, comme il a un rôle dominant dans les réactions réversibles de la phosphorylation des protéines. Il accroit le niveau du $Ca^{2+}$ cytosolique et donc son pH, permettant ainsi de réguler l'absorption et le transport à travers les membranes ; contrairement, il réduit le niveau d'éthylène et l'abscission des feuilles, probablement par la décroissance de l'accumulation des ions toxiques de $Cl^-$dans les feuilles. En outre, c'est un inhibiteur du NaCl dans les réactions de la photosynthèse et la croissance (Ommamie., 2005). Une augmentation

de l'ABA dans la partie aérienne ou une réduction des concentrations en cytokinine, donne naissance à une croissance et une transpiration réduites. (Gregory., 2005)

On a également enregistré un haut niveau de jasmonate, médiateur de signalisation qui soutient les réactions de floraison et sénescence dans les conditions de stress salin. (Ommamie., 2005)

### 3.3.10. Les protéines LEA (late-embryogenesis-abundant)

Le stress osmotique, induit la synthèse des protéines (LEA) dans les tissus végétatifs, ce qui a pour effet la tolérance à la déshydratation des tissus végétatifs. Elles ont un rôle dans la détoxification et l'élévation des dommages causés par le stress salin. (Zhu *et al*., 2005 ; Seamen., 2004)

L'accumulation du niveau de ces protéines, est corrélée avec la tolérance au stress chez plusieurs espèces de végétaux. On pense que ces protéines ont un rôle protecteur sous stress osmotique. (Seamen., 2004)

Voici un schéma récapitulatif qui englobe les trois aspects les plus importants de la tolérance à la salinité chez les végétaux : l'homéostasie, la détoxification, le contrôle de croissance et les interconnections qui relient les uns aux autres. (Seamen., 2004) (Figure 9)

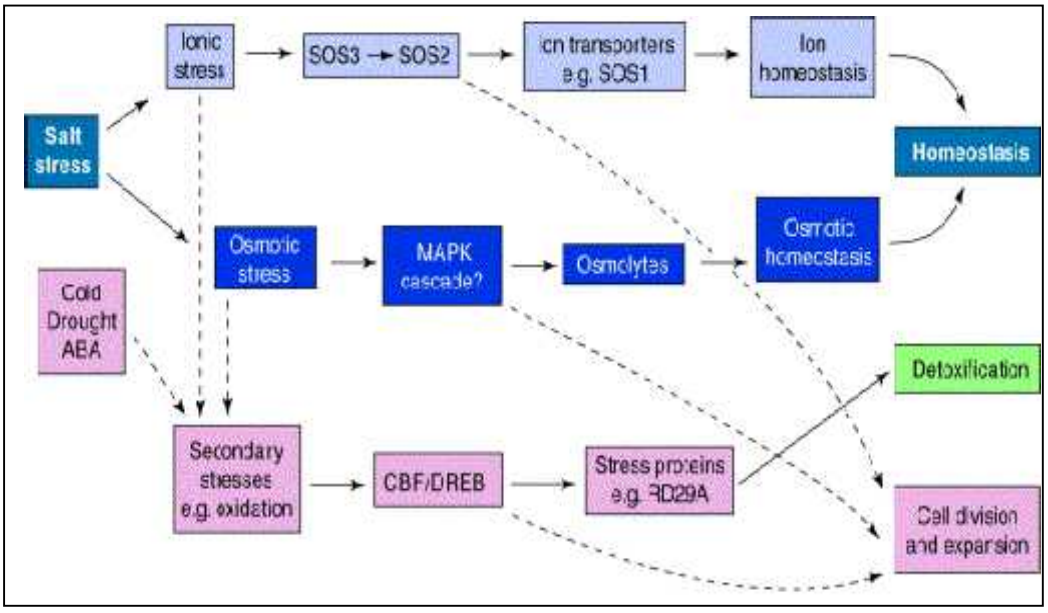



**Figure n° 9 :** Les trois voies de tolérance des plantes aux stress salin. (Seamen., 2004)

# Chapitre II :

## Poivron

# 1. Historique

## 1.1. Origine de poivron

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 *Capsicum annuum* L. est parmi les produits du nouveau monde, que C.Colomb a ramenés de son premier voyage en 1493**.**

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)

## 1.2. D'introduction du poivron

- **En Europe**

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 prés à la même époque, en Hongrie 20 ans plus tard. (Challali S)

- **En Algérie**

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

# 2. Définition

Les poivrons 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)

La présente norme vise les poivrons doux des variétés (cultivars) issues du *Capsicum annuum* L., destinés à être livrés à l'état frais au consommateur, à l'exclusion des poivrons doux destinés à la transformation industrielle.

Les poivrons doux se présentent sous de multiples couleurs, calibres et formes (allongés, carrés, plats).

Les figures 10 à 12 présentent des exemples de cette multiplicité.

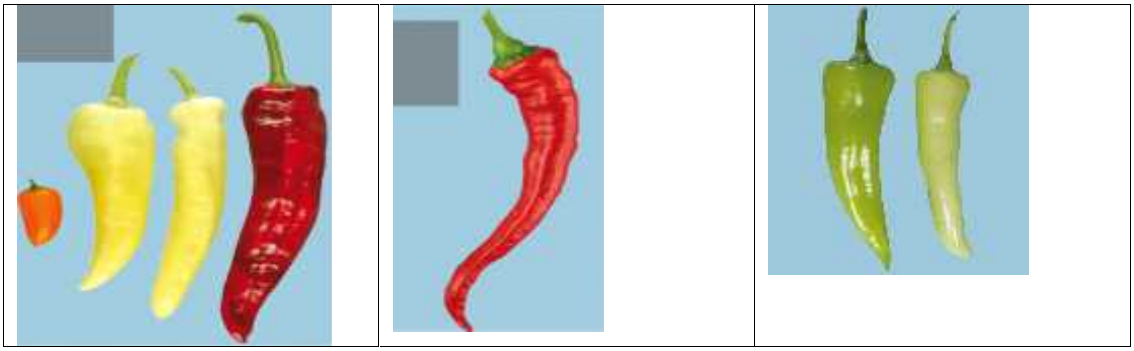


**Figure n°10:** poivrons doux allongés.

**Figure n°11:** poivrons doux carrés.

**Figure n°12:** poivrons doux plats (poivrons tomates ). (Nation unies., 2009)

## 3. 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
- Espece : *Capsicum annuum*L.
- Var : *Marconi*

  *Super marconi*

## 4. Culture traditionnelle de poivron

La culture traditionnelle du poivron se fait selon un calendrier de production spécifique. La graine est normalement semée par une entreprise spécialisée dans la production des plants. Lorsque le plant a entre 42 et 52 jours, celui-ci est introduit dans la serre sur le milieu de culture en place.

Traditionnellement, il ya ajout des conduites d'irrigation (solution nutritive) dans le substrat de culture et les conduites de gaz carbonique viennent alimenter le plant à la base. (Joey V.I., 2008)

## 5. Calendrier de production

Un calendrier de production typique est présenté ci-dessous et il dépendra des rendements souhaités par $m^2$. Ce calendrier représente un objectif de production cible de 25-é- kg /$m^2$, pour cette raison, la récolte des fruits se fera sur une période de 9 mois. Pour la première année d'une nouvelle serre, il est prudent de prévoir une récolte de l'ordre de 20 kg/$m^2$ en culture traditionnelle et de l'ordre de 15 kg/m en culture biologique. Ces rendements peuvent varier en fonction de la qualité de la serre et de l'expérience du chef de culture. (Joey V.I., 2008) (Tableau 6)

**Tableau n°6:** Calendrier de production. (Joey V.I., 2008)

| Oct | Nov | Déc | Janv | Fev | Mars | Avril | Mai | Juin | Juill | Aout | Sept | Oct | Nov | Dec | **Objectif de production** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | **25-26 (kg/m$^2$)** |

Semis, par entreprise externe.

Insertion des plants dans la serre.

Récolte des fruits.

Puisque l'éclairage est nécessaire au stade expérimental pour la culture du poivron, le calendrier de production suggéré prévoit une production de fruits principalement répartie sur une période semi-annuelle, lorsque le rayonnement solaire est suffisant , une section de la serre dédiée à une expérimentation de l'éclairage artificiel serait profitable à long terme pour la production , puisque si les résultats sont bons, il serait possible de produire des fruits sur une base annuelle. (Joey V.I., 2008)

## 6. Les maladies du poivron

### 6.1. Mycoses

#### 6.1.1. Moisissure grise

La moisissure grise peut infecter les feuilles, les tiges et les fruits du poivron de serre. Elle est commune et peut être grave dans les serres mal gérées. Cependant, elle ne cause pas de problèmes là où on observe des mesures prophylactiques et des pratiques culturales adéquates. Le *Botrytis cinerea* affecte plusieurs espèces végétales.

- **Symptômes**

Chez le poivron de serre, on note souvent les premiers symptômes lorsque les lésions étranglent les tiges qui alors s'affaissent. Les lésions sont vert olive, déprimées
et molles et à contours bien nets. Les lésions sur les feuilles et les tiges ressemblent à celles de la moisissure grise sur la tomate. La maladie débute habituellement dans la zone pédonculaire et peut envahir tout le fruit. La moisissure grise caractéristique causée par ce parasite se

développe sur des fruits endommagés, surtout si l'épiderme est déchiré à l'intérieur d'une lésion.

- **Moyens de lutte**

**Pratiques culturales :** Les épidémies peuvent être évitées en équilibrant le chauffage et la ventilation afin de maintenir l'humidité relative entre 70 et 80 %. Il est essentiel d'empêcher la formation de rosée sur les plantes qu'on ne doit jamais arroser par aspersion. La moisissure grise est une maladie favorisée par les températures froides (12 à 16°C); on doit donc maintenir une chaleur adéquate en évitant les grandes fluctuations de température qui entraînent la formation de rosée. On doit éliminer les débris de culture et les détruire, à moins qu'ils ne soient nécessaires à la survie d'agents de lutte biologique tels que l' *Encarsia fo1'mosa* Gahan, un parasite de l'aleurode des serres; dans ce cas, on doit les garder secs afin d'empêcher que le champignon ne les colonise et sporule. (Jarvis W.R., 1980)

### 6.1.2. Pourriture noire fusarienne

Le *Fusarium solani* attaque une grande variété de plantes, dont plusieurs cultures légumières. Plusieurs races physiologie que adaptées à des hôtes spécifiques ont été identifiées.

- **Symptômes**

Des lésions tendres, brun foncé ou noires apparaissent sur la tige, habituellement sur les nœuds ou les blessures. Ces lésions peuvent éventuellement se transformer en taches orange à rouges qui correspondent aux fructifications du champignon . Les lésions sur la tige peuvent entraîner la mort de la plante. Des lésions huileuses, qui prennent naissance dans la zone du calice, peuvent aussi apparaître sur les fruits.

Ces lésions grandissent, s'unissent et peuvent s'étendre sur les parois des fruits. Des conditions humides favorisent la croissance d'un mycélium abondant.

