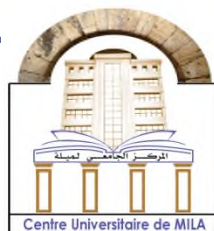


N°Ref :.....



Centre Universitaire AbdelhafidBOUSSOUF-Mila

Institut des Sciences et de la Technologie

Département des Sciences de la Nature et de la Vie

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

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Biologie Appliquée et Environnement

Option : Biotechnologie Végétal et Amélioration des plantes

Thème :

**Effet du stress salin sur la croissance chez
deux variétés de tomate
(*Lycopersicun esculentum* Mill)**

Présenté par : ABDICHE Yamina

LAIB Zineb

Devant le jury composé de :

-Présidente : M^{me} HIMOUR Sara
-Examinatrice : M^{me} TALHI Fahima
-Promoteur : M^{elle} BOUASSAB karima

Grade : MAA
Grade : MAA
Grade : MAA

Année Universitaire: 2015/2016



REMERCIEMENT

*Avant tout. Nous adressons nos remerciements à **ELLAH**, le tout puissant pour la volonté, la santé et la patience qu'il m'a donné durant toutes ces longues années d'études et pour la réalisation de ce travail que j'espère être utile.*

*IL est agréable au moment de présenter ce travail d'adresser mes remerciements à notre encadreur M^{elle} **BOUASSABA KARIMA** maître Assistante A au Centre Universitaire **ABEDELHAFID BOUSSOUF** de Mila qui a bien voulu dirigé ce travail, pour tous ses conseils, ses encouragements et la correction du manuel. Qu'il trouve ici l'expression de ma profonde reconnaissance.*

*NOUS remercier également M^{eme} **HIMOURSARA**, maître Assistante A au Centre Universitaire **ABEDELHAFID BOUSSOUF** de Mila d'avoir accepté de présider le jury. NOUS respectueuse considération.*

*NOUS exprimons notre remerciements et notre gratitude à M^{eme} **TALHI FAHIMA** maître Assistante A au Centre Universitaire **ABEDELHAFID BOUSSOUF** de Mila, pour avoir accepté d'examiner ce travail.*

Enfin nous exprimons nos plus profond remerciement à toutes les personnes qui nous ont apporté leur soutienne et qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travaille.

Yamina et Zeneb



Dédicace

*Il est agréable au moment de présenter ce travail d'adresser mes
dédicaces à :*

*Ma très chère mère ZAHIA, que je ne pourrai remercier assez, pour son soutien moral
et matériel, sa compréhension, amour, tendresse, et ses sacrifices, que Dieux lui offre la
santé .*

Mon cher père BELKACEM pour ses sacrifices, pour mon bien être.

*Mes chers frères : YAHIA , ZOUIR et HAKIM et sa
Femme KHADIJA .*

Mes chères sœurs : SABRINA , LIELA , HODA , FATIMA , NAIMA

A mes chères nièces Salsabil, Wissal

A mon très cher neveu Aniss

A me grande mère KAMIR et mes grand père KHALAD et MOKHTAR

A tous mes oncles et tantes, cousins et cousines.

*Mes amis chacun à son nom : SARA- KHADIJA- MARJEM , KARIMA B et M,
HODA, AICHA, SANA, SORJA , HALIMA.*

*A tous mes collègues de promotion de master et spécialement : Nawel et nassiba A mon
binôme Zineb.*

*A tous ce que j'aime et qui m'aiment, et ceux qui ont veillé de près ou
de loin à l'achèvement de ce travail.*

YAMINA

Dédicaces

Je dédie humblement ce manuscrit à :

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

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

*A mes chers frères: **Hichem, Ahmed et sa femme Lamia***

*Mes chères sœurs : **Hayat, fatiha, Teldja, Rabiha.***

A mes chères nièces.

A mes très chères neveux.

A tous mes oncles et tantes, cousins et cousines.

*A mes meilleures amis: **Houda, Imen, Khadidja, Karima, Meriem, Sana M, Sana S.***

*A tous mes collègues de promotion de master et spécialement : **Nawel et nassiba** A mon binôme **Yamina.***

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

Zineb

SOMMAIRE

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des photos

Introduction

Première parties : Etude bibliographique

Chapitre I : La salinité

1. Généralités sur la salinité.....	3
1.1. Définition de salinité	3
1.2. Répartition de salinités dans le monde et en Algérie.....	3
2. Les sols salés.....	5
2.1. Définition de sol salé.....	5
2.2. Les types de sels solubles.....	6
2.3. Origine des sols salés	6
2.3.1. Salinisation primaire.....	6
2.3.2. Salinisation secondaire	7
2.4. Classification des sols salés.....	7
2.4.1. Sols à complexe sodique ou sols alcalins.....	7
2.4.2. Sols salins à complexe calcique.....	7
2.5. Mise en valeur des sols salés.....	8
3. La salinité et les plantes.....	8
3.1. Le stress.....	8
3.1.1. Définition du stress	8

3.1.2. Les types de stress	8
3.2. Composantes de la salinité.....	9
3.2.1. Le stress osmotique.....	9
3.2.2. Stress nutritionnel.....	9
3.2.3. Le stress ionique.....	10
3.3. Les effets de stress salin sur la plante	10
3.3.1 Effet de la salinité sur la germination.....	10
3.3.2. Effet de la salinité sur la croissance végétale.....	11
3.3.3. Effet de la salinité sur le comportement biochimique de la plante	11
3.3.4. Effet de la salinité sur les processus physiologiques de la plante	12
3.3.5. Effet de la salinité sur la photosynthèse	12
3.3.6. Effet de la salinité sur la teneur en glucides	12
3.4. Classification des plantes selon leur tolérance à la salinité	13
3.5. Comportement de la plante en milieu salin	13
3.5.1. Exclure.....	13
3.5.2. Inclure	14
3.6. Mécanismes d'adaptations à la salinité	15
3.6.1. Adaptations morphologiques	15
3.6.2. Adaptations anatomiques.....	15

Chapitre II : Généralité sur la tomate

1. Historique et origine de la tomate	16
2. Classification	17
2.1. Classification botanique	17
2.2. Classification génétique	18
2.3. Classification variétale selon le mode de croissance	19

2.3.1. Variété à croissance indéterminée	19
2.3.2. Variété à croissance déterminée	19
3. Les principales variétés de tomate	19
4. Description	21
4.1. L`appareil végétatif	21
4.2. L`appareil reproducteur	22
5. Exigences de la culture de tomate	24
6. Importance de la tomate.....	24
6.1. Valeur nutritionnelle des fruits de tomate	24
6.2. Importance médicinale de la tomate	25
7. Maladies de la tomate	25

Deuxième partie : Etude expérimental

Chapitre I : Matériels et Méthodes

1. Matériel utilisé.....	27
2. Protocole expérimental	27
2.1.La germination des graines.....	27
2.2. Repiquage des grains germées.....	28
2.3. Dispositif expérimentale.....	28
3. Les paramètres écophysiologiques étudiées	30
3.1. Les paramètres morphologiques étudiés	30
3.1.1. Nombres des feuilles (NF).....	30
3.1.2. Longueur des racines et des tiges (LR, LT)	30
3.1.3. La matière fraîche et sèche (MF, MS)	31
3.2. Paramètres physiologiques et biochimique	31
3.2.1. Teneur en eau (TER)	31
3.2.2. Indice de sensibilité (IS).....	31
3.2.3. Teneur en chlorophylle (Chl).....	31
5. Analyse statistique.....	32

Chapitre II: Résultats et Discussion

1. Résultats.....	33
2. Discussion.....	46

Conclusion

Références Bibliographiques

Annexes

Résumé

Liste des abréviations

ACP	Analyse en composant principales
C°	Dégré Celsius
Ca Cl₂	Chlorure de Calcium
CaCO₃	Carbonate de Calcium
Cam	<i>Cambell 33</i>
Ca SO₄	Sulfate de Calcium
C.E	Conductivité Electrique
C.E.C	Capacité d'Echange Cationique
Chl a	Chlorophylle a
Chl b	Chlorophylle b
Chlt	Chlorophylle total
Cm	Centimètre
Ds/m	Désisiemmes par mètre
FAO	Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture
HCO₃⁻	Hydrogénocarbonate
IS	Indice de sensibilité
K	Kilo
K⁺	Potassium
LR	Longueur de racine
LT	Longueur de tige
MF	Matière fraîche
MF_s	Matière fraîche en saturation
mg	Milli gramme
Mg	Magnésium
MgCl₂	Chlorure de magnésium
MgCO₃	Carbonate de magnésium
MgSO₄	Sulfate de magnésium
M ha	Millions d'hectare
mm	Millimètre

mM\L	Milimoles par litre
MS	Matière sèche
N	Azote.
Na	Sodium
NaCl	Chlorure de Sodium
Na₂CO₃	Carbonate de Sodium
NaSO₄	Sulfate de Sodium
NF	Nombre des feuilles
nm	Nano mètre
NO₃	Nitrate
P	Phosphore
Ph	Potentiel d'hydrogène
PO₄	Phosphates
R	Répétitions
S	Solution
SNK	Test de Newman-Keuls
Sup	<i>Super strain B</i>
TER	La teneur en eau relative
USA	United Situations American
µg	Micro-gramme
ΔMS	Variation de la production de la matière sèche
DO	La lecture dans le spectrophotomètre