- **Moyens de lutte**

**Pratiques culturales :** Des mesures prophylactiques efficaces et un émondage sanitaire aident à lutter contre cette maladie. Les plantes et les fruits malades doivent être retirés de la serre et enfouis. Si la maladie sévit, on doit récolter les fruits verts. Il faut éviter de laisser

sécher la laine de roche en surface pour éviter les dépôts de sels minéraux autour de la base des tiges, ce qui favoriserait l'infection. À la fin de la saison de croissance, les serres doivent être nettoyées avec soin et désinfectées. Si les cultures poussent dans du sol, les planches doivent être décontaminées. Les substrats artificiels doivent être jetés loin de la serre ou enterrés. ( Booth C et Waterston J.M., 1964 )

### 6.2. Viroses

#### 6.2.1. Mosaïque de la tomate

La mosaïque de la tomate est une maladie généralement d'importance mineure chez le poivron de serre. Ce virus cause des symptômes qui ressemblent à ceux causés par la mosaïque du tabac. Le virus de la mosaïque de la tomate attaque aussi la tomate de serre. Des tests en laboratoire sont nécessaires pour différencier de façon formelle les souches du virus de la mosaïque du tabac de celles du virus de la mosaïque de la tomate. L'inoculation de plantes indicatrices contribue aussi au diagnostic.

- **Symptômes**

Les symptômes varient selon la température, la photopériode, l'intensité de la lumière, l'âge de la plante et le cultivar. En général, les plants de poivrons atteints par cette maladie présentent des symptômes de nécrose grave, d'abscission des feuilles, de mosaïque chronique et de rabougrissement.

- **Moyens de lutte**

Les moyens de lutte contre la mosaïque de la tomate chez le poivron de serre sont similaires à ceux utilisés chez la tomate de serre.

**Pratiques culturales :** Les producteurs doivent utiliser de la semence saine et traiter la semence afin de détruire le virus. On doit éliminer les plantes infectées et les débris de culture, et observer des mesures prophylactiques strictes. (Hollings M et Huttinga H., 1976)

#### 6.2.2. Mosaïque du tabac

Cette maladie se trouve sur le poivron de serre partout au monde, mais elle n'est pas très répandue au Canada. Le virus de la mosaïque du tabac affecte plus de 150 genres de plantes, surtout des dicotylédones herbacées telles que la tomate de serre.

- **Symptômes**

Les symptômes varient selon le cultivar, la souche de virus et les conditions envirnnementales. Sur le poivron de serre, les premiers symptômes de la maladie sont l'apparition de nécroses le long des nervures principales, le flétrissement et la défoliation des plantes. Les jeunes feuilles issues de bourgeons latéraux sont déformées et présentent une mosaïque, mais la maladie entraîne rarement la mort des plantes. Les fruits affectés sont marbrés et rudes en apparence, et des plages nécrotiques peuvent apparaître à la surface dans les cas graves.

- **Moyens de lutte**

**Pratiques culturales:** La plupart des recommandations de lutte formulées pour la tomate de serre s'appliquent aussi au poivron de serre.

**Cultivars résistants:** La plupart des cultivars de poivrons de serre sont sensibles au virus de la mosaïque du tabac. Cependant, il existe quelques cultivars résistants comme Cubico et Samantha. **(**Fletcher J.T., 1963)

### 6.3. Maladies non parasitaires

#### 6.3.1. Insolation

L'insolation affecte les fruits du poivron, surtout ceux qui approchent de la maturité. Des plages blanches et molles, qui plus tard deviennent légèrement déprimées, se développent sur les faces du fruit exposées au soleil. Les producteurs doivent laisser une quantité suffisante de feuilles pour ombrager les fruits, fournir aux plantes une source supplémentaire d'ombrage ou les vaporiser avec de l'eau à l'aide d'un brumisateur, surtout par temps chaud et ensoleillé.

#### 6.3.2. Nécrose apicale

La nécrose apicale est un problème physiologique très répandu chez le poivron et la tomate de serre. Elle est reliée à des stress environnementaux, surtout la sécheresse, des conditions très fluctuantes d'hygrométrie et une carence en calcium. Des taches huileuses, fermes et déprimées, qui plus tard brunissent ou noircissent et deviennent sèches, apparaissent dans la zone stylaire du fruit. Parfois ces taches peuvent pénétrer le fruit ou n'apparaître qu'à l'intérieur du fruit. Les producteurs doivent éviter aux plantes des stress inutiles en les arrosant régulièrement et en s'assurant que l'absorption du calcium est adéquate pendant la

fructification. On doit effectuer une analyse de sol avant de planter pour déterminer si celui-ci sera en mesure de fournir les quantités de calcium requises par la culture. **(**Bradfield E.G et Guttridge C.G., 1984)

### 6.4. Nématodes

#### 6.4.1. Nématode cécidogène du nord (nématode à galles du nord)

Dommages Le poivron, l'aubergine et la tomate sont très sensibles aux dommages causés par les nématodes cécidogènes; ces dommages incluent le rabougrissement, la chlorose, la sénescence précoce, la prolifération de radicelles et la production de petites galles sphériques sur les racines. Les plantes transplantées en serre peuvent être une source d'infection.

### 6.5. Insectes

#### 6.5.1. Puceron vert du pêcher

Le puceron vert du pêcher est un ravageur important du poivron de serre. La lutte contre cette espèce ainsi que d'autres espèces de pucerons qui s'attaquent au poivron de serre est difficile et coûteuse et des populations relativement petites peuvent causer des dommages économiques importants en sécrétant du miellat sur les fruits. Les plantes-hôtes à l'extérieur de la serre sont des sources de la forme ailée du puceron vert du pêcher qui entrent par les prises d'air et les autres ouvertures. Les producteurs qui font chevaucher la production de plants avec la fin de la culture précédente se rendent souvent compte que le puceron est déjà bien établi sur les nouveaux plants au moment de la transplantation. Des clones du puceron se reproduisent par parthénogénèse à l'année longue.

- **Moyens de lutte**

**Dépistage :** Les producteurs doivent commencer le dépistage lorsque les plantes sont petites. La détermination de seuils d'intervention pour le poivron de serre est difficile, car la distribution des pucerons dans la serre n'est généralement pas uniforme. Cependant, l'accumulation de miellat commence à avoir un impact économique important dès que le nombre de pucerons dépasse cinq par feuille. On recommande de prélever une fois par semaine, de façon aléatoire, un échantillon composé d'une feuille récoltée dans le haut, le milieu et le bas d'une même plante; 60 plantes par hectare, réparties uniformément dans la serre, doivent ainsi être échantillonnées.

Les feuilles récoltées sont ensachées individuellement; les pucerons, les œufs et les larves des prédateurs , et les cocons de parasites non émergés sont dénombrés ultérieurement à l'aide d'une loupe.

**Lutte biologique:** Au Canada, on pratique la lutte biologique contre ce puceron depuis 1986 et elle est devenue répandue dans les cultures de poivrons de serre. Pour obtenir les meilleurs résultats possibles, les producteurs doivent combiner des lâchers précoces d'un petit nombre d'une guêpe parasite, *l'Aphidius matricariae* à des introductions plus importantes de la cécidomyie *Aphidoletes aphidimyza* ,en mars, au moment où les populations de pucerons commencent à augmenter rapidement. Les guêpes sont libérées à raison d'une guêpe pour 20 plantes aussitôt qu'un puceron est détecté, puis à toutes les semaines pendant deux à trois semaines. Les libérations de cécidomyies se font à raison d'une cécidomyie par petit plant de poivrons lorsque les populations de pucerons dépassent en moyenne un puceron par feuille inférieure et se poursuivent chaque semaine pendant deux à trois semaines. Sur les plantes plus avancées, ou lorsqu'il y a plus de trois pucerons par feuille, on doit augmenter les lâchers à deux cécidomyies par plante.

**Lutte chimique :** La fumigation et les pulvérisations sont des moyens de lutte efficaces. Habituellement, les traitements sont appliqués à intervalles de trois à quatre semaines pendant toute la saison de croissance.

- **Autres insectes**

- ✓ Chenilles (arpenteuses et autres chenilles).
- ✓ Mineuses.
- ✓ Mineuse du chrysanthème *Liriomyza trifolii* (Burgess).
- ✓ Mineuse maraîchère *Liriomyza sativae* Blanchard.
- ✓ Puceron du melon (puceron du coton) *Aphis gossypii* Glover.
- ✓ Punaises *Lygus* spp.
- ✓ Thrips de l'oignon *Thrips tabaci* Lindeman.
- ✓ Thrips des petits fruits (*Frankliniella occidentalis*).
- ✓ Anthonome du poivron (*Antllonomus eugenii )* .

Pour en savoir plus sur ces ravageurs qui ne se trouvent que sporadiquement sur le poivron de serre. (Gilkeson, L.A., 1990)

### 6.6. Acariens

#### 6.6.1. Tétranyque à deux points

On trouve le tétranyque à deux points partout où l'on cultive le poivron de serre. Dommages Le tétranyque à deux points est un ravageur commun du poivron de serre qui peut causer de graves dommages à la culture lorsqu'il n'est pas combattu. Les symptômes sont sensiblement les mêmes que sur le concombre de serre, mais les infestations précoces et les dommages foliaires sur le poivron sont difficiles à détecter. À la différence du concombre, des infestations importantes ne tuent pas les plants de poivron, mais peuvent entraîner d'importantes diminutions de rendement.

- **Moyens de lutte**

La lutte dans les serres nécessite une combinaison de pratiques culturales et de lutte biologique, car il n'existe pas de pesticides homologués pour le poivron de serre.

**Dépistage** : Le système décrit pour le concombre de serre peut être appliqué, mais des seuils d'intervention précis n'ont pas été déterminés pour le poivron de serre.

**Lutte biologique :** Le tétranyque à deux points peut être réprimé efficacement par l'acarien prédateur phytoséiide *Phytoseiulus persimilis*. (Shipp J.L., 1991)

# Chapitre III :

## Matériels et Méthode

## 1. L'objectif

Cette étude a été menée dans le but de déterminer les changements morphologique de deux variétés de poivron doux (*Marconi et Super marconi*), soumises l'effet des différentes concentrations salines.

## 2. Matériel utilisé

- ✓ **Matériel végétal:** Les graines du poivron *Marconi* et *Super marconi* sont semés durant l'année 2014/1015 dans la serre de centre universitaire de Mila dans la Wilaya de Mila, sous des conditions semi-contrôlées.
- ✓ **Les pots:** Nous avons utilisé des pots en plastiques remplis de terre végétale.

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

- ✓ **Le sol:** 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 solutions salines:** Les plantes des deux variétés sont soumises aux différents traitements de NaCl :
    - $S_0$ correspond à une concentration en NaCl de 0 mMol /l (témoin).
    - $S_1$ correspond a une concentration en NaCl de 25 mMol/ L.
    - $S_2$ correspond a une concentration en NaCl de 50 mMol/ L.
    - $S_3$ correspond a une concentration en NaCl de 150 mMol / L.

## 3. Le dispositif expérimental

Nous avons placés trois répétition de chaque variété de poivron doux (*Marconi* et *Super marconi*) dans les pots au niveau de la serre avec un arrosage régulié par différentes concentrations salines à une période des deux mois.

Le dispositif expérimental des deux variétés *Marconi* (M) et *Super marconi* (Sp) comprend quatre traitements avec trois répétitions. (tableau 7) (photo 1)

**Tableau n° 7 :** Le dispositif expérimentale des deux variétés *Marconi* (M) et *Super Marconi* (Sp) :

| | **M** | | | | **Sup** | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Concentration / Répétition** | **$S_0$** | **$S_1$** | **$S_2$** | **$S_3$** | **$S_0$** | **$S_1$** | **$S_2$** | **$S_3$** |
| **1** | **$1MS_0$** | **$1MS_1$** | **$1MS_2$** | **$1MS_3$** | **$1SpS_0$** | **$1SpS_1$** | **$1SpS_2$** | **$1SpS_3$** |
| **2** | **$2MS_0$** | **$2MS_1$** | **$2MS_2$** | **$2MS_3$** | **$2SpS_0$** | **$2SpS_1$** | **$2SpS_2$** | **$2SpS_3$** |
| **3** | **$3MS_0$** | **$3MS_1$** | **$3MS_2$** | **$3MS_3$** | **$3SpS_0$** | **$3SpS_1$** | **$3SpS_2$** | **$3SpS_3$** |

***Marconi* (M)** ***Super marconi* (Sup)**

**Photo n°1:** Le dispositif expérimentale des deux variétés *marconi* (M) et *Super marconi* (Sup).

## 4. Les paramètres morphologiques étudiés

Les plantes sont traitées pendant deux mois**,** à la fin on procède au mesure des paramètres morphologiques.

### 4.1. Mesure de plastochrom index (PI)

Nous avons appliqué l'équation de la Warren et Richard (1976) pour déterminé la sensibilité de dôme apical et les feuilles au traitements salins dans la phase de la croissance de la plantule des deux génotypes de poivron doux *Capsicumm annuum*L..

$$PI = n + \frac{\log(\text{longueur } n) - \log(\text{longueur reff})}{\log(\text{longueur } n) - \log(\text{longueur } n+1)}$$

- ✓ **n :** nombre des feuilles moyenne.
- ✓ **reff :** 15 cm.

### 4.2.Calcul l'epinastie (Ep)

Nous avons calculer l'inclination le plus et moins tendu et appliqué l'équation de Youssef (2000) .

$$Ep = Ep_{ns} - Ep_{s}$$

- ✓ **$Ep_{ns}$ :** La grande d'inclination d'angle des feuilles avec les tiges.
- ✓ **$Ep_{s}$ :** L'inclination d'angle des feuilles moyenne avec les tiges.

### 4.3. Comptage du nombre des feuilles

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

### 4.4. Mesure de la partie aérienne et souterraine (LPA, LPS)

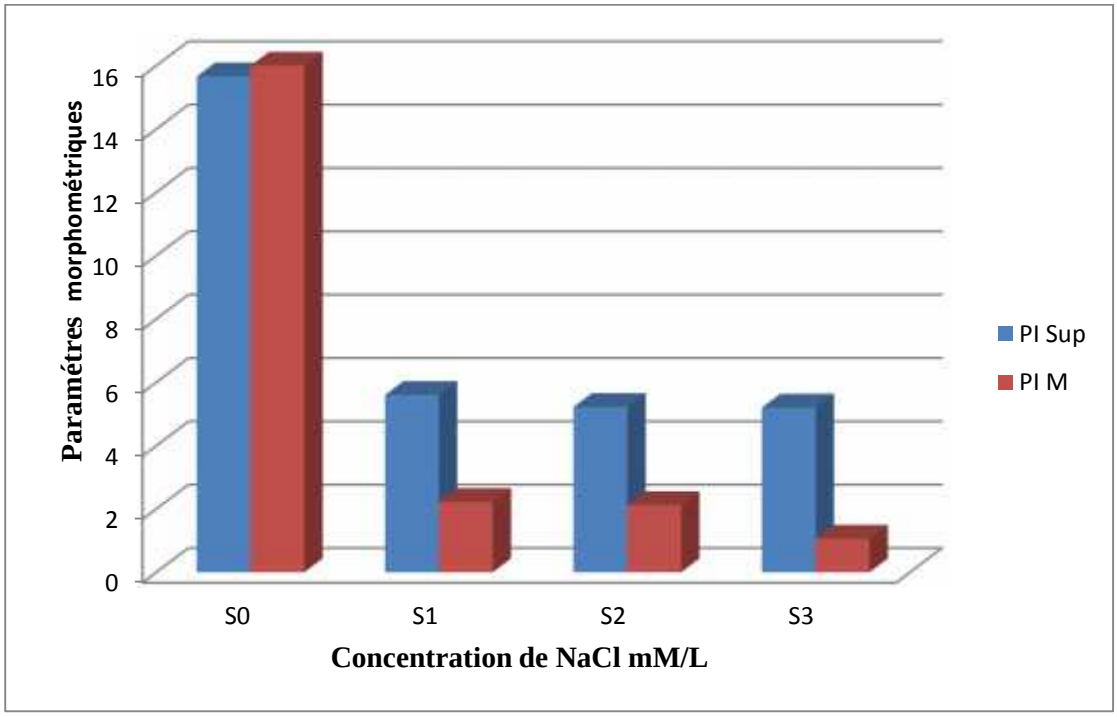
Vers la fin du traitement on enlève les plantes du pot, on la lave et on procède à la mesure de longueur de chaque partie (la partie aérienne de la partie racinaire) avec une règle graduée durant la phase de croissance des plantule chez le poivron doux *Capsicum annuum* L..

### 4.5. Analyse statistique

le programme Excel state 2008 a été utilisé pour réaliser toutes les analyses de la variance ainsi que le test de New- man keuils ($\alpha = 0.05$) afin de comparer les moyennes entre les échantillons témoins et ceux traités pour chaque paramètre analysé.

# Chapitre IV :

## Résultats et Discussion



# 1. Résultats

La salinité affecte sur la croissance et le développement des végétaux. Dans notre étude, nous nous sommes intéressé en premier lieu à l'effet des différentes concentrations de NaCl (0 mM/L, 25 mM/L, 50 mM/L, 150 mM/L ) sur la croissance et le développement de deux variétés ( *Marconi* et *Super marconi* ) du poivron doux (*Capsicum annuum* L.) Pour y parvenir, nous avons mesuré des paramètres morphologiques tels que la longueur des tiges et des racines et leurs rapports respectifs.

## 1.1. Effet de la salinité sur les paramètres morphologiques

Les résultats de l'analyse de la variance et le test de NEMEN-KEULS (Tableau08) et (figure 13-17) ,on révélé l'existence d'un effet non significatif de NaCl sur la longueur de tige(LT) ,longueur des racines(LR) et nombres des feuilles (NF) respectivement avec un p=0.691 et p=0.980 et p=0.285.Est un effet très significatif de NaCl sur l'epinastie (Ep) et plastochrom index(PI) respectivement avec un p=0.002 et p=0.001.

**Tableau n°8: Effet de la salinité sur les paramètres morphologiques chez deux variétés da( *Capsicum annuum* L.) durant la phase de plantule**

| Les paramètres | LT | LR | NF | Ep | PI |
|---|---|---|---|---|---|
| SUP/ M | | | | | |
| F | 0.675 | 0.188 | 1.518 | 10.000 | 13.497 |
| Pr≥F | 0.691 | 0.980 | 0.285 | 0.002 | 0.001 |
| Significatif | Non | Non | Non | Oui | Oui |

Ces résultats sont confirmes par les différentes groupes homogènes du test de NEWMAN-KEULS au seuil de (5%).

### 1.1.1. Plastochrom Index (PI)

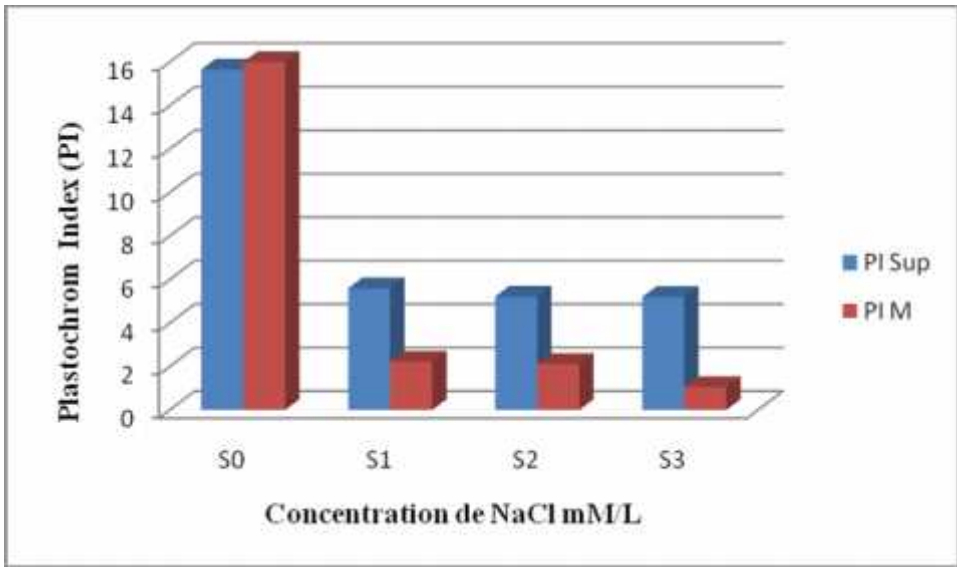



**Figure n°13:** Effet la salinité sur plastochrom index de deux variétés du poivron doux dans la phase de croissance.

La salinité a un effet négatif sur le PI qui a travaillé sur diminution progressive de cet paramètre, où il était moins de valeur dans la concentration élevée en S3 (PI=1,06 de M et PI= 0,98 de Sup) et la plus grande valeur en S0 (PI=16 de M et PI= 15,66 de Sup).

Nous avons observé également le comportement des deux variétés est différent dans tout les concentrations de NaCl, mais la variété de Sup c'est la plus résistance que la variété de M. (Figure 13)

### 1.1.2. L'épinastie (EP)

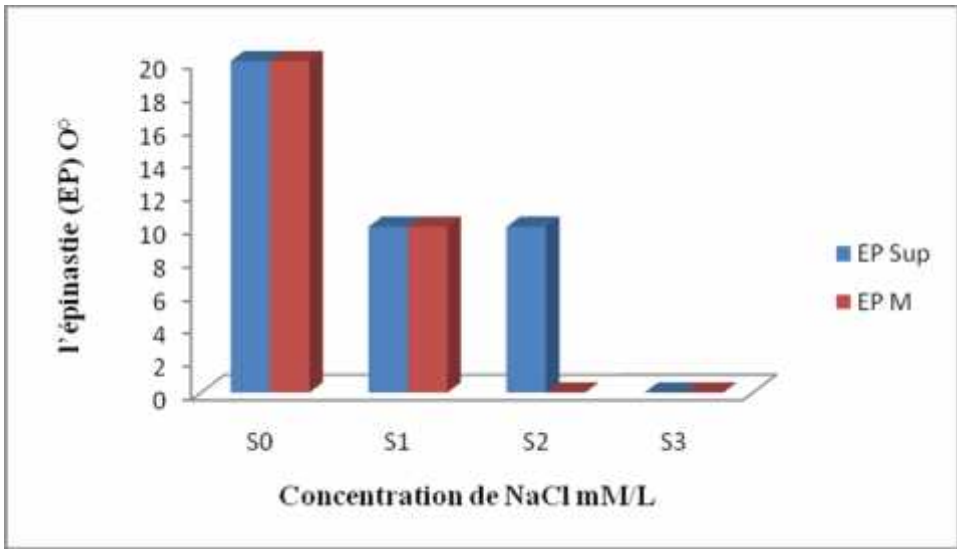



**Figure n°14 : Effet la salinité sur l'épinastie de deux variétés du poivron doux dans la phase de croissance**

.