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
Tableau I	Les maladies de la tomate (Iticmi,1994).	26
Tableau II	Le dispositif expérimentale des deux variétés (<i>Super strain B/USA</i> et <i>Cambell33\ china</i>).	29
Tableau III	Analyses de la variance relative à l'effet du NaCl sur la longueur des tiges chez les deux variétés de tomate.	33
Tableau IV	Analyses de la variance relative à l'effet du NaCl sur la longueur des racines chez les deux variétés de tomate.	34
Tableau V	Analyses de la variance relative à l'effet du NaCl sur le nombre des feuilles chez les deux variétés de tomate.	35
Tableau VI	Analyses de la variance relative à l'effet du NaCl sur la matière fraîche chez les deux variétés de tomate.	36
Tableau VII	Analyses de la variance relative à l'effet du NaCl sur la matière sèche chez les deux variétés de tomates.	37
Tableau VIII	Analyses de la variance relative à l'effet du NaCl sur la teneur en eau relative chez les deux variétés de tomates.	38
Tableau IX	Analyses de la variance de l'indice de sensibilité chez les deux variétés de tomate.	39
Tableau X	Analyses de la variance relative à l'effet du NaCl sur la teneur en chlorophylle(a) chez deux variétés de tomate.	40
Tableau XI	Analyses de la variance relative à l'effet du NaCl sur la teneur en chlorophylle (b) chez deux variétés de tomate.	41
Tableau XII	Analyses de la variance relative à l'effet du NaCl sur la teneur en chlorophylle total chez deux variétés de tomate.	42
Tableau XIII	Analyse des différences (var*salinité) entre les modalités avec un intervalle de confiance à 95% Newman-Keuls (SNK).	44
Tableau XIV	la séparation des groupes selon le test de NEWMAN-KEULS au seuil de (5%) sur l'effet de la salinité sur les variétés testé.	45

Liste des figures

N°	Titre	Page
Figure 1	Carte du pourtour de la méditerranée présentant, pour chaque pays, les pourcentages de salinité et d'alcalinité des terres cultivables.	5
Figure 2	Schéma du bilan de la circulation du sodium dans les plantes inclure ou exclure.	14
Figure 3	<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.	18
Figure 4	Les principales variétés de tomate.	20
Figure 5	Appareil végétatif de la tomate : A : Système racinaire B : Tige de la tomate ; C : Feuille de la tomate	22
Figure 6	Appareil reproducteur de la tomate : A : Fleure de la tomate B : Fruit de la tomate ; C : Les graines de la tomate.	23
Figure 7	Effet de la salinité sur la longueur des tiges chez les deux variétés dans la phase de croissance.	33
Figure 8	Effet de la salinité sur la longueur des racines dans la phase de croissance chez les deux variétés.	34
Figure 9	Effet de salinité sur le nombre des feuilles dans la phase de croissance chez les deux variétés.	35
Figure 10	Effet de la salinité sur la matière fraîche des deux variétés de tomate.	36
Figure 11	Effet de la salinité sur la matière sèche des deux variétés de tomate.	37
Figure 12	Effet de la salinité sur la teneur en eau relative chez les deux variétés de tomate.	38
Figure 13	Indice de sensibilité chez les deux variétés.	39
Figure 14	Effet de la salinité sur la teneur en chlorophylle (a) chez les deux variétés.	40
Figure 15	Effet de la salinité sur la teneur en chlorophylle (b) chez les deux variétés.	41
Figure 16	Effet de salinité sur la teneur en chlorophylle total chez les deux variétés.	42
Figure 17	Cercle de la corrélation des variables étudiées durant la phase de croissance végétatif.	45

Liste des photos

N°	Titre	Page
Photo 1	Germination des graines chez les deux variétés.	28
Photo 2	Le dispositif expérimentale de deux variétés <i>Cambell 33</i> (Cam) et <i>Superstrain B</i> (Sup).	29
Photo 3	La mesure de longueur des racines et des tiges après l'enlèvement de pot chez les deux variétés <i>Super strainB</i> et <i>Cambell 33</i> .	30
Photo 4	L'extraction de chlorophylle chez les deux variétés étudiées.	32

Introduction

Introduction

La salinisation enregistrée dans les écosystèmes aride et semi-aride résulte de la forte évaporation d'eau à partir du sol (Munns *et al.*, 2006) et d'une irrégulière et insuffisante pluviométrie (Meznietal., 2002). Cette salinisation provient aussi de l'irrigation, le plus souvent mal contrôlée (Bennaceuretal., 2001).

Chaque année, les surfaces perdues à cause de la salinité des sols varient autour de 20 millions d'hectare dans le monde. Ainsi, ces surfaces sont passées de 48 millions à 265 millions d'hectares de terres agricoles touchées par la salinité et aujourd'hui, les surfaces agricoles affectées dans le monde seraient de 340 millions d'hectare soit 23% des terres cultivées dans le monde (Cheverry, 1995 ; Sheng *et al.*, 2008).

En région méditerranéenne, la salinité constitue une contrainte dans beaucoup de périmètres de grandes cultures où la qualité de l'eau joue un rôle majeur et où la recherche de plantes adaptées à des seuils élevés de salinité devient un impératif pour la production agricole. La sélection variétale, nécessite la connaissance des mécanismes responsables de la tolérance du végétal à la salinité (Arbaoui *et al.*, 2000).

L'effet négatif de la forte salinité peut être observé au niveau de toute la plante comme la mort de la plante et / ou la diminution de la productivité. Beaucoup des plantes développent des mécanismes soit pour exclure le sel de leurs cellules ou pour tolérer sa présence dans les cellules (Parida et Das, 2005).

Les effets néfastes de la salinité sur la croissance des plantes sont généralement associés au faible potentiel osmotique de la solution du sol et au niveau élevé de toxicité du sodium et du chlore pour certaines espèces, qui provoquent des perturbations multiples sur le métabolisme, la croissance et le développement des plantes aux niveaux moléculaire, biochimique et physiologique (Winicov, 1998; Munns, 2002; Tester et Davenport, 2003).

La tomate est l'un des aliments les plus importants dans l'alimentation humaine et qui se consomme frais ou transformé. Elle est cultivée sous presque toutes les latitudes, sur une superficie d'environ 3 millions d'hectares, ce qui représente près du tiers des surfaces mondiales consacrées aux légumes (Philouse et Laterrot, 1992). La tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), est une plante semi-sensible à la salinité.

L'identification et la compréhension des mécanismes de tolérance des plantes à la salinité présentent donc un intérêt évident pour l'amélioration variétale.

Introduction

L'objectif de ce travail est d'explorer l'effet de la salinité sur le comportement des deux variétés (*Super strain B* et *Cambell 33*) de *Lycopersicon esculentum* Mill. sur la base de quelques paramètres morphologiques, physiologiques et biochimiques (croissance des racines, des tiges et nombre des feuilles, la teneur en eau, teneur en chlorophylle, la matière fraîche et sèche et l'indice de sensibilité).

Pour notre étude, nous proposons le plan suivant:

Une première partie bibliographique contenant deux chapitres :

- ❖ Salinité.
- ❖ Généralités sur la tomate.

Une deuxième partie expérimentale contenant deux chapitres :

- ❖ Matériel et méthode.
- ❖ Résultats et discussion.

Partie I

L'étude bibliographique

Chapitre I

La salinité



1. Généralités sur la salinité

La salinisation des sols et de l'eau, est l'un des principaux facteurs abiotiques qui limitent la productivité végétale (Al-Karaki, 2000; Baatouretal., 2004).

Dans les régions arides et semi arides, la salinité constitue une contrainte majeure à la productivité et au développement agricole (Rozema et Flowers, 2008 ; Abdel Latef, 2010).

La salinité élevée des sols due essentiellement au chlorure de sodium affecte le tiers des terres irriguées à l'échelle mondiale et constitue un facteur limitant prépondérant de la production végétale dans les zones arides (Hasegawa et al., 2000).

La présence de sels solubles en quantité importante ou d'un horizon sodique à structure dégradée, caractères qui ont une influence néfaste sur le développement de la végétation ou des cultures (Aubert, 1982).

Dans la majorité des sols salins, le NaCl est la forme chimique principalement retrouvée et représente entre 50 à 80 % des sels solubles totaux (Rengasamy, 2010).

Les effets du sel sur les plantes dépendent à la fois de leur stade de développement

1.1. Définition de salinité

La salinité peut être définie comme une accumulation excessive des sels dans les sols ou dans les eaux à un seuil pouvant avoir un impact sur les activités humaines et naturelles (plantes, animaux, écosystèmes aquatiques, approvisionnement en eau, agriculture, ...).

1.2. Répartition de la salinité dans le monde et en Algérie

La salinisation remarquée dans les écosystèmes arides et semi arides résulte généralement d'une forte évaporation d'eau à partir du sol (Munns et al., 2006).

Dans le monde ; les terres irriguées par la salinité correspondent à 27% de la totalité des surfaces irriguées. Cheverry (1995), estime à environ un milliard d'hectare de terre affectée par la salinité.

La salinité est un problème écologique majeur qui touche un nombre important de régions à l'échelle mondiale (Livegeron et al., 1995). Par contre, dans les régions humides la présence des sels n'atteint pas des proportions élevées car ils sont lessivés par les eaux

des pluies et les ruissellements (Amokrane, 2004). Dans la région méditerranéenne et particulièrement dans les zones semi-arides et arides ; la salinité est très répandue car les précipitations sont insuffisantes pour assurer le lessivage des sels. D'autre part, les cultures sous abris ou les fertilisants sont en quantité supérieure aux exigences de la plante ajoutée à cela une irrigation contrôlée à des doses correspondant seulement aux besoins de la plante (Osman, 1982). Ces phénomènes sont abondants dans les régions où les eaux d'irrigations renferment des quantités importantes de chlorure de sodium pouvant atteindre 2g/l (Immamulhaq *et al.*, 1986).

En Afrique, 39 M ha, soit 2 % des terres arables, sont des sols salins et parmi eux 34 Mha sont des sols sodiques (FAO, 2008).

L'Algérie est un pays aride à semi-aride (Aubert, 1982), la surface aride occupe environ 95% (moins de 400mm/an) des terres dont 80 % sont hyper-arides (moins de 100mm/an). Plus de 20% des sols irrigués sont concernés par des problèmes de salinité (Douaoui et Hartani, 2008).