La salinité affecte négativement sur l'EP où le comportement des deux variétés est semblable dans les concentrations S0, S1, S3 et très disparate en S2.

Le moins valeur de EP de la variété M observé dans les concentrations S2 et S3 (EP=0°) cependant chez la variété Sup dans la concentration S3 (EP=0°) et la plus grande valeur de deux variétés observé dans S0 (E P=20°).

Nous avons observé que le comportement des deux variétés est semblable dans les concentrations (S0et S1) et différant dans les concentrations (S2 etS3). Mais la variété de Sup c'est la plus résistance que la variété de M. (Figure 14)

### 1.1.3. Le nombre des feuilles (NF)

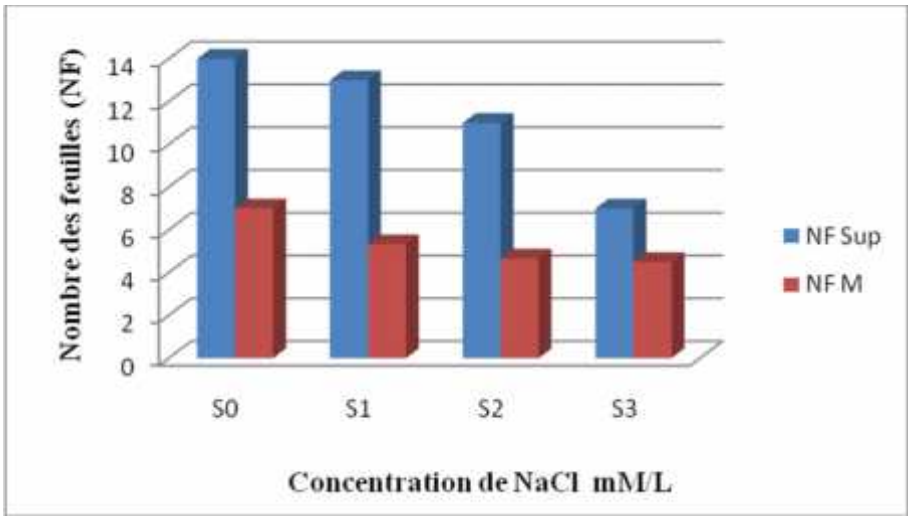



**Figure n°15 : Effet de la salinité sur le nombre des feuilles dans la phase de croissance.**

La salinité affecte sur les nombres des feuilles d'un impact clair dans les deux variétés, diminution les nombres des feuilles résulte de l'augmentation de la concentration NaCL (relation inverse) où le moins valeur observé dans la concentration S3 (NF=4) et la plus grande valeur en S0 (NF=7). (Figure 17)

Nous avons observé également le comportement des deux variétés est différent dans tout les concentrations de NaCl, mais la variété de Sup c'est la plus résistance que la variété de M. (Figure 15)

### 1.1.4. Longueur des tiges (LT)

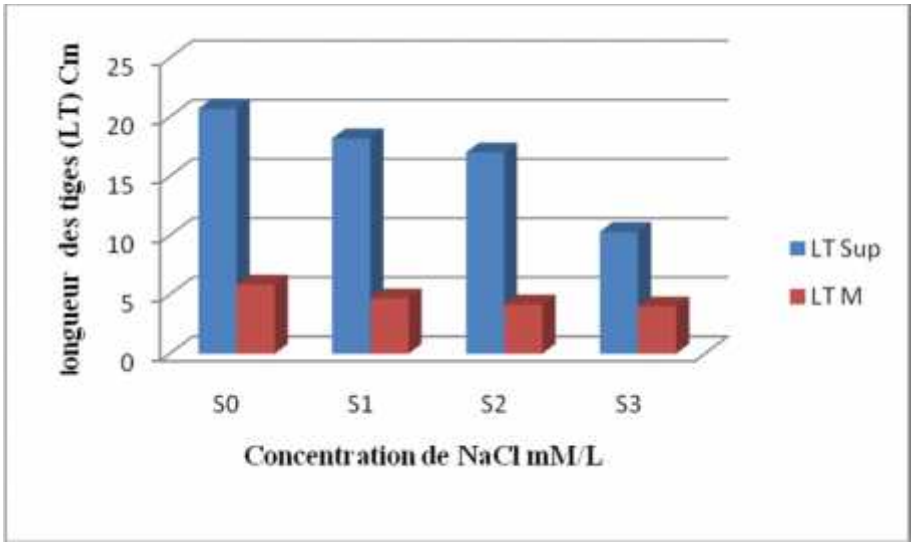



**Figure n°16 : Effet de la salinité sur la longueur des tiges dans la phase de croissance.**

La salinité cause la diminution de la longueur des tiges dans les deux variété , où il était moins de valeur dans la concentration en S3 (LT=4cm de M et LT=10,3cm de Sup) et la grande valeur en S0 (LT=5,83cm de M et LT=20,7cm de Sup) et le comportement des deux variétés très disparate dans la réponse en stress salin. (Figure 18)

le comportement des deux variétés est différent dans tout les concentrations de NaCl, et la variété de( Sup ) plus résistance que la variété ( M). (Figure 16)

### 1.1.5. Longueur des racines (LR)

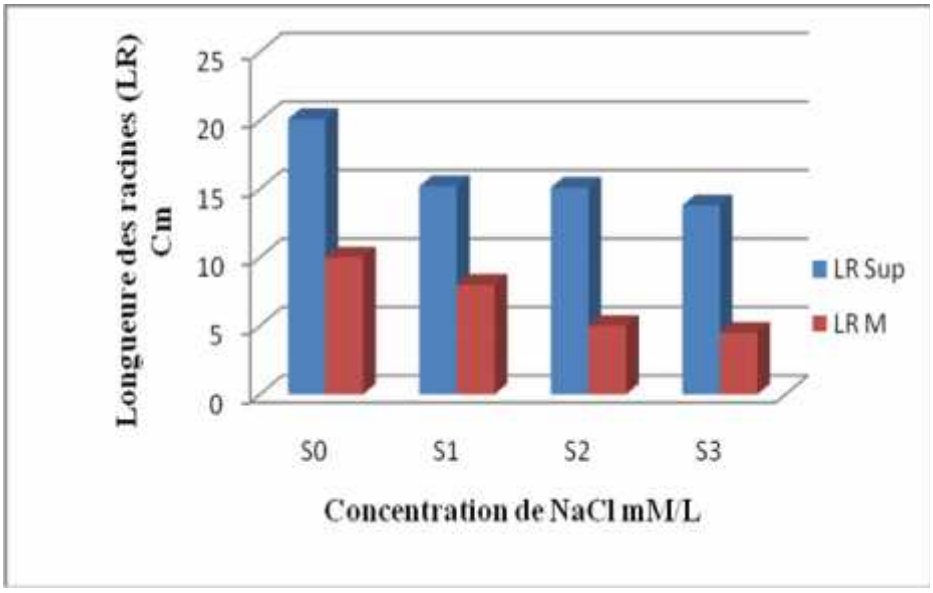
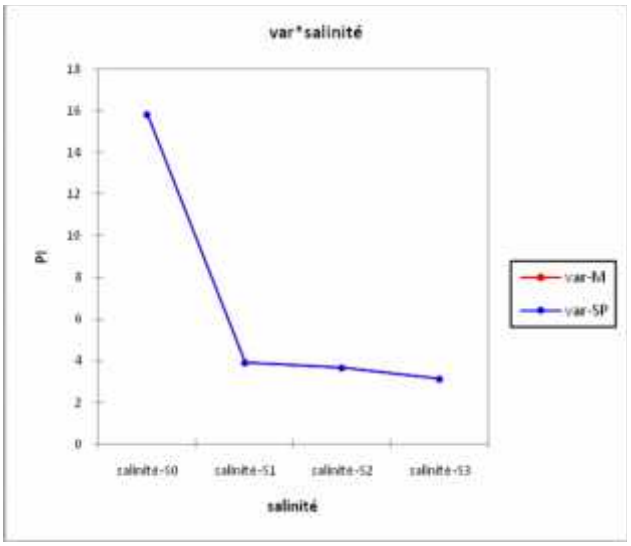


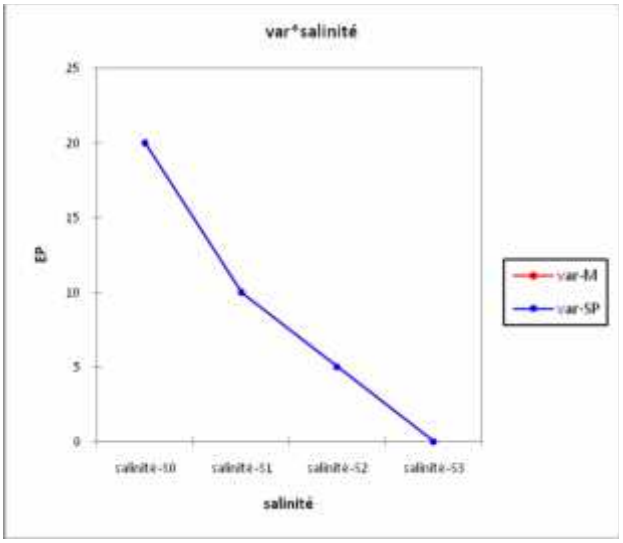

**Figure n°17: Effet de la salinité sur la longueur des racines dans la phase de croissance.**

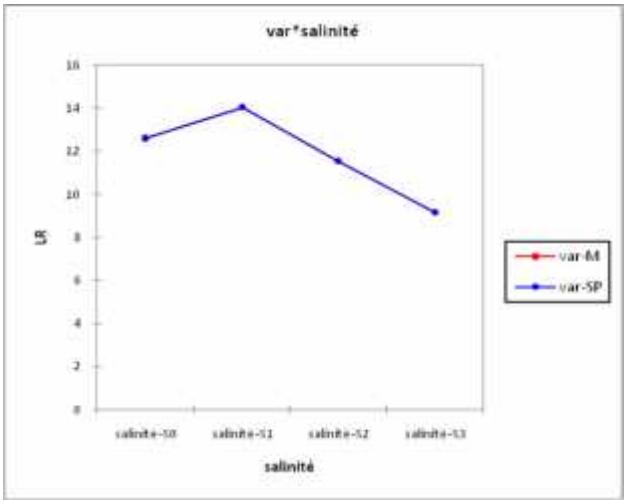
La salinité affecte sur la longueur des racines d'un impact clair dans les deux variétés, l'augmentation de la concentration NaCl cause la diminution de longueur des racines (relation inverse), où le moins valeur observé de deux variété dans la concentration S3 (LR=4,5cm de M et LR=13,8cm de Sup) et la plus grande valeur en S0 (LR=10cm de M et LR=20,1cm de Sup). (Figure 19)