Les sols salins se rencontrent dans les basses plaines et vallées d'Oranie, vallée de la Mina, près de Relizane par exemple, sur les hautes plaines au sud de Sétif et de Constantine, aux bords de certains chotts comme le Chott Melghir. Ils ont aussi une grande extension dans les régions Sahariennes au Sud de Biskra jusqu'à Touggourt, Ouargla (Aubert, 1982) (figure 1).

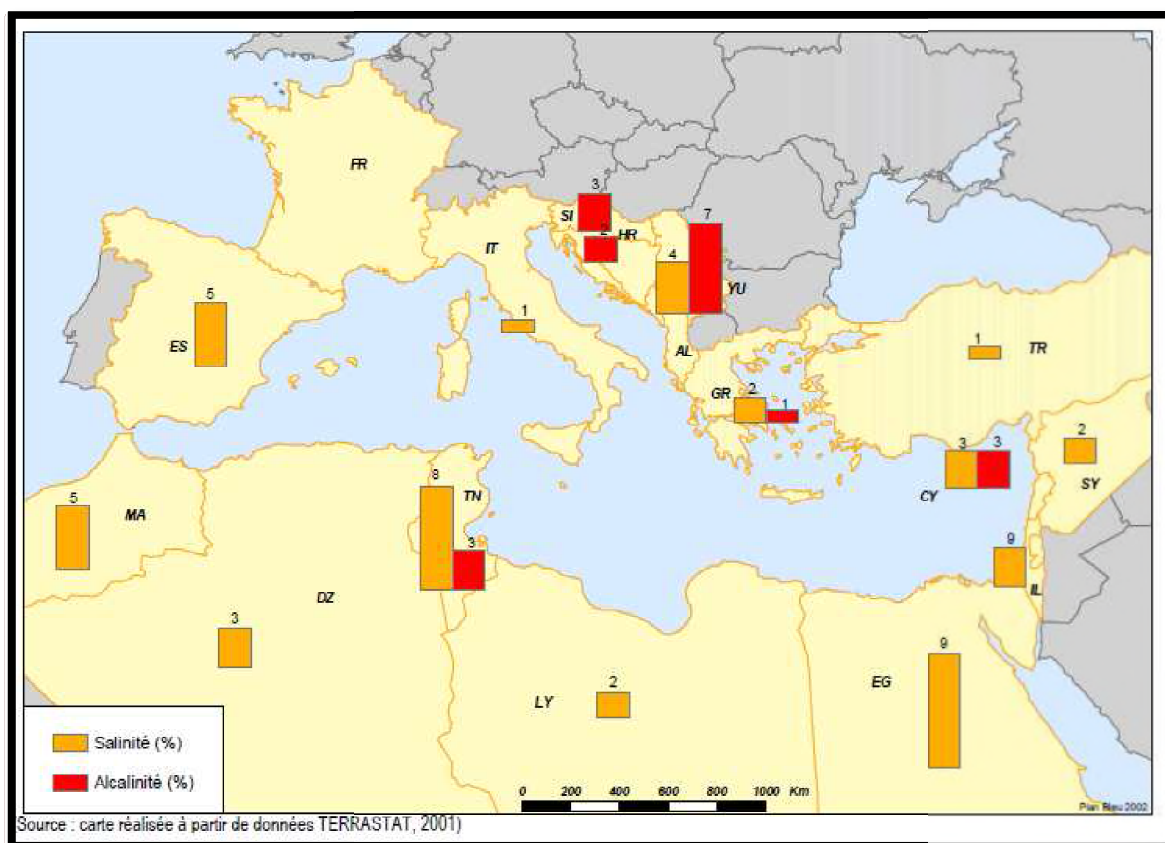


Figure1: Carte du pourtour de la méditerranée présentant, pour chaque pays, les pourcentages de salinité (jaune) et d'alcalinité (rouge) des terres cultivables, (Antipolis ,2003).

2. Les sols salés

2.1. Définition de sol salé

La salinité du sol est caractérisée par une quantité excessive en sels minéraux solubles, cette salinisation affecte la croissance du végétal par la diminution du potentiel productif (Cherby ,1991). L'abondance du sodium rentre en grande partie dans la constitution des sols salés du fait qu'il joue un rôle défavorable dans la modification des propriétés chimiques des sols vis-à-vis des cultures. En effet, quand il est en quantité importante dans la solution du sol, une partie pas au niveau du complexe adsorbant est devient échangeable (FAO,1973).

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) (Girard *et al.*, 2005).

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.

2.2. Les types des sels solubles

- **Les carbonates** : se forme carbonate de sodium (Na_2CO_3), bicarbonate de sodium (NaHCO_3), carbonate de calcium (CaCO_3) et le carbonate de magnésium (MgCO_3).
- **Les sulfates** : Ce sont les sels de l'acide sulfurique et les plus fréquents sont: le sulfate de magnésium (MgSO_4), sulfate de sodium (NaSO_4) et le sulfate de calcium (CaSO_4).
- **Les chlorures** : Principalement le chlorure de sodium (NaCl), le chlorure de calcium (CaCl_2) et chlorure de magnésium (MgCl_2) ce sont plus soluble et une forte toxicité.

2.3. Origine des sols salés

2.3.1. Salinisation primaire

La salinisation primaire, d'origine géologique, marine ou lagunaire correspond à une salinisation liée au fonctionnement naturel des terrains, sous l'influence du climat, de l'altération des roches et de la dynamique des eaux. (Munns *et al.*, 1995).

2.3.1.1. Salinisation géologique

Les sels solubles peuvent provenir :

- Soit de l'altération des roches contenant des minéraux sodiques potassiques et magnésiques. En régions arides et semi-arides, ces sols se concentrant sur place, dans les dépressions fermées.
- Soit de dissolution des évaporites contenant des chlorures, des sulfates, etc. Les évaporites se localisent essentiellement dans les bassins élémentaires.
- Soit de l'altération des roches volcaniques (servant, 1975).

2.3.1.2. Salinisation marine et lagunaire

L'origine des sels peut se trouver dans les dépôts lagunaires ou matériaux salés plus ou moins récents qui peuvent être eux-mêmes des roches mères des sols et fournir leurs sels aux oueds qui les transportent jusqu'aux nappes superficielles plus ou moins profondes sous les sols des vallées et basses plaines (Gaucher et Burdin, 1974).

2.3.2. Salinisation secondaire

A l'échelle planétaire, 20% des surfaces irriguées sont affectées par la salinité (Unesco Water Portal, 2007). Lu principalement à l'irrigation des terres avec une eau de mauvaise qualité.

2.4. Classification des sols salés

Selon Duchaufour (1977), deux sous classes de sols halomorphes sont distinguées:

2.4.1. Sols à complexe sodique ou sols alcalins (les solonetz) : Caractérisés par une saturation marquée en Na et une accumulation des sels en profondeur.

Ces sols se caractérisent par la présence d'une quantité importante de sodium qui dépasse les 15% de la capacité d'échange cationique (C.E.C). La conductivité électrique (C.E) ne dépasse pas 4 ds/m à 25°C, et le pH est supérieur à 8,5.

La relative abondance de l'ion sodium, dans la garniture ionique absorbant, peut avoir deux origines distinctes:

- Elle peut provenir du sodium libéré par l'altération de certains minéraux alcalins.
- Elle peut résulter d'une saturation progressive du complexe en sodium, aux dépens d'une solution saline (Duchaufour, 1977).

Ces sols ont un profil peu stable, en raison de la grande facilité de dispersion des argiles, ils sont asphyxiants plutôt que physiologiquement secs.

2.4.2. Sols salins à complexe calcique (Solontcheks) : Caractérisés par une accumulation marquée des sels solubles en surface.

Ces sols se rencontrent dans les zones à climat sec. Ils se caractérisent par un pH généralement inférieur à 8,5 et supérieur à 7 et le sodium n'y forme pas plus de 50% des cations en solution (Dajoz, 1982). La conductivité électrique de l'extrait aqueux à saturation, est supérieur à 4,5 ds/m à 25°C, dans les horizons de surface (25 cm), 15 ds/m

dans les horizons inférieurs (suivant la texture) (Duchaufour, 1977), avec un taux de sodium échangeable (E.S.P) inférieur à 15% de la C.E.C du sol.

Ces sols présentent une structure non dégradée, caractérisée par une richesse en sels solubles, tels qu'ils inhibent la croissance de la plupart des plantes cultivées (Aubert, 1982).

2.5. 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 les plantes

3.1 Le stress

3.1.1. Définition du stress

Le stress est un ensemble de conditions qui provoquent des changements de processus physiologiques résultant éventuellement en dégâts, dommages, blessures, inhibition de croissance ou de développement.

Selon Dutuit *et al* (1994), le stress est le dysfonctionnement (rupture d'un équilibre fonctionnel) produit dans un organisme ou dans un système vivant, par exemple par une carence.

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

3.1.2. Les types de stress

Tous les stress impliquent des réactions de signalisations capables d'aboutir à la mise en place de défense ou de déclencher une mort cellulaire programmée. Il ya deux grandes catégories de stress:

- ✓ **Biotique:** imposé par d'autres organismes (insectes, herbivores...).
- ✓ **Abiotique:** provoqué par un défaut ou excès de l'environnement physico-chimique comme la sécheresse, les températures extrêmes, la salinité.

On peut citer quelques types des stress abiotiques qui peuvent effectuer les végétaux :

-**Le stress hydrique:** provoqué par un déficit en eau constituant un menace permanent pour la survie des plantes, néanmoins, beaucoup d'entres elles produisent des modifications morphologiques et physiologiques qui leurs permettent de survivre dans les régions de faible pluviosité et dont la teneur en eau des sols est peu élevée (Hopkins,2003).

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

-**Le stress thermique:** provoqué par la température, c'est l'un des facteurs les plus limitant et qui conditionne la production et la croissance des plantes.

3.2. Composantes de la salinité

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

3.2.1. Le stress osmotique

Une forte concentration saline dans le sol est tout d'abord perçue par la plante comme une forte diminution de la disponibilité en eau. Cela nécessite un ajustement osmotique adapté, afin que le potentiel hydrique cellulaire demeure inférieur à celui du milieu extracellulaire et à celui du sol. Ce phénomène assure d'une part, la poursuite de l'absorption de l'eau du sol, et d'autre part, la rétention de l'eau intracellulaire et le maintien de la turgescence. Lorsque l'ajustement osmotique n'est pas suffisant, l'eau a tendance à quitter les cellules, ce qui provoque un déficit hydrique et la perte de la turgescence(Levigneronetal., 1995).

3.2.2. Stress nutritionnel

Certains sels peuvent affecter la balance nutritionnelle chez les plantes s'ils sont présents en concentration excessive ou en proportion anormale. 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 (Haouala *et al.*, 2007). 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 des sels lorsque des ions essentiels comme K^+ , Ca^{2+} ou NO_3^- deviennent limitant (Haouala *et al.*, 2007).

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

3.2.3. Le stress ionique

En dépit d'un ajustement osmotique correct, la toxicité ionique survient lorsque l'accumulation de sels dans les tissus perturbe l'activité métabolique (Parida et Das, 2005).

3.3. Les effets de stress salin sur la plante

La salinité est un facteur environnemental très important qui limite la croissance et la productivité (Allakhverdiev *et al.*, 2000). Durant le début et le développement du stress salin à l'intérieur de la plante, le métabolisme énergétique est affecté. La première réponse est la réduction de la vitesse d'extension de la surface foliaire, suivie par l'arrêt de l'extension avec l'intensification du stress (Parida et Das, 2005).

3.3.1. Effet de la salinité sur la germination

Selon Maillard (2001), 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.

➤ Les effets osmotiques se traduisent par l'incapacité des graines à absorber des quantités suffisantes en eau pour les ramener à leur seuil critique d'hydratation nécessaire au déclenchement du processus de germination.

➤ Les effets toxiques sont liés à une accumulation cellulaire des sels qui provoquent des perturbations des enzymes impliquées dans la physiologie des graines en germination, empêchant la levée de dormance des embryons et conduisent à une diminution de la capacité de germination (Rejili *et al.*, 2006).

Parmi les causes de l'inhibition de la germination en présence de sel, la variation de l'équilibre hormonal a été évoquée (Kabar, 1986 ; Debez et al., 2001).

3.3.2. Effet de la salinité sur la croissance végétale

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

✓ La concentration élevée de NaCl diminue également l'absorption de Ca^{2+} qui est relativement tolérante au sel, l'augmentation de la concentration en Na^+ s'accompagne d'une réduction de la concentration en Mg^{2+} , K^+ , N, P et Ca^{2+} dans la plante (Levitt, 1980).

Ce déséquilibre nutritionnel est une cause possible des réductions de croissance en présence de sel lorsque des ions essentiels comme K^+ , Ca^{2+} ou NO_3^- deviennent limitant (Haouala et al., 2007).

✓ Les effets osmotiques du stress salin peuvent également limiter la croissance des racines, ce qui limite les possibilités d'absorption des éléments nutritifs du sol (Jabnoute, 2008).

Selon Levigneron et al. (1995), une augmentation brutale de la salinité du sol se traduit par une réduction immédiate de la croissance foliaire. Un retard de croissance important est signalé chez la plupart des glycophytes dès 50 mM/L de NaCl dans la solution du sol. Par contre chez les halophytes leur croissance ne semble diminuer que pour des concentrations beaucoup plus élevées, par exemple chez *Atriplex halimus* L. C'est à partir de 480 mM/L de NaCl que sa production diminue (Brun, 1980).

Parmi les manifestations morphologiques des plantes au stress salin, on distingue:

- Une faible ramification, une diminution de la longueur de diamètre, du poids sec des tiges, racines constatés sur les tomates.
- Un raccourcissement des entre-nœuds et une diminution du nombre des nœuds.
- Une réduction du nombre des feuilles (Hamza, 1977) et de la surface foliaire chez l'haricot avec une diminution de 20% à 40% (Larher et al., 1987).

La salinité influence également la croissance et la qualité des fruits dont l'aspect (fruits plus petites et nécrosés) et la qualité organoleptique sont modifiés, et dont la valeur marchande devient médiocre (Levigneron et al., 1995).

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

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

Le stress salin induit une perturbation de la composition lipidique et protéique au niveau de la membrane cellulaire, affectant ainsi sa stabilité (Alem et Amri, 2005). La présence du sel en forte concentration inhibe principalement le métabolisme cellulaire et la photosynthèse (Tremblin et Coudret, 1986) par l'imposition d'un stress osmotique (Hayashi et Murata, 1998) sur la cellule et par la toxicité du sodium (Niu *et al.*, 1995) et du chlorure dans le cytoplasme.

3.3.4. Effet de la salinité sur les processus physiologiques de la plante

Un excès de sel dans le protoplasme conduit à des modifications dans la balance ionique, des perturbations des enzymes membranaires et autres macro-molécules. Ces perturbations entraînent une faible production d'énergie par la phosphorylation et la photorespiration, une assimilation de l'azote est perturbée, et un dérèglement de nombreuses voies métaboliques. La glycolyse et le cycle de Krebs sont aussi affectés.

L'acquisition de nutriments minéraux, comme le potassium, les nitrates ou le calcium est également réduite.

3.5. Effet de la salinité sur la photosynthèse

Le stress salin cause des effets à long et à court terme sur la photosynthèse ; l'effet à court terme se manifeste après quelques heures jusqu'à un à deux jours de l'exposition au stress, et la réponse est importante ; il y a complètement l'arrêt de l'assimilation du carbone. L'effet à long terme s'expose au sel et la diminution de l'assimilation du carbone est due à l'accumulation du sel dans les feuilles en développement (Munns et Termaat, 1986) ; aussi on a rapporté qu'il y a suppression de la photosynthèse sous les conditions d'un stress salin (Kao *et al.*, 2001), et qu'elle ne diminue pas mais plutôt stimulée de petites concentrations de sel (Kurban *et al.*, 1999).

3.3.6. Effet sur la teneur en glucides

La variabilité des teneurs en carbohydrates reflète la capacité des plantes à s'adapter à diverses conditions écologiques comme les divers stress (Soukaina et Moukhtar, 2010).

Chez la plupart des plantes supérieures, les premiers produits de la photosynthèse sont le saccharose et l'amidon; ces deux glucides sont généralement stockés au niveau foliaire pendant la journée, chez d'autres espèces les sorbitols aussi sont synthétisés et stockés avec ces deux derniers sucres (Soukaina et Mokhtar, 2010).

Par ailleurs, il a été signalé qu'une synthèse des sucres (saccharose) et des polyols a été stimulée par stress salin chez les jeunes plants de pois chiche cultivés en présence de NaCl. Soukaina et Mokhtar (2010), a rapporté que l'accumulation de glucose au niveau foliaire chez le blé dur évoque une aptitude à réaliser une osmorégulation chez la plante dans les conditions salines.

3.4. Classification des plantes selon leur tolérance à la salinité

Selon la tolérance au sel, on peut définir deux groupes des végétaux : les halophytes et les glycophytes.

-Les halophytes supportent les concentrations en sels et la croissance est stimulée par la concentration entre 200 et 500 mM (Flowers *et al.*, 1977).

-Les glycophytes représentent la majorité des espèces végétales dont leur croissance est ralentie dès que la concentration des milieux externes dépasse 100 mM et devient létale à partir de 300 mM (Greenway et Munns, 1980).

3.5. Comportement de la plante en milieu salin

La résistance d'une plante à la salinité s'exprime par sa capacité à survivre et à produire dans des conditions de stress salin (Piri *et al.*, 1994).

Les halophytes et les glycophytes, peuvent développer plusieurs mécanismes pour assurer leur cycle de croissance et de développement. Certaines espèces utilisent le mécanisme d'exclusion des sels en excès ou les compartimentent dans la vacuole (Kaci *et al.*, 2012). On peut distinguer deux comportements des plantes vis-à-vis du sel : les inclure et les exclure.

3.5.1. Exclure

Les plantes exclure sont généralement sensibles à la salinité et sont incapables de contrôler le niveau de Na^+ cytoplasmique. Cet ion est transporté dans le xylème, véhiculé vers les feuilles par le courant de transpiration puis en partie ré-circule par le phloème pour

être ramené vers les racines ces espèces sensibles contiennent donc Na^+ dans les feuilles et un excès dans les racines (Jabnoune, 2008).

3.5.2. Includeur

La plante retient le sel qui parvient aux feuilles au même titre que l'eau, par le mouvement ascendant de la sève dans les vaisseaux. A l'intérieur des cellules, le sel est alors stocké dans les vacuoles grâce à des systèmes de pompes moléculaires.

Les vacuoles sont des compartiments fermés au sein de la cellule, le sel est ainsi isolé des constituants cellulaires vitaux (Berthomieu *et al.*, 2003), ou excrété par des glandes vers l'extérieur (Alem et Amri, 2005). L'excrétion dans les glandes à sel est très spécifique, d'abord Na^+ , Cl^- et HCO_3^- sont excrétés contre le gradient de concentration, alors que des ions comme Ca^{++} , NO_3 , SO_4^{--} et H_2PO_4^- sont maintenus contre leur gradient (Hopkins, 2003).