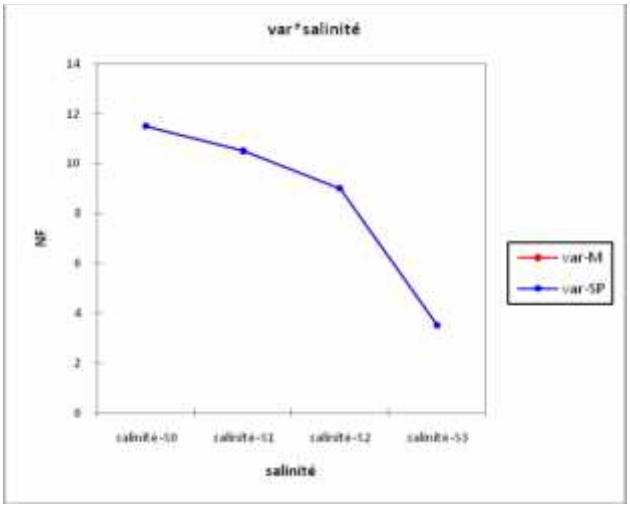
Nous avons observé le comportement des deux variétés (Sup et M) est différent dans tout les concentrations salins, mais la variété (Sup ) c'est la plus résistance que la variété (M). (Figure 17)

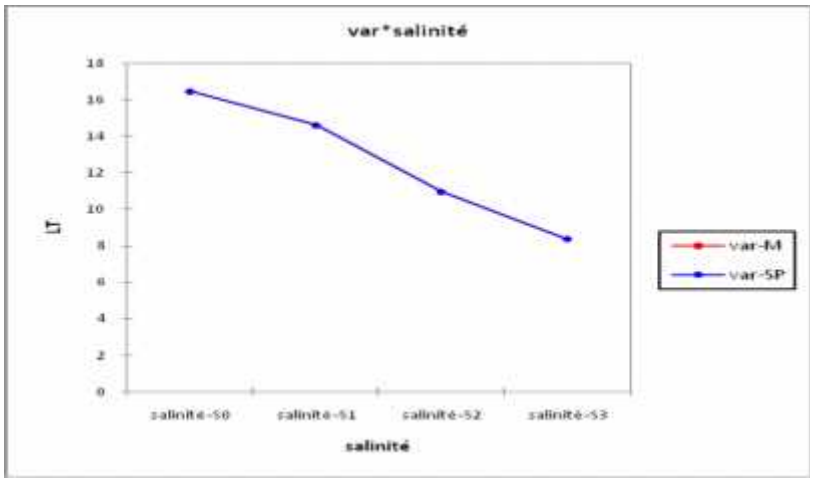
**1.2. Effet de l'nteraction entre la salinité et variete sur les parametres morphologiques testés (tablaux 9):**



**Tablaux n°9 : Analyse des différences (var*salinité )entre les modalités avec un intervalle de confiance à 95% Newman-Keuls (SNK).**

| Contraste | Différence | Différence standardisée | Valeur critique | Pr > Diff | Significatif |
|---|---|---|---|---|---|
| var-SP*salinité-S3 vs var-M*salinité-S0 | 4,400 | 0,790 | 3,957 | 0,989 | Non |
| var-SP*salinité-S3 vs var-SP*salinité-S0 | 4,400 | 0,790 | | | Non |
| var-SP*salinité-S3 vs var-M*salinité-S1 | 2,800 | 0,503 | | | Non |
| var-SP*salinité-S3 vs var-SP*salinité-S1 | 2,800 | 0,503 | | | Non |
| var-SP*salinité-S3 vs var-M*salinité-S2 | 2,150 | 0,386 | | | Non |
| var-SP*salinité-S3 vs var-SP*salinité-S2 | 2,150 | 0,386 | | | Non |
| var-SP*salinité-S3 vs var-M*salinité-S3 | 0,000 | 0,000 | | | Non |
| var-M*salinité-S3 vs var-M*salinité-S0 | 4,400 | 0,790 | 3,818 | 0,980 | Non |
| var-M*salinité-S3 vs var-SP*salinité-S0 | 4,400 | 0,790 | | | Non |
| var-M*salinité-S3 vs var-M*salinité-S1 | 2,800 | 0,503 | | | Non |
| var-M*salinité-S3 vs var-SP*salinité-S1 | 2,800 | 0,503 | | | Non |
| var-M*salinité-S3 vs var-M*salinité-S2 | 2,150 | 0,386 | | | Non |
| var-M*salinité-S3 vs var-SP*salinité-S2 | 2,150 | 0,386 | | | Non |
| var-SP*salinité-S2 vs var-M*salinité-S0 | 2,250 | 0,404 | 3,654 | 0,998 | Non |
| var-SP*salinité-S2 vs var-SP*salinité-S0 | 2,250 | 0,404 | | | Non |
| var-SP*salinité-S2 vs var-M*salinité-S1 | 0,650 | 0,117 | | | Non |
| var-SP*salinité-S2 vs var-SP*salinité-S1 | 0,650 | 0,117 | | | Non |
| var-SP*salinité-S2 vs var-M*salinité-S2 | 0,000 | 0,000 | | | Non |
| var-M*salinité-S2 vs var-M*salinité-S0 | 2,250 | 0,404 | 3,455 | 0,993 | Non |
| var-M*salinité-S2 vs var-SP*salinité-S0 | 2,250 | 0,404 | | | Non |
| var-M*salinité-S2 vs var-M*salinité-S1 | 0,650 | 0,117 | | | Non |
| var-M*salinité-S2 vs var-SP*salinité-S1 | 0,650 | 0,117 | | | Non |
| var-SP*salinité-S1 vs var-M*salinité-S0 | 1,600 | 0,287 | 3,203 | 0,991 | Non |
| var-SP*salinité-S1 vs var-SP*salinité-S0 | 1,600 | 0,287 | | | Non |
| var-SP*salinité-S1 vs var-M*salinité-S1 | 0,000 | 0,000 | | | Non |
| var-M*salinité-S1 vs var-M*salinité-S0 | 1,600 | 0,287 | 2,858 | 0,956 | Non |
| var-M*salinité-S1 vs var-SP*salinité-S0 | 1,600 | 0,287 | | | Non |
| var-SP*salinité-S0 vs var-M*salinité-S0 | 0,000 | 0,000 | 2,306 | 1,000 | Non |

### 1.3. Corrélation entre les paramètres morphologiques des deux variétés testés dans les conditions salines

D'apré l'analyse en composant principales (ACP) ,la (figure 15),expliquent clairement la corrélation entre les différents paramètres dans les conditions salines.

Ces résultats montrent que nombres des feuilles est corrélée positivement avec l'axe F1 qui représente le degré de la salinité, donc nombres des feuilles augment relativement avec l'augmentation de la salinité.

Avec l'axe F2 l'epinastie et Plastochrom Index sont corrélé positivement donc 'augmentation du sel cause une augmentation des taux de ces deux dernier (Tableau10).

**Tableau n°10 : Matrice de corrélation entre les paramètres morphologiques chez deux variétés de poivron doux.**

| Variables | LT | NF | LAF | EP | LR | PI | LF |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| LT | **1** | **0,885** | **-0,692** | 0,415 | **0,865** | **0,595** | 0,255 |
| NF | **0,885** | **1** | **-0,761** | **0,533** | **0,836** | **0,578** | 0,222 |
| LAF | **-0,692** | **-0,761** | **1** | -0,179 | **-0,844** | **-0,538** | **-0,723** |
| EP | 0,415 | **0,533** | -0,179 | **1** | 0,123 | **0,776** | **-0,500** |
| LR | **0,865** | **0,836** | **-0,844** | 0,123 | **1** | 0,344 | **0,622** |
| PI | **0,595** | **0,578** | **-0,538** | **0,776** | 0,344 | **1** | -0,025 |
| LF | 0,255 | 0,222 | **-0,723** | **-0,500** | **0,622** | -0,025 | **1** |

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

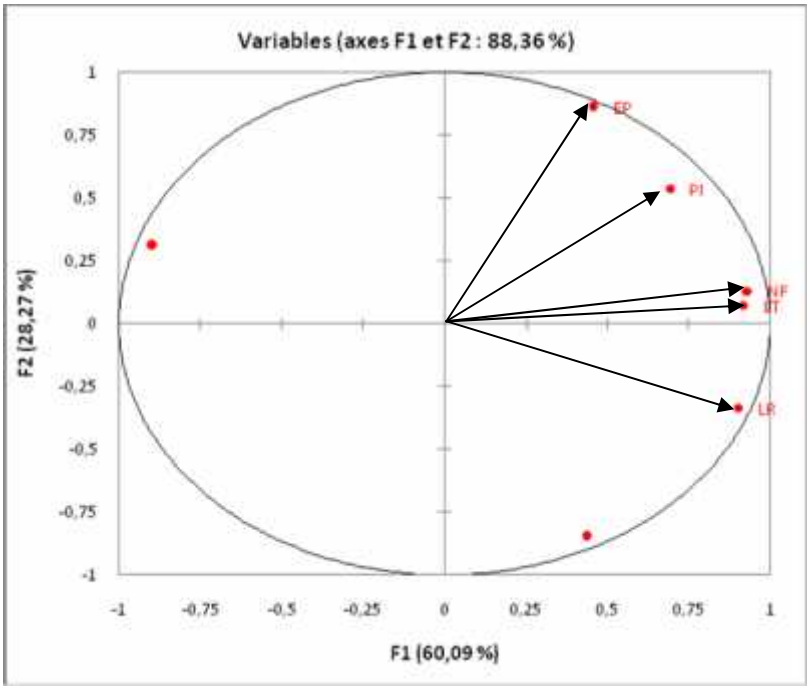



**Figure n°18 :** Cercl des correlation des variables étudiée durans la phas de croissance vegetatif

### 1.4.les differents groupes homogenes du test de Newman-Keuls (SNK) :

#### A.Effets de la variété :

Les resultats présentée dans le tablaux(11) , ne montre pas une difference entre les deux varietes (Sup et M).

**Tableau n°11 : la séparation des groupes selon le test de NEWMAN-KEULS au seuil de (5%) sur l'effet de les variétées testé.**

| Varietes | Moyenne estimée | Groupes |
|---|---|---|
| var-M | 12.588 | A |
| var-Sup | 12.88 | A |

**B. L'effet de la salinité :**

Les resultats présentée dans le tablaux(12) , montre une difference entre les quatre concentration de NaCl.