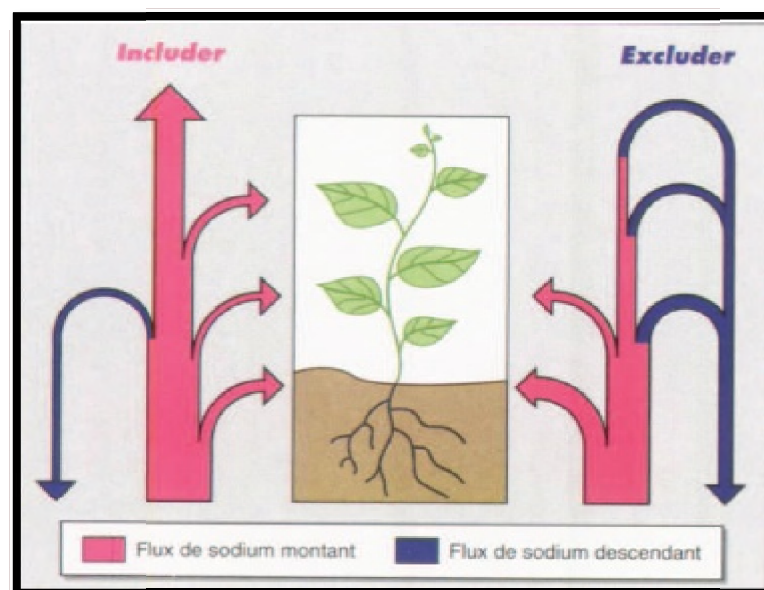


Figure 2 : Schéma du bilan de la circulation du sodium dans les plantes includeur ou excluder (Levigneron *et al.*, 1995).

Chez les plantes de type includeur, les flux de sodium sont essentiellement ascendants (en rose) et le sel est accumulé dans les parties aériennes. Chez celles de type excluder, 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.

3.6. Mécanismes d'adaptations à la salinité

3.6.1. Adaptations morphologiques

La succulence, qui se traduit par une accumulation d'eau dans les cellules constitutives des tissus des organes aériens, est l'un des caractères les plus communs aux halophytes.

Une succulence des feuilles, qui deviennent épaisses ou cylindriques (*Suaeda*) ou de leurs tiges dans le cas de l'espèce aphyllé (*Salicornia*) (Lemee, 1978). On note de plus la réduction de la surface foliaire, par exemple chez *Cressacretica* et *Tamarix gallica* ; la présence d'une cuticule épaisse et l'apparition plus précoce de la lignification de quelques organes à la fin de leur cycle de vie (Poljakoff et Mayber, 1975; Raache et Karboussa, 2004).

3.6.2. Adaptations anatomiques

Les modifications anatomiques apparaissent au niveau des différents organes lors d'un stress salin. Selon Poljakoff et Mayber (1975), on observe des modifications du cortex qui chez les halophytes est constitué de deux à trois couches de cellules seulement, ainsi qu'une diminution du diamètre de la stèle au niveau des racines du blé et chez la tige de la tomate, où le cortex devient épais alors que le nombre des vaisseaux conducteurs diminue.

D'autres modifications s'observent sous l'effet de la salinité comme la raréfaction des stomates, la présence de tissus de soutien et l'abondance du parenchyme aquifère (Benhamida et Djeghbala, 2005).

Certaines plantes peuvent développer différentes stratégies qui leur permettent de réguler les concentrations internes en ions. Lors d'un stress salin, les halophytes sont capables de compartimenter les ions Na^+ et Cl^- au niveau vacuolaire. Certaines halophytes possèdent des structures spécialisées, appelées « glandes à sel », constituées d'une à plusieurs cellules, situées au niveau des cellules épidermiques des feuilles et des tiges, ayant pour rôle d'excréter le sel, lorsque la charge minérale des tissus est excessive (Thomson, 1975), c'est le cas du tamarix.

Chapitre II

Généralité sur la tomate



1. Historique et origine de la tomate

La tomate (*Solanum lycopersicum* L. ou *Lycopersicon lycopersicum* L.), est une plante annuelle de la famille des *Solanacées*, cette espèce est originaire du Nord-ouest de l'Amérique du sud. Le terme désigne aussi ce fruit charnu, qui est l'un des aliments les plus importants dans l'alimentation humaine et qui se consomme frais ou transformé.

La tomate du genre *Lycopersicon* est une cultivée dans le monde entier pour son fruit. Elle originaire Andines côtières du Nord-Ouest de l'Amérique du Sud, dans une zone allant du sud du Chili bien au Nord du Chili et de la côte pacifique, aux contreforts des Andes (Equateur, Pérou).

Dans la première moitié du 16^{ème} siècle, la tomate fut rapportée en Europe par les conquistadors espagnols, qui adoptèrent son nom indien « tomati ». Elle fut d'abord implantée dans le Sud de l'Europe, notamment en Espagne et en Italie. Sa première description fut faite en 1544 par un botaniste italien du nom de Matthioli. Il évoque une tomate jaune qui donnera son nom à la tomate italienne : *Pomodoro* signifiant « pomme d'or ». Son nom latin *Lycopersicon esculentum* lui fut donné par le botaniste anglais Philip Miller en 1731. Actuellement, pour des raisons phylogénétiques, la tomate est appelée *Solanum lycopersicum* L.

Chaux et Foury (1994), rappellent que le genre *Lycopersicon* comprend neuf espèces, dont une seule espèce *Lycopersicon esculentum* sous sa forme sauvage coraciforme pourrait être directement à l'origine de nos variétés, a émigré vers le Sud de l'Amérique du Nord.

C'est au XVI^{ème} siècle au Mexique actuel que la tomate à gros fruits a été découverte et domestiquée. Les indigènes l'appelaient « Tomati », ce nom provient d'un nom Aztèque « zitomate », ou l'ont trouvé les Conquistadors Espagnols lors de la conquête de Tenochtitlan (Mexique) par Hernan Cortés en 1519 (Anonyme, 2011).

Au début, les Européens l'exploitèrent pour un usage purement ornemental et évitèrent sa consommation, à cause des liens de parenté botanique très étroits avec certaines espèces végétales connues plantes vénéneuses, exemple : *Hyocynus niger*, *Lycopersicon atropa* (Kelev, 1976). Selon Naik, 2005 elle a été longtemps considérée comme une plante toxique, au même titre que sa cousine « la mortelle belladone ». Ce n'est que vers les années 1920-1930 qu'elle commença à être largement commercialisée.

En Algérie, la consommation a commencé dans la région d'Oran en 1905 puis, elle s'étendit vers le centre, notamment au littoral Algérois (Latigui, 1984).

2. Classification

2.1. Classification botanique

La tomate dont l'appartenance à la famille des Solanacées a été classée par Linné en 1753, comme *Solanum lycopersicum*.

D'autres botanistes lui ont attribué différents noms : *Solanum lycopersicum*, *Solanum esculentum*, *Lycopersicon lycopersicum* : c'est finalement *Lycopersicon esculentum* attribué par Philip Miller en 1754, qui a été retenue (Munroe et Small).

Cronquist (1981); Gaussen *et al* (1982) rappellent que la tomate appartient à la classification suivantes :

Règne.....Plante.

Sous règne.....Trachenobionta.

Division.....Magnoliophyta.

Classe.....Magnoliopsida.

Sous classe.....Asteridae.

Ordre.....Solonales.

Famille.....Solanaceae.

Genre.....*Solanum* ou *lycopersicum*.

Espèces.....*Lycopersicon esculentum* Mill.

Il y a d'autres noms de *Solanum lycopersicum* : - *Lycopersicon lycopersicum*.

- *Lycopersicon pomum amoris*.



Figure 3: *Lycopersicon esculentum* Mill (Chougar S ,2011).

2. 2. Classification génétique

La tomate appartient à la famille de la solanacée, son nom scientifique est *Lycopersicon esculentum*. Cette espèce a 12 chromosomes et est diploïde. Nous avons déterminé jusqu'à ce jour 35 caractères morphologiques identifiés quant à leur localisation sur leurs chromosomes.

La structure de la fleur de *Lycopersicon esculentum* assure une cleistogamie (autogamie stricte), mais elle peut se comporter comme une plante. On peut avoir jusqu'à 47 de fécondation croisée dans la nature (Polese, 2007). Ces deux types de fécondation divisent la tomate en deux variétés qui sont :

A. Variétés fixées

Il existe plus de cinq cents variétés (conserver les qualités parentales). Leurs fruits sont plus ou moins réguliers, sont sensibles aux maladies, mais donnent en général des fruits d'excellente qualité gustative (Polese, 2007)

B. Variétés hybrides

Les variétés hybrides sont plus nombreuses. Elles sont relativement récentes, puisqu'elles n'existent que depuis 1960 (Polese, 2007).

2.3. Classification variétale selon le mode de croissance

Il existe très nombreuses variétés cultivées de tomate. La sélection faite par les hommes a privilégié les plantes à gros fruit. On distingue cependant, plusieurs catégories de tomates qui sont classées selon leurs caractères botaniques, morphologiques et selon le mode de croissance de la plante (la formation des feuilles, inflorescences et bourgeons) ; qui détermine l'aspect et le port que revêt le plant. Ainsi, la plupart des variétés ont un port dit indéterminé, à l'opposé des autres dites à port déterminé (Naik *et al.*, 2005).

2.3.1. Variété à croissance indéterminée

Ces variétés sont plus nombreuses. Elles continuent de pousser et de produire des bouquets floraux. Tant que les conditions sont favorables, comme leur développement est éxburent, leur tige doit être attachée à un tuteur sous peine de s'affaisser au sol. Il est également nécessaire de les tailler et des les ébourgeonner régulièrement. Elles ont une production plus échelonnée et plus étalée. Elles sont plus productive en générale que la tomate à port déterminé (Polese, 2007).

La plupart des variétés utilisées en Algérie sont : Tango, Lucy, Carmelo, Fandango, Ringo, et Resor.

2.3.2. Variété à croissance déterminée

Dans ce group et selon la variété, la tige émet 2 à 6 bouquets floraux, puis la croissance s'arrête naturellement. Elle est caractérisée par l'absence de la dominance apicale. Ce type de variété est destiné à l'industries agro-alimentaire sous le nom de variété industrielle (Laumonier, 1979).

3. Les principales variétés de tomate

Il existe plusieurs milliers de variétés cultivées de tomate (*Solanum lycopersicum*).

On distingue cependant plusieurs catégories de tomates, selon le mode de croissance de la plante indéterminé ou déterminé et surtout selon le type de fruit :

- les variétés à fruit plat et côtelé, de type tomate de Marmande, dont le poids est élevé puisqu'il peut dépasser 1 kg.