**Tableau n°12 :la séparation des groupes selon le test de NEWMAN-KEULS au seuil de (5%) sur l'effet de la salinité sur les variétées testé.**

| Modalité | Moyenne estimée | Groupes |
|---|---|---|
| S0 | 20,000 | A |
| S1 | 10.00 | B |
| S2 | 5.00 | B-C |
| S3 | 0.00 | C |

**C. L'effet de l'interaction variété/ salinité :**

Les resultats présentée dans le tablaux(13) , ne montre pas une difference de l'interaction **variété/ salinité.**

**Tableau n°13 : la séparation des groupes selon le test de NEWMAN-KEULS au seuil de (5%) sur l'effet de la salinité sur les variétés testé.**

| **Les variétés** | **Les concentrations** | | | |
|---|---|---|---|---|
| | S0 | S1 | S2 | S3 |
| | A*A**A*** | ABA | ABA | ACA |
| | AAA | ABA | ACA | ACB |

* : l'effet variété

** : l'effet salinité

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

## 2. Discussion

Le comportement des deux espèces de poivron doux (*Marconi* et *Super marconi*) a été évalué à travers différents paramètres (morphologiques, anatomiques, et nutritionnels) sous stress salin au NaCl.

Les résultats ont indiqué que la salinité diminue considérablement la croissance générale de la plante ( la croissance et le rendement en feuilles ,Longueur des tiges et des racines) et retarde la floraison de cette plante.

- **Effets du la salinité sur les paramètres morphologiques de la partie aérienne**

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 confirment 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 la Youssef (2000).

La longueur des tiges est également affecté significativement par le stress salin, une nette réduction de la croissance en longueur des tiges confirment 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.

❖ **Effet de la salinité sur les paramètres morphologiques de la partie racinaire :**

Les racines représentent les organes qui sont en contact direct avec le milieu où s'accumule 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 affecté 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) .

En fin selon les paramètres morphologiques étudiée peut être classé le poivron doux avec les plantes semi-sensible à la salinité et la variété de *Super marconi* plus résistance que la variété de *Marconi*.

# Conclusion

La salinité est une contrainte majeure qui affecte la croissance et le développement des plantes surtout dans les régions arides et semi-arides qui souffrent des problèmes de la salinisation des sols.

Elle se manifeste au niveau de la plante entière à des degrés variables, mais sont plus perceptibles à l'échelle anatomique et nutritionnelle. D'autre part, les conséquences de l'intensité de la salinité révèlent une bonne tolérance et une hétérogénéité d'expression par rapport aux deux espèces de poivron doux. La réponse varie d'un organe à un l'autre, d'une espèce à l'autre, selon la nature et l'intensité du stress.

Notre travaille comprend l'étude deux variétés des poivrons doux (*Capsicum annuum* L. ) *Super marconi* et *Marconi* sous des conditions salines pour connaitre la différence de leur réponse et déterminer la notion de la résistance et la sensibilité de la salinité.

Nous avons étudié plusieurs paramètres morphologiques, sur les feuilles, les racines et les tiges dans la phase de la croissance végétative de la plante.

Les résultats présentent des différences et des ressemblances entre les deux variétés (*Super marconi* et *Marconi)* durant les traitements salins.

La salinité diminue généralement les paramètres morphologiques étudier ( la longueur des tiges, des racines, les nombres des feuilles , plastochrom index et l'epinastie) surtout dans la concentration salin (S3=150mM/L).

Enfin on peut conclure que :

- la variété *Super marconi* (Sup) plus tolérante à la salinité comparant à la variété *Marconi*(M).

- Il serait intéressant dans un accord de futur par une mobilisation de connaissances et de techniques dans des domaines aussi variés que l'agronomie, la physiologie, la génétique et les biotechnologies mettre tous ces outils pour l'amélioration de la tolérance à la salinité qui peuvent nous amener à maitrisé considérablement l'efficacité de la sélection variétale génotypique.

1. **Abdelly C., 2006 :** Caractérisation des halophytes pour le dessalement des sols salins et letraitement des eaux salines. Rapport d'activités 2007. Centre de biotechnologie à la technopoledeBorj-Cedria, Tunisie. P28- 31.
2. **Adel J et Bader J., 2002:**Studies of some traits related to salinity tolerance in bread wheat*(Triticumaestivum*L.*).* Proceeding of the International Symposium on optimum resourcesutilization in salt-affected Ecosystems in arid and semi-arid regions, Cairo, Egypt. p102
3. **Alem C., 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, No. 1. P20- 31.
4. **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 dédésertification et l'écologie des zones arides (Téhéran 26février- 4mars 1975) .p22-27.
5. **Antipolis S., 2003 :**Les menaces sur les sols dans les pays Méditerranéens. Les cahiers du plan bleu, Vol.2 .p44-49.
6. **Antipolis S., 2003:** Les cahiers du plan bleu 2. Les menaces sur les sols dans les pays méditerranéens Etude bibliographique. P71.
7. **Ashraf M., Foolad M. R. (2007):** Role of glycine betaine and protein in improving plant abiotic stress resistance. Environmental and Experimental Botany. 59. P206-216.
8. **Ashraf M et Harri S., 2004:** Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants.Plant Sci., 166. p3-6.
9. **Ashraf M et Rasul E., 1988 :** Salt tolerance of MungBEAN (*Vigna radiata* (L) Wliczek) at tho grwth stages . Journal Plant And Soil. V 10, n° 01. p63 -67.
10. **Asloum H., 1990:** Elaboration d'un système de production maraîchère (Tomate, *Lycopersicum 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. p24- 32.
11. **Bayuelo J et al ., 2002**:Salinity tolerance of Phaseolus species during germination and early seedling growth. Crop Sci., 2184-2192.
12. **Ben khaled L., Gomez A.M., Oihabi A., Honrubia M., 2003 :** Effet du stress salin en milieu hydroponique sur le tréfle inoculé par le rhizobium. Agronomie. 23. P553-560.

13. **Bennabi F., 2005:** Métabolisme glucidique et azote chez une halophyte (*Atriplex halimus* L.) stressée a la salinité. Mémoire de magistère en physiologie végétale, Université Es-Senia, Oran . P136.
14. **Ben Nacer M., Cheikh-M'hamed H., Maalem S., Rahmoune C., 2005:** Les indicateurs Précoces de la tolerance à la salinité les Colloque Euro-méditérranéen de biologie Végétale et Environnement, Annaba 28-30 Novembre 2005.
15. **Ben Naceur M., Ben Salem M., Rouissi M., El Berji Z., et Rahmoune C. (2002)** Influence du manque d'eau sur le comportement écophysiologique de quatre variétés de blé dur. Annalesde l'INRGEF. Vol. 5. p133-152.
16. **Benzellat B., 2011 :** Contribution à l'amélioration des rendements des plantes cultivées en sols salés, Mémoire de Magister en Sciences Agronomiques , Tlemcen. p21-25,56-57.
17. **Berthomieu P., Conejero G., Nublat A., Brachenbury W.J., Lambert C., Savio C., Uozumi N., Oiki S., Yamada K., Cellier F.,Gosti F., Simonneau T., Essah P.A. , Tester M.,Very A.A., Sentenac H., Casse F., 2003:** Functional analysis of AtHKT1 in *Arabidopsis* shows that $Na^+$ recirculation by the phloem is crucial for salt tolerance. EMBO Journal, Vol. 22: 2004- 2014.
18. **Bidaiy., 2001:** Le métabolisme de la praline chez l'*Atriplex halimus* L. stressée à la salinité. Mémoire de magister en physiologie végétale, Université Es-Senia, Oran. p69-71.
19. **Booth C et Waterston J.M., 1964 :** *FusarÎum solani.* CMI Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria. No. 29. Commonw. Mycol. Inst., Kew. Surrey, Angleterre. P 2.
20. **Bouassaba K., 2008 :** étude des mécanismes de la résistance de la salinité et limitation de stress précoce de deux variétes de poivron doux (*Capsicum annum* L). Diplôme Majestére de Université Mentouri Constantine. p5.16.
21. **Bouteyre G., Loyer Y., 2003:** Sols salés eaux saumâtre des régions arides tropicales et méditerranéennes in l'aridité, une contrainte au développement. ORSTOM,Paris.
22. **Bradfield E.G et Guttridge C.G., 1984:** Effects of night-time humidity and nutrient solution concentration on the calcium content of tomato fruit. Sei. Hortic. 22. p207-217.
23. **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. 3ème cycle Montpellier.
24. **Calu G., 2006:** Effet du stress salin sur les plantes : comparaison entre deux plantes modèles *Arabidopsis thaliana* et *Thellungiella halophila*. Thése Master 1. P3-10.

25. **Calvet R., 2003:** Le sol, propriété et fonction, phénomènes physiques et chimiques. Tome 2. Ed. France. Agricole . P511.
26. **Carter D.I., 1975:**Problems of salinity in agriculture. Plants in Saline Environnements. Springer-Verlag Berlin. P25-35.
27. **Challali S :** le comportement morpho-physiologique de deux variétés du poivron (Capsicum annuu L ) dans les conditions pédoclimatiques sahariennes de la région de Ouargla (au niveau de la stationexpérimentale de l'ITDAS de Hassi BenAbdallah) .p13,14.
28. **Chartzoulakis K., Klapaki G ., 2000 :** Response of two green house pepper hibrids to NaCl salinity during different growth stages. Sci.Hortic. p86,247-260.
29. **Chinnusamy V et al., 2004:** Molecular genetics perspectives on cross-talk and specificity in abiotic stress signalling in plants. J of Experimental Botany. p225-236.
30. **Cherbuy B, 1991 :** les sols salés et leur réhabilitation. Etude bibliographique, C.E.M.A.G.R.E.F. p124.
31. **Chungyang C et Kaiyun W.**, **2001 :** Differbces in drought responses of three contrasting Eucalyptus microtheca E muell population Uni of Helsinki Finland Forest Ecology and Management Vol 179. p377-385.
32. **Cronquist., 1981 :** An integrated system of classification of flowering plants. Columbia university.Press.N.Y.
33. **Daoud Y . 1993 :** Contribution à l'étude des sols des plaines du Cheliff. Le phénoméne de salinisation, conséqences sur les propriétès physique des sols argileux, Théses Doct d'Eta. INA alger, p233.
34. **Duchchaufour P, 1977 :** Pédologie. Pédogenése et classification. Tome 1, Ed. Masson, Paris. p477.
35. **Durand J.H., 1958 :** Les sols irrigables. Etude pédologique. Alger. p190
36. **El mekkaoui M., 1987:** Etude de la tolérance de NaCl chez le blé dur, tendre et l'orge. E.N.S.A., Montpellier, France.
37. **Fletcher J.T., 1963:** Tobacco mosaic virus infection of sweet pepper. Plant Pathol. 12. p113-114
38. **Flores P., Botella M.A., Martinez V., Cedra A., 2000 :** Ionic and osmotic effects on nitrate reductase activity in tomato seedlings. J. Plant Phisiol. P156 , 552-55.
39. **Genoux C., Putzola F., Maurin G., 1991:** Thème général: la lagune méditerranéenne, TPE: Les plantes halophytes.
40. **Gilkeson, L.A., 1990 :** Biological control of aphids in greenhouse sweet pep pers and tomatoes. lOBe WPRS Bull.Bull. OILB SROP 13(5).p64-70.

41. **Girard P., Prost J., Bassereau P., 2005:** Passive or Active Fluctuations in Membranes Containing Proteins Phys. Rev. Lett. 94, 088102.P60-64.
42. **Greenway H. et Munns R., 1980:** Mechanism of salt tolerance in non-halophytes. Annual Review of Plant Physiology. Vol 3. p149-190.
43. **Gregory., 2005 :** Ecophysiologie de semis de conifères éctomycorhizés en milieu slin et sodique. Thèse de mémoire. Université Lava Canada.Chapitre 1.
44. **Hadjaris S ., 1999 :** études du comportement de l'orge (Hordeum Vulgare) et du triticale au double stress hydrique et salin ; Thèse ING, ISA, Tiaret.
45. **Halitim A., 1985 :** Contribution à l'étude des sols des zones arides (Hautes Plaines Steppiques d'Algérie). Morphologie, distribution et rôle des sels dans la genèse et le comportement des sols. Thèse de Doctorat d'Etat, Université de Rennes.p383.
46. **Haouala F., Ferjani H. et Ben El Hadj S ., 2007 :** Effet de la salinité sur la répartition des cations (Na+, K+ et Ca2+) et du chlore (Cl-) dans les parties aériennes et les racines du ray-grass anglais et du chiendent. Biotechnol. Agron. Soc. Environ. Vol. 11**,** n°3. p235-244.
47. **Hare P.D., Cress W. A and Vanstaden J., 1998:** Dissecting the roles of osmolyte accumulation during stress plant Cell Environ 21 .p535 -553.
48. **Hasegawa P.M et al., 2000:** Plant cellular and molecular responses to high salinity. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. 51.p463-499.
49. **Hillel D., 2000:** Salinity Management for Sustainable Irrigation. The World Bank, Washington, D.C.
50. **Hollings M., et Huttinga H., 1976:** Tomato mosaic virus. CMIIAAB Descriptions of Plant Viruses. No. 56. Commonw. MycoL Inst/Assoc. Appl. Biol.. Kew. Surrey, Angleterre. P6.
51. **Hopkins W. G., 2003:** Physiologie végétale. 2$^{éme}$ édition. De Boeck, Bruscelles .P61-476.
52. **Hullin M., 1983 :** Cours de drainage. Partie consacrée aux sols salés. Cours polycopié, Vol. 3, INA,Algerie.P139.
53. **Hu C.A., Delauney A.J., Verna D.P., 1992:** A bifunctional enzyme ( delta 1-pyroline-5-carboxylate synthetase) catalyzes the first two steps in proline biosynthesis in plants. Proc Nath Acad Sci Usa. 89(19); 9354-8 PMID: 1384052.

54. **Hu Y et al., 2005:** Salinity and the growth of non-halophytic grass leaves: the role of mineral nutrient distribution.Plant Biol. P 973- 985.
55. **Imalet R., 1979 :** Influence de différentes concentrations de sels (NaCL, Na2SO4, MgSO4) des eaux d'irrigation de l'agriculture sur le rendement du haricot.Thèse Ing, INA, EL Harrach. p43.
56. **INSID., 2008 :** les sols salins en Algérie., Institut national des sols, de l'irrigation et du drainage; juillet 2008.
57. **Jabnoune M., 2008 :** Adaptation des plantes à l'environnement: Stress salin. PrésentationPower Point.
58. **Jarvis W.R., 1980:** The Biology of Botl. tis. Academic Press, Londres. p 318.
59. **Joey V. I., 2008 :** Implantation d'une serre de poivrons chauffée à la biomasse municipalité de Sainte-Justine, p6-7.
60. **Jones H. G., Flowers T. J., Jones M. B., 1989:** Plants under stress. Cambridge, Cambridge University Press.
61. **Kafkai U., 1991:** Root growth under stress. Plant roots: the hidden half. New York, USA: Marcel Dekker. p375-391.
62. **Karmous C., 2007 :** Contribution à l'étude des mécanismes de tolérance à la salinité au stade juvénile chez le blé dur *(Triticum durum* Desf.) : aspects physiologique, biochimique et moléculaire. Thèse de doctorat en agronomie et science de la production végétale. INAT, Tunis. P211.
63. **Khales A et Baaziz M., 2006 :** Etude des peroxydases d'écotypes d'Opuntia *Ficus indica* L en relation avec le développement dans les conditions de stress Salin.Congrèsinternational de Biochimie, Agadir. p133-136.
64. **Lamzeri H., 2007 :** Réponses écophysiologiques de trois espèces forestières du genre Acacia, Eucalyptus et Schinus (*A. cyanophylla*, *E. gomphocephala* et *S. mölle*) soumises à un stress salin. Thèse de magistère en Ecologie et Environnement .Option : Ecologie végétale. Université Mentouri Constantine. p141.
65. **Lauchli et Esptien ., 1990:** Saline culture of crops: a genetic approach, Science (2310). P399-404.
66. **Levigneron A., Lopez F., Vansuyt G., Berthomieu P., Fourcroy P., Casse – Delbart F., 1995:** Les plantes face au stress salin. Cahiers Agricultures.4 (4). P263-273.
67. **Luttge U., Kluge M., Bauer G., 2002:** Botanique. 3éme édition, Tec et Doc-Lavoisier, Paris. p439- 450.

68. **Maas E. V et Poss J.A., 1989 :** Salt sensitivity of wheat at different growth stages. Irrig. Sci. P29-40.
69. **Maillard J., 2001 :** Le point sur l'Irrigation et la salinité des sols en zone sahélienne. Risqueset recommandations. Handicap International. Novembre 2001, p34.
70. **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.
71. **Maziliak P., 2000 :** physiologie végétale. TomeI. Edition Heremann. ISBN : 2705659439. P521.
72. **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.Brazillian Journal Of Plant Physiology. 16(1) p39-46.
73. **Meloni D.A., Oliva M.A., Martinez C.A., 2001 :**contribution of proline and inorganic solutes to osmotic adjustement in cotton under salt stress.J.Plant Nutr. p24, 599-612.
74. **Mermoud A., 2006 :** Cours du sol, Maitrise de la salinité des sols . p1-14.
75. **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.
76. **Misra A.N.Srivastava A., Strssser R.J.,2001 :** Utilisation on fact chlorophyll a fluoresccence technique in assessing the salt ion sensitivity of Mung bean and brassica seedlings. Journal of Plant Physiology . V158, n°09, p1173-1181.
77. **Mohammad M., Shibli R., Ajouni M., Nimri L., 1998 :** Tomato root responses to salt stress under different levels of phosphorus nutrition. J.Plant Nutr. p21, 1667-1680.
78. **Munns. R et al ., 1983 :** Halotolerante ukaryotes. In Physiological Plant Ecology. III. Responses to the Chemical and Biological Environment. Encycl. Plant Physiol. p59-135.
79. **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.
80. **Munns R., 2002:** Comparative physiology of salt and water stress; Plant, Cell and Environment p239-250.
81. **Nation unies ., 2009 :** Norme CEE-ONU concernant la commercialisation et le contrôle de la qualité commerciale des poivrons doux. New York et Genève.

82. **Ndour P et Danthu P., 2000 :** Effet des contraintes hydrique et saline sur la germination dequelques acacias africain. Projet National de Semences Forestières du Sénégal. p11.

83. **Noiraud N ,Delrot S and Lemoine R .,2000:** The sucrose transporter of celery identification and expression during salt stress Plant physiol . p379-389.

84. **Ommamie N., 2005 :** Response of Amaranth TO salinity stress. These of Ph.D.Horticulture. University of Pretoria 1. p: 5-20, chapter 6. p1.
85. **Parent C et al ., 2008 :** Formes réactives de l'oxygène, stress et mort cellulaire chez les plantes. C. R. Biologies pp 255-261.polytechnique fédérale de Lausanne. p23.
86. **Parida A.K., Das A.B., 2005 :** Salt tolerance and salinity effect on plants : review . Ecotoxicology and Environmental Safety. Vol. 60, p324-349.
87. **Pessarakli M. et Zhou M. (1990**) Effect of salt stress on nitrogen fixation by different cultivars of green beans. Journal of plant nutrition. Vol. 13, no5, p611-629.
88. **Pieri K., Anceau C., El jaafaris ., 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. p311- 320.
89. **Rahmoune C., Semadi A., Auad H. et Tahar A., 1997 :** Air quality and lichenic distribution in the northeat Algeria. Proc of Second International Scientific Conference. Science,Development and Environment, Cairo, Egypt, p333-344.
90. **Rahmoune C., Seridi R., Paul R. et Drez P., 2000 :** Influence on Zn concentration in solution Applied to leaves and Roots on the absorption and translocation of Cd by leave. Agricultural Sciences. Vol. 27, n°1, p72-77.
91. **Rahnama H et Ebrahimzadeh H:** seedling. Biol Plant.p93-97.
92. **Raju K. P., Desai J. N., Chandrasekhar T., ASHOK N. M., 1993:** Precursors, arginine, ornithine, or methionine in ameliorating the inhibitory effect of NaCl on wheat plant. Egyptian J. Biotechnol. P328-340.
93. **Reddyar *et al*., 2004:** Drought-induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. J Plant Physiol p161-1189-1202.
94. **Robert M., 1996:** Le sol : interface dans l'environnement ressource pour le développement. Ed. MASSON, Paris. P96.
95. **Schulze E.D *et al*., 2005:** Plant ecology. Edition Springer Berlin, Heidelberg,p692.
96. **Seaman J., 2004 :** Mechanisms of salt tolerance in halophytes : can crop plants resistance to salinity be impoved. APS 402. Dissertation. P2-7.

**97. Shipp J.L., 1991:** Integrated pest management of disease and arthropod pests of greenhouse vegetable crops in Ontario: current status and future possibilities. Cano J. Plant Sei. 71.p887-914.

**98. 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.

**99. Snoussi S.A et Halitim. A., 1998 :** Valorisation des eaux salines pour la nutrition minérale des plantes cultivées. Etude et gestion des sols, p289- 298.

**100. Song J *et al*., 2005:** Strategies for Adaptation of Suaedaphysophora, Haloxylonammodendron and Haloxylonpersicum to a Saline Environment during Seed-Germination Stage. Annals of Botany.p399-405.

**101. Sun F *et al*., 2007:** Salt Modulates Gravity Signaling Pathway to Regulate Growth Direction of Primary Roots in Arabidopsis. *Plant Physiol*.P178-188.

**102. Syeed k., 2004:** Activities of carbonic anhydrase, catalase and acc oxidase of mung bean ( vigna radiate) are differentially affected by salinity stress. Journal : Food, Agricultire Et Environnement (JFAE). V2, issue 2, ISSN: 1459-0263.

**103. Szabolcs I., 1989:** Salt-affected Soils CRC Press Inc., Florida. P274.

**104. 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.

**105. U.S Salinity laboratory ., 1954:** Diagnosis and improvement of saline and alcali soil. USDA, Handbook N°60, Washington, p : 160.

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

**107. Warren K., Richard I.G.,197:** THgrowth and development of leaf in tomato *(Lycopersicum esculentum Mill)* th plastochchrome index a suitable bases of description.*Can j.Bot.54,2421-2428.*

**108. Wu J.L., Seliskar D.M., Gallagher J.L., 1998:** Stress tolerance in the marsh plane Spatens: impact of NaCl on growth and root plasma membrane lipid composition. Plant. P: 102, 317.

**109. Wynjones G., Gouston H., 1991:** Completement a ryor conflicting approaches to Salinity DDU.Bulletin N° 23,p: 7-9.