- les variétés à fruit arrondi, dont le poids varie de 100 à 300 g, pour lesquelles il existe plus particulièrement des nombreuses variétés hybrides dont les fruits se conservent longtemps.
- les variétés à fruit allongé avec une extrémité arrondie, de type Roma, ou pointue, de type Chico. Ces dernières variétés sont surtout destinées à l'industrie. Elles ont toutes un port déterminé et leurs fruits répondent à un certain nombre de critères technologiques liés à leur transformation. Certaines de ces variétés se prêtent à la récolte mécanique.
- les variétés de petite dimension et des faibles poids, tomate cerise, cocktail.

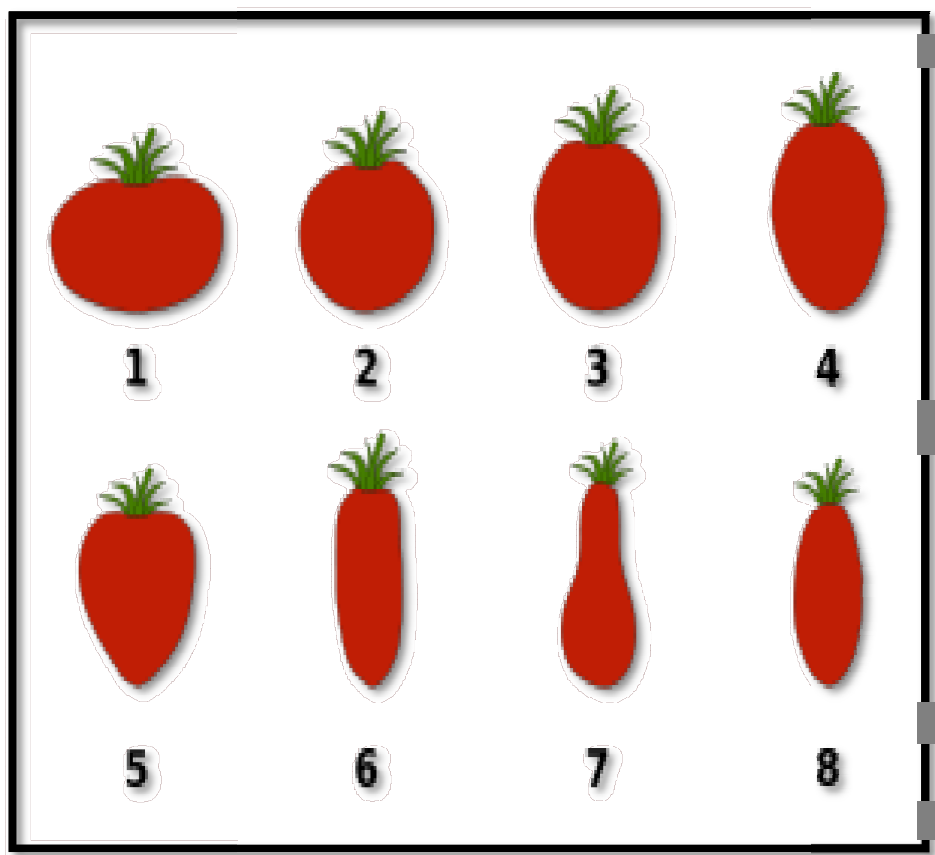


Figure 4 : Les principales variétés de tomate (Inra,2009).

1-Aplatie, 2- Légèrement aplatie, 3- Arrondie, 4-Haute et ronde, 5- En forme de cœur ,
6-Cylindrique, 7- En forme de poire , 8- En forme de prune.

4. Description

C'est une plante vivace dans sa région d'origine, mais en culture on la considère comme plante annuelle (Chaux et Foury,1994).

4.1. L'appareil végétatif

4.1.1. Le système racinaire

Le système racinaire est puissant, très ramifié à tendance fasciculée. Il est très actif sur les 30 à 40 premiers centimètres. En sol profond, on peut trouver des racines jusqu'à 1 mètre de profondeur (Chaux et foury,1994). (fig5 A)

4.1.2. La tige

La tige est de formes anguleuse, épaisse aux entre nœud pubescent (couvert de poil), de consistance herbacée en début de croissance, se lignifie en vieillissant.

Cette croissance monomodale au début après 4 ou 5 feuillie devient sympodiale, c'est-à-dire que les bourgeons axillaires donnent naissance à des ramifications successive par contre, les bourgeons terminaux produisent des fleurs ou avortent.(fig5 B)

4.1.3. La feuille

Les feuilles sont disposées en spirale de 15 à 50mm de long et de 10 à 30mm de large avec un pétiole mesurant entre 3 et 6cm de long.(fig5 C)

Les folioles sont ovées à oblongues, couvertes de poils glandulaires. Les grande folioles sont parfois pennatifides à la base.

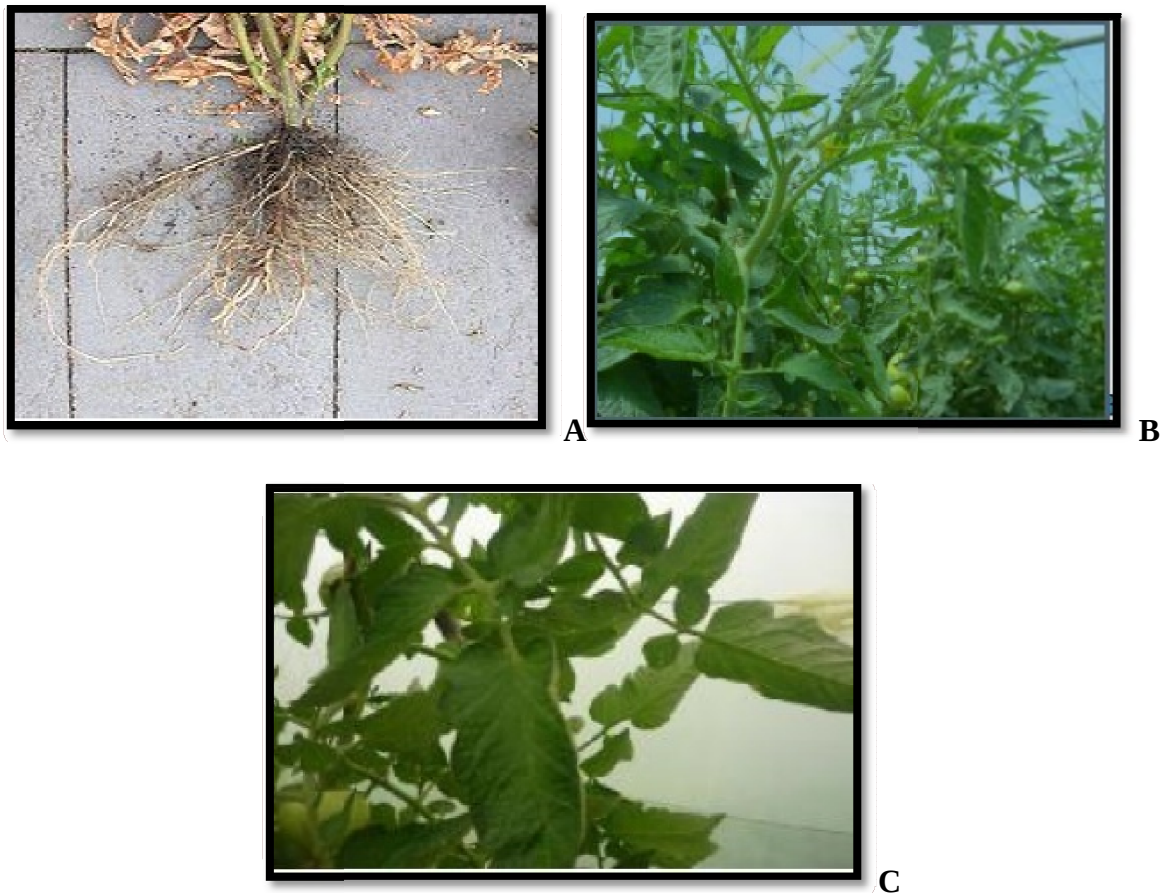


Figure 5 : Appareil végétatif de la tomate : **A :** Système racinaire ; **B :** Tige de la tomate ; **C :** Feuille de la tomate (Chauxet Foury, 1994).

4.2. L'appareil reproducteur

4.2.1 La fleur

Les fleurs sont bisexuées, régulière de 1,5 et 2 cm de diamètre. Elles poussent opposées aux feuilles ou entre elles. Le tube du calice est court et velu, les sépales sont parfois persistants. La corolle est constituée en général de six pétales qui peuvent atteindre une longueur de 1 cm. Elles sont jaunes et courbées lorsqu'elles sont mures.

L'androcée est formé de quatre étamines, les anthères ont une couleur jaune vif et entourent le style qui a une extrémité stérile allongée. Le gynécée dont l'ovaire est supère est formé de deux à neuf carpelles. En générale la plante est autogame. Mais la fécondation croisée peut avoir lieu grâce aux abeilles et aux bourdons qui sont les principaux pollinisateurs. (fig 6 A)

4.2.2. Les fruits

Les fruits de la tomate est une baie charnue, de forme globulaire ou aplatie avec un diamètre de 2 à 15 cm. Lorsqu'il n'est pas encore mur. La couleur des fruits est vert et du jaune au rouge en passant par l'orange. En général les fruits sont ronds et réguliers ou côtelés (fig6 B).

4.2.3. Les graines

Chaque fruit contient un nombre important des graines qui varie de 80 à 500 graines par fruit (Chaux et Foury, 1994). Elle forme de rein ou de poire, elles sont poilues, beiges, de 3 à 5 mm de long et de 2 à 4 mm de large. Elles sont recouvertes d'un mucilage qui présentent à maturité un albumen et embryon à courbe, à germination épigée (Dore et Varoqaux, 2006). (fig6 C)

**A****B****C**

Figure 6 : Appareil reproducteur de la tomate : **A :** Fleure de la tomate; **B :** Fruit de la tomate ; **C:** Les graines de la tomate (Anonyme, 2009).

5. Exigences de la culture de tomate

La température optimale de la tomate se situe entre 20° et 30°C, avec une croissance maximale vers 25°C.

La tomate est peu sensible au photopériodisme, mais est exigeante en énergie lumineuse. Un faible rayonnement lumineux réduit le nombre des fleurs par bouquet et affecte la fécondation. Combiné à des fortes températures diurnes et à des nuits tièdes (écart jours/nuit < 10°C), ce faible rayonnement conduit à l'avortement des fleurs et des fruits; les périodes sèches et fraîches sont plus favorables à la production que la saison pluvieuse et chaude (Kaburetet Do, 2003).

La tomate tolère modérément un large intervalle de pH. Mais pousse le mieux dans des sols dont la valeur du pH varie entre 5.5 et 6.8 et où l'approvisionnement en éléments nutritifs est adéquate et suffisant.

Le choix des variétés est également une exigence pour la culture de la tomate, les critères de sélection sont basés sur des caractéristiques telles que le type de fruit, la forme de la plante, la vitalité, la résistance aux ravageurs et aux maladies, mais également sur des facteurs liés au climat et à la gestion (Naika *et al.*, 2005).

6. Importance de la tomate

6.1. Valeur nutritionnelle des fruits de tomate

La tomate largement consommée, joue un rôle bénéfique dans notre alimentation ; ce fruit contenant 93% d'eau, très pauvre en calories, ne fournit guère plus de 19 K calories aux 100g, soit 63 K joules. Elle est très riche en carotène et lycopène, elle fournit des quantités appréciables des vitamines C, ainsi que de la provitamine A et de nombreuses vitamines du groupe B. Ses minéraux abondants (notamment en potassium, magnésium et phosphore). Chaux et Foury (1994), ajoutent, que ces principales qualités font d'elle un régime alimentaire très apprécié.

La tomate est également riche en lycopène, ce qui lui donne sa couleur rouge, cet antioxydant diminuerait le risque de maladies cardiaques et de certaines formes de cancer, dont celui de la prostate (Anonyme, 2010).

6.2. Importance médicinale de la tomate

Le rôle médicinal de la tomate est connu depuis bien longtemps chez les Incas en Amérique du Sud, où ils utilisaient la feuille fraîche du plant de tomate comme antibiotique (Anonyme, 2009).

Selon Kaburet et Do (2003), la consommation de tomate joue plusieurs rôles :

- Une antifatigue en accélérant la formation du sucre de l'os.
- Diminue l'hypertension grâce à son haut taux en potassium.
- Excellente pour la santé du foie, car elle contient des traces d'éléments antitoxiques appelées chlorite et soufre.
- Grâce à sa saveur acidulée la tomate stimule les sécrétions digestives.
- La tomate joue un rôle de prévention du cancer grâce à sa teneur en pigments caroténoïdes antioxydants, notamment sa forte concentration en lycopène (3,5mg/125g de tomate).

7. Les maladies de la tomate

Les cultures de tomate peuvent être affectées par diverses attaques de ravageurs (insectes, acariens, nématodes, etc) et des maladies cryptogamiques, bactériennes ou virales, par les concurrences des mauvaises herbes et par des accidents de végétation ou des agressions abiotiques, dont l'importance varie selon le type de culture et les conditions climatiques. Les ravageurs et les maladies de la tomate sont souvent communs à d'autres de *Solanacées* cultivées comme l'aubergine ou le tabac (Itcimi, 1994).

Tableau I :Les maladies de la tomate (Itcmi, 1994).

Désignation des maladies	Traitement et mesures à adopter	Produits et doses à utiliser
Botrytis Cinerea : Efflorescences grises sur parties aériennes Tache circulaires sur fruits	Pulvérisation	Benomyl :60g/l.300/ha
Mildiou de la tomate	Pulvérisation préventive sur les jeunes plants et cultures	Manebe :2kg/ha
Maladies à virus : Mosaïques de la tomate et du tabac, mosaïqué de pomme de terre	Lutte soignée contre les pucerons. Ne pas cultiver les tomates aux abords de la pomme de terre, concombre et tabac	Bromarkos : 1.51à21/ha
Nématodes	Désinfection du sol	Dazomates: 500à600kg/ha
Pucerons : Déformation des feuilles	Pulvérisation	Methomyl : 700g/ha

Partie II

L'étude expérimentale



Chapitre I

Matériel et méthode

1. Matériel utilisé

1.1. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé est composé de graines *Lycopersicon esculentum* Mill (Super strain B/USA et Cambell 33/ china) ; sont semés durant l'année 2015/ 2016 dans la serre de centre universitaire de Mila, sous des conditions semi-contrôlées.

1.2. Les pots: nous avons utilisé des pots en plastiques remplis de terre végétale.

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

- ✓ 1/3 de sable.
- ✓ 2/3 de sol séché.

1.4. Les solutions salines : Pour avoir l'effet du NaCl on préparés 3 solution a partir de l'eau distillée avec différentes concentration de NaCl :

- Solution1 (S₀): correspond à une concentration en NaCl de 0 mM /L (témoin).
- Solution2 (S₁): (25 mM/L).
- Solution3 (S₂): (50 mM /L).
- Solution4 (S₃): (150 mM /L).

2. Protocole expérimental

2.1. La germination des graines

Les graines des deux variétés de tomate sont stérilisées par trempages successifs dans les bains suivants :

- l'eau de javel (1%) pendant 2 minutes
- deux rincages à l'eau distillée stérile

Ces graines ont été semis dans des boîtes de pétri ne contenant que du terreau puis ont été arrosées à l'eau distillée (pendant 10 jours). Après germination des graines dans les boîtes de pétri , les plantules sont repiquées dans des pots.



Photo 1: la germination des graines chez les deux variétés.

2.2. Repiquage des grains germées

Après la germination en boîte de Pétri et l'apparition de la radicule (5-10 jours) les plantules de deux variétés de tomate sont repiquées soigneusement et mises en pots à raison de 4 à 5 graines par pot à une profondeur convenable (0.5 à 1 cm) avec un léger tassement, immédiatement arrosées avec de l'eau pour permettre un bon contact sol-graines, puis déposées dans une serre située au centre universitaire de Mila à une température 25°C°. Après l'apparition des premières feuilles, 3 plantes par pot sont conservées.

En commencement traitement par les solutions salines avec un arrosage régulier par différentes concentrations salines pendant un mois :

- 1^{ère} jour arrosage par les solutions salines.
- 2^{ème} jour arrosage par l'eau.
- 3^{ème} jour sans arrosage.

2.3. Dispositif expérimentale :

Les deux variétés concernées par l'étude sont semées dans un dispositif à randomisation totale avec trois répétitions. Elles ont été installées selon 4 niveaux de salinité contrastés (S0, S1, S2, S3). Différentes mesures ont été pratiquées durant le cycle de développement des plantes en place. L'ensemble des mesures ont porté sur 3 répétitions (R1, R2, R3) pour chaque niveau de salinité (tableau II).

Tableau II: Le dispositif expérimentale des deux variétés *Super strainB/USA* et *Cambell33/ china*

Concentration Répétition	Sup B			Cam 33		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
S0	1Sup S0	2Sup S0	3Sup S0	1 Cam S0	2 Cam S0	3Cam S0
S1	1Sup S1	2Sup S1	3 Sup S1	1Cam S1	2Cam S1	3 Cam S1
S2	1Sup S2	2Sup S2	3 SupS2	1Cam S2	2Cam S2	3Cam S2
S3	1Sup S3	2Sup S3	3Sup S3	1Cam S3	2 Cam S3	3 Cam S3

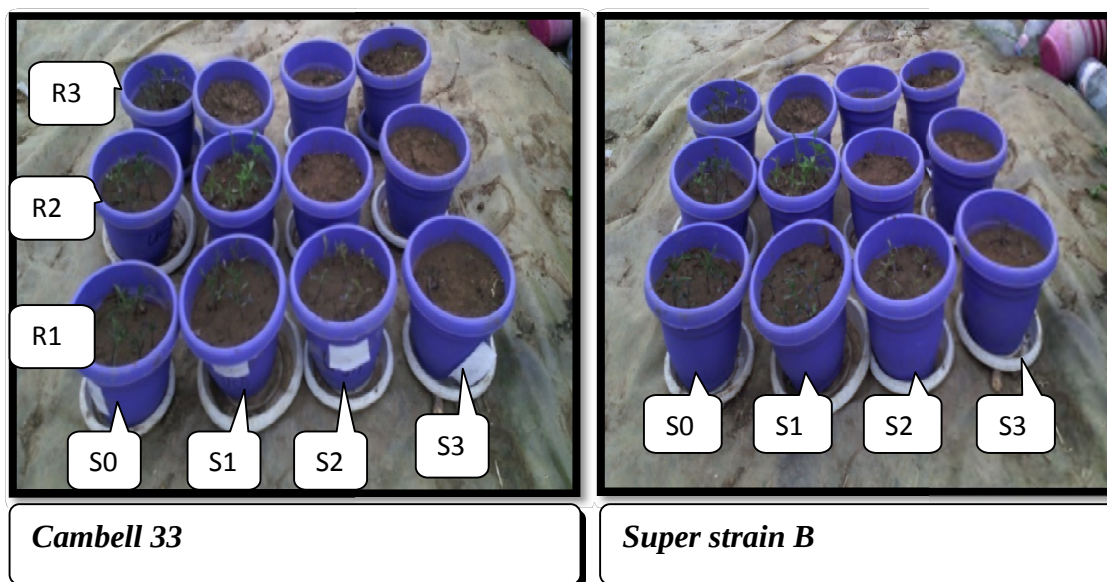


Photo 2: Le dispositif expérimentale des deux variétés *cambell 33* et *Super strainB*.