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

**111. Zhu ., Jagendorf A., Chinnusamy V., 2005:** Understanding and imporoving salt tolerance in plant. Crop Scince Society Of America. V 45, p: 437-448.

**112. Zoubeir C., 2010 :** Analyse de la réponse de quelques génotypes de blé dur (Triticum turgidums spdurum ) à la contrainte saline dans trois Gouvernorats du centre de la Tunisie .Institut national agronomique de Tunisie - Master en agronomie et biotechnologie végétale ,p: 8,9 .

# Annexe I

## Les paramètres morphométriques après le traitement par les différentes concentrations de NaCL durant la phase de croissances de plantule

**Tableau n°14: Longueur des tiges (Cm) de variété M et Sup.**

| | M | | | | Sup | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Concentration / Répétition | S0 | S1 | S2 | S3 | S0 | S1 | S2 | S3 |
| 1 | 5 | 5 | 5 | 4 | 21,1 | 19,2 | 16,7 | 10,1 |
| 2 | 6 | 4 | 3,5 | 4 | 22,3 | 18,7 | 15,8 | 10,2 |
| 3 | 6,5 | 5 | 4 | | 21,7 | 16,7 | 18,8 | 12,6 |

**Tableau n°15: Nombre des feuilles de variété M et Sup.**

| | M | | | | Sup | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Concentration / Répétition | S0 | S1 | S2 | S3 | S0 | S1 | S2 | S3 |
| 1 | 7 | 5 | 5 | 5 | 13 | 13 | 13 | 7 |
| 2 | 8 | 6 | 5 | 4 | 13 | 16 | 12 | 8 |
| 3 | 6 | 5 | 4 | | 12 | 10 | 13 | 7 |

**Tableau n°16: Les valeurs d'inclinaison de l'angle des feuilles (IAF) et d'épinastie.**

| | M | | | | Sup | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Concentration / Les valeurs | S0 | S1 | S2 | S3 | S0 | S1 | S2 | S3 |
| IAF | 40° | 50° | 60° | 60° | 20° | 30° | 30° | 40° |
| EP | 20° | 10° | 0° | 0° | 20° | 10° | 10° | 0° |

**Tableau n°17: Les valeurs de la longueur des feuilles d'ordre 4 ( LFn°4) ( la moyenne feuilles) et la longueur des feuilles d'ordre 5 ( LFn°5) (Cm).**

| | M | | | | Sup | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Concentration / Les valeurs | S0 | S1 | S2 | S3 | S0 | S1 | S2 | S3 |
| LF n°4 | 4,5 | 4,5 | 5 | 5 | 5 | 4,5 | 2,6 | 4,7 |
| LF n°5 | 5,5 | 2,7 | 2,5 | 3,3 | 3,5 | 9,5 | 11 | 14,5 |

**Tableau n°18: Les valeurs de plastochrom Index.**

| | M | | | | Sup | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Concentration / Les valeurs | S0 | S1 | S2 | S3 | S0 | S1 | S2 | S3 |
| PI | 16 | 2,22 | 2,12 | 1,06 | 15,66 | 5,6 | 5,22 | 5,2 |

**Tableau n°19: Les valeurs de la longueur des racines et des tiges ( LF) et nombre des feuilles après l'enlèvement des plantes de pots.**

| | M | | | | Sup | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Concentration / Les valeurs | S0 | S1 | S2 | S3 | S0 | S1 | S2 | S3 |
| LR | 10 | 8 | 8 | 4,5 | 15,2 | 20,1 | 15,1 | 13,8 |
| LT | 12 | 9,7 | 6,5 | 6,5 | 20,9 | 19,5 | 15,4 | 10,2 |
| NF | 9 | 8 | 7 | | 14 | 13 | 11 | 7 |

# Annexe II

## 1. Les photos des deux variétés de poivron *Super marconi* et *Marconi* pendant et après le traitement par la salinité dans la serre.

**Photo n°2 :** La variété de poivron *Super marconi* pendant le traitement par la salinité.

**Photo n°3 :** La première ligne de La variété de poivron *Super marconi* pendant le traitement par la salinité.

**Photo n°4 : La première ligne de La variété de poivron *Super marconi* après le traitement par la salinité.**

**Photo n°5 : La variété de poivron *Marconi* pendant le traitement par la salinité.**

**Photo n°6 : La première ligne de La variété de poivron *Marconi* pendant le traitement par la salinité.**

**Photo n°6 : La première ligne de La variété de poivron *Marconi* après le traitement par la salinité.**

## 2. Les photos des deux variétés de poivron *Super marconi* et *Marconi* après le traitement par la salinité dans laboratoire.

**Photo n° 7 : La variété de poivron *Marconi* après l'enlèvement de pots.**

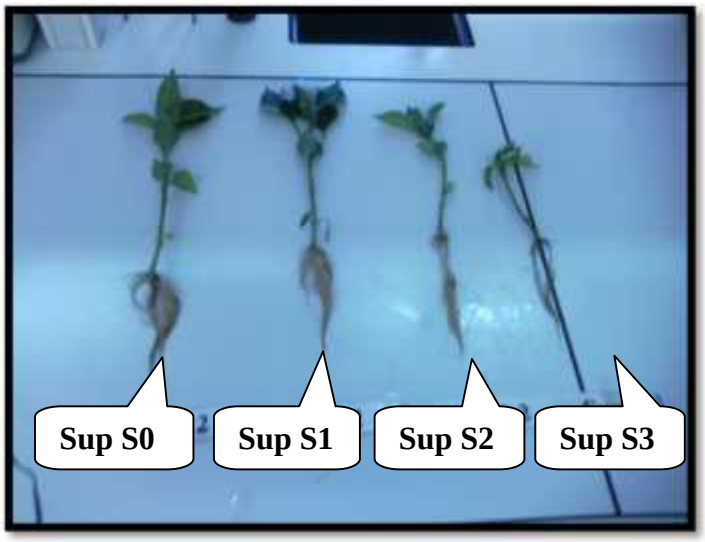



**Photo n° 8 : La variété de poivron *Super marconi* après l'enlèvement de pots.**

## Résumé

Cette étude a porté sur le concept d'adaptation et de sensibilité à la salinité pendant la phase de la croissance végétative.

A cet effect , deux expériences factorielles ont été planifiées sur deux variétés de poivron doux (*Capsicum annuum* L.) *Super marconi* et *Marconi* traités par trois concentration de NaCl(S1=25 mM/L,S2=50 mM/L et S3=150 mM/L ) en plus du témoins S0 (sans salinité), avec trois répétition pour chacune des concentration.

Ce travail a été èxécuté sur 24 unités expérimentales dans des conditions semi- controlées. Il dégage que les deux variétés sont manifestent des comportements bien différenciés sous les grandes concentrations de sel(S 3=150mM/L). où l'augmentation de concentration des sels affécte négativement les variations morphologiques dans les deux variété.

On peut conclue que la variété *Super marconi*(SP) et plus tolérante à la salinité en comparaison à la variété *Marconi*(M).



**Mots clés:** Salinité,*Capsicum annuum* L. , *Super marconi*, *Marconi*,Morphologique.



## Abstract

This study focused on the concept of adaptation and sensitivity to salinityduring the phase of vegetativegrowth.

To thiseffect, twofactorial experiments were planned on two varieties of sweet pepper (*Capsicumannuum* L.) *Super Marconi* and *Marconi* treated with three concentrations of NaCl (S1 = 25 mM / L, S2 = 50 mM / L and S3 = 150 mM / L) in addition to the witnesses S0 (without salinity) with three repeated for each concentration.Ce work was performed on 24 experimental units in semi controlled conditions.

It emerges that the two varieties are well-differentiated be haviors manifested under the great salt concentrations (S 3 = 150 mM / L). where the increase in salt concentration affects negatively on morphological changes in both variety.

It can be concluded that the variety *Super Marconi* (SP) and tolerant to salinity comparing the variety *Marconi* (M).



**Keywords:** Salinity, *Capsicum annuum* L., *Super Marconi*, *Marconi*, Morphology.

## الملخص

تناولت هذه الدراسة مفهوم التأقلم و الحساسية الملحية أثناء النمو الخضري لأجل هذا صممت تجريبتين عمليتين على نمطين من نبات الفلفل الحلو( *Capsicum annuum* L. ) : Super marconi و Marconi.

تمت معاملتهما بثلاث تراكيز ملحية مختلفة( S1=25 mM/L, S2=50 mM/L, S3=150 mM/L) **بالإضافة** إلى الشاهد (S0=0 mM/L) **و كررت كل معاملة** 3 مرات و بالتالي هذا العمل أنجز على 24 **وحدة** تجريبية.

تبين أن النمطين سلكا سلوكا متباينا خاصة عند المعاملة (S3=150mM/L) , حيث زيادة التراكيز الملحية يؤثر سلبا على التغيرات المورفولوجية في كلا الصنفين .

**و بالتالي نستنتج أن النمط** Super marconi **أكثر مقاوم للملوحة من النمط** Marconi.



**الكلمات المفتاحية : الملوحة**, *Capsicum annuum* L., *Super marconi*, *Marconi*, المورفولوجية.

## Résumé

Cette étude a porté sur le concept d'adaptation et de sensibilité à la salinité pendant la phase de la croissance végétative.

A cet effect , deux expériences factorielles ont été planifiées sur deux variétés de poivron doux (*Capsicum annuum* L.) *Super marconi* et *Marconi* traités par trois concentration de NaCl(S1=25 mM/L,S2=50 mM/L et S3=150 mM/L ) en plus du témoins S0 (sans salinité), avec trois répétition pour chacune des concentration.

Ce travail a été èxécuté sur 24 unités expérimentales dans des conditions semi- controlées. Il dégage que les deux variétés manifestent des comportements bien différenciés sous les grandes concentrations de sel(S 3=150mM/L). où l'augmentation de concentration des sels affécte négativement les variations morphologiques dans les deux variété.

On peut conclue que la variété *Super marconi*(SP) et plus tolérante à la salinité en comparaison à la variété *Marconi*(M).



**Mots clés:** Salinité,*Capsicum annuum* L. , *Super marconi*, *Marconi*,Morphologique.



## الملخص

تناولت هذه الدراسة مفهوم التأقلم و الحساسية الملحية أثناء النمو الخضري لأجل هذا صممت تجريبتين عمليتين على نمطين من نبات الفلفل الحلو( *Capsicum annuum* L.) : Super marconi و Marconi.

تمت معاملتهما بثلاث تراكيز ملحية مختلفة( S1=25 mM/L, S2=50 mM/L, S3=150 mM/L)

بالإضافة إلى الشاهد (S0=0 mM/L) و كررت كل معاملة 3 مرات و بالتالي هذا العمل أنجز على 24 وحدة تجريبية.

تبين أن النمطين سلكا سلوكا متباينا خاصة عند المعاملة (S3=150mM/L) , حيث زيادة التراكيز الملحية يؤثر سلبا على التغيرات المورفولوجية في كلا الصنفين .

و بالتالي نستنتج أن النمط Super marconi أكثر مقاوم للملوحة من النمط Marconi.



**الكلمات المفتاحية :** الملوحة ,*Capsicum annuum* L., *Super marconi* ,*Marconi*, المورفولوجية.