3. Les paramètres écophysologiques étudiées

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

3.1. Les paramètres morphologiques étudiés

Les mesures ont été réalisées pendant l'application des solutions salines pendant 1 mois on concernées les paramètres morphologiques des plants.

3.1.1. Nombres des feuilles (NF)

Nous avons compté le nombre des feuilles pour chaque plant, Pour déterminer l'effet de la salinité sur le nombre des feuilles durant le stade de la croissance chez les deux variétés (*Super strain B* et *Cambell 33*).

3.1.2. Longueur des racines et des tiges (LR, LT) en cm

Les mesures des longueurs des tiges ont été effectuées quatre fois pendant le traitement par la salinité. À l'aide d'une règle graduée (cm), on a mesuré la longueur des plantes depuis la surface du substrat jusqu'à l'apex.

Vers la fin du traitement on a enlevé les plantes du pot, on les a lavées et on procède à la mesure de longueur des racines des plantes.

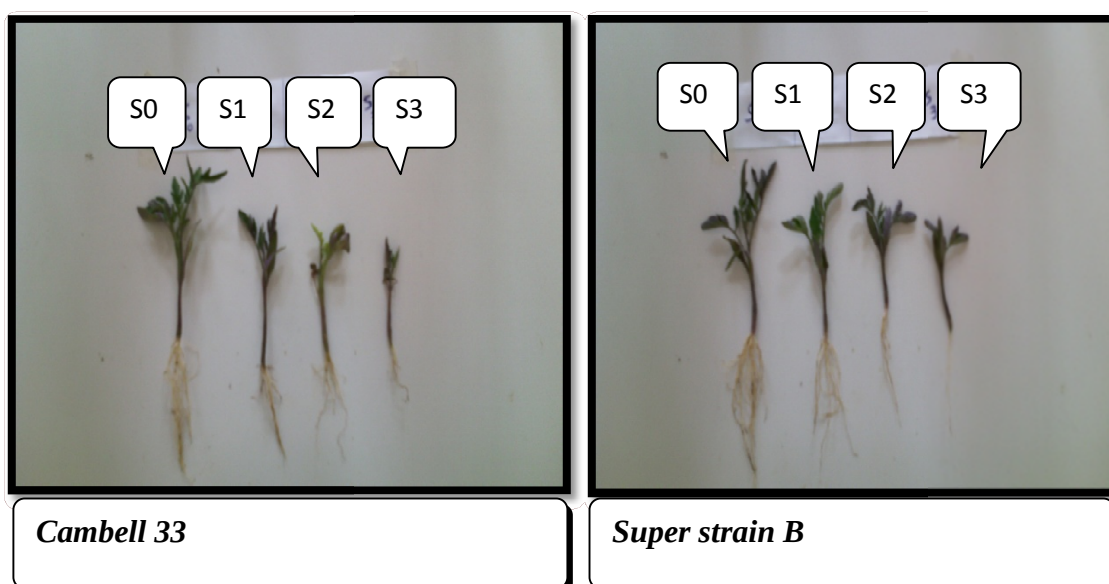


Photo3: la mesure de longueur des racines et des tiges après l'enlèvement de pot chez les deux variétés *Super strain B* et *Cambell 33*.

3.1.3. La matière fraîche et sèche (MF, MS) en g

A la fin d'expérimentation nous avons mesuré des biomasses fraîches des mêmes plantes utilisés pour la mesure des paramètres morphologiques (longueur des tiges et racines et nombre des feuilles).

On fait sécher les deux parties dans une étuve à 80°C pendant 24h. On pèse leurs poids frais et sec à l'aide d'une balance analytique.

3.2. Paramètres physiologiques et biochimiques

3.2.1. Teneur en eau relative (TER)%

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

$$TER\% = \frac{MF - MS}{MF_T - MS} \times 100$$

$$MF_T = MF_S - MS$$

3.2.2 Indice de sensibilité (IS) %

Il est obtenu en ramenant l'écart entre la production de matière sèche des plantes cultivées en présence de NaCl et celle des plantes témoins par rapport à ces derniers, selon la formule suivante (Slama, 1982) :

$$IS\% = 100 \times \frac{\Delta MS (NaCl) - \Delta MS (témoin)}{\Delta MS (témoin)}$$

ΔMS NaCl : variation de la production de la matière sèche sur milieu salé.

ΔMS témoin : variation de la production de la matière sèche sur milieu témoin.

3.2.3. Teneur en chlorophylle (Chl) (µg/g/MF)

L'extraction de la chlorophylle est faite suivant la méthode de Negazi étale (1998). Qui consiste en une macération des feuilles dans un mélange de l'acétone et de l'éthanol (75 % et 25%), les feuilles sont coupées en petits morceaux et mises dans les boîtes noires (pour éviter l'oxydation de la chlorophylle par la lumière) puis on procède à la lecture des densités optiques des solutions à l'aide, d'un spectrophotomètre, à deux longueurs d'ondes

(645 et 663 nm) après l'étalonnage de l'appareil avec la solution témoin d'acétone à 75% et Ethanol à 25%. La détermination des teneurs réalisée selon les formules :

$$\text{Chl a } (\mu\text{g}/1\text{g}/\text{MF}) = 11.64 \text{ DO}(663) - 2.16 \text{ DO } (645).$$

$$\text{Chl b } (\mu\text{g}/1\text{g}/\text{MF}) = 20.97 \text{ DO}(645) - 3.94 \text{ DO } (663).$$

$$\text{Chl t} = \text{Chl a} + \text{Chl b}.$$

DO : la lecture dans le spectrophotomètre (λ : 645, 663).

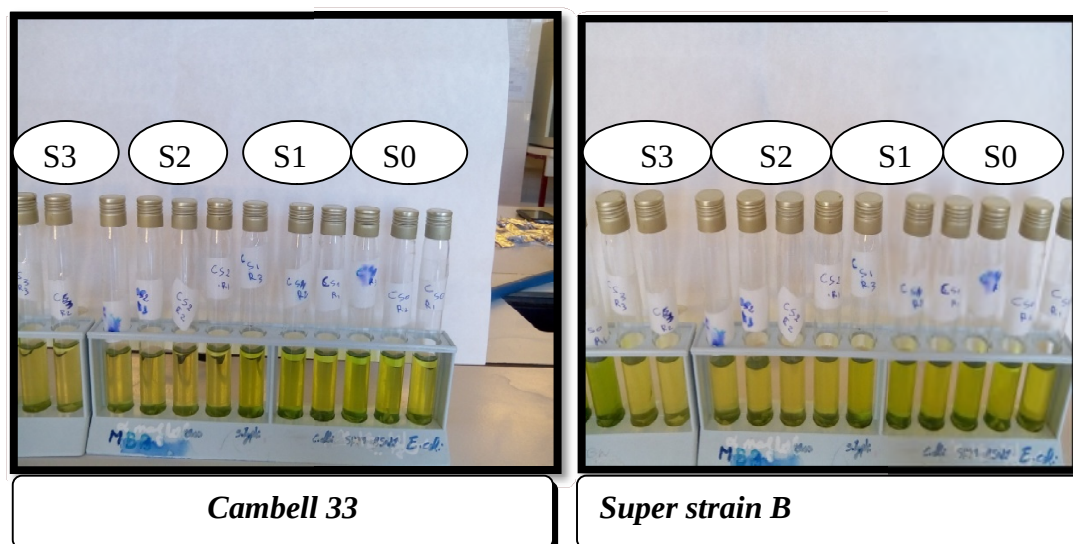


Photo 4: L'extraction de chlorophylle chez les variétés étudiées.

4. Analyse statistique

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

Chapitre III

Résultat et discussion

1. Résultats

1.1. Résultats de l'effet de salinités sur les caractères morphologiques

1.1.1 Longueur des tiges (LT) en cm

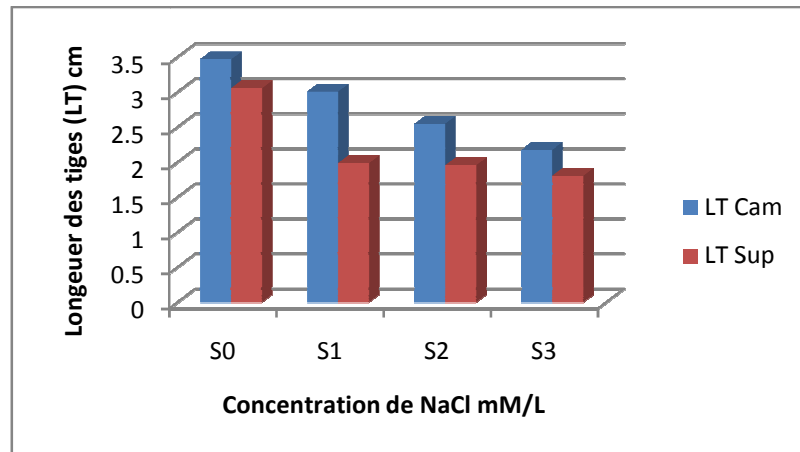


Figure 7 : Effet de la salinité sur la longueur des tiges chez les deux variétés dans la phase de croissance.

La figure (7) montre que, quelle que soit la variété, la longueur de tige est réduite comparativement au témoin et ceci pour les trois concentrations utilisées la plus grande valeur présente chez les plantes témoins (LT=3.47cm chez Cam et 3.06cm chez Sup) alors que la plus petite est enregistrée au niveau de S3 (LT=2.18cm chez Cam et 1.81cm de Sup).

Ainsi que l'analyse de variance a révélé que le traitement salin n'a pas causé une réduction significative de la longueur de tige (Tableau III).

Nous avons observé le comportement des deux variétés (Cam et Sup) est différent d'abord les concentrations salines, mais la variété (Cam) est plus résistante que la variété (Sup).

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

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	7	311.588	44.513	1.213	0.351
Erreur	16	587.101	36.694		
Total corrigé	23	898.689			

1.1.2. Longueur des racines (LR) en cm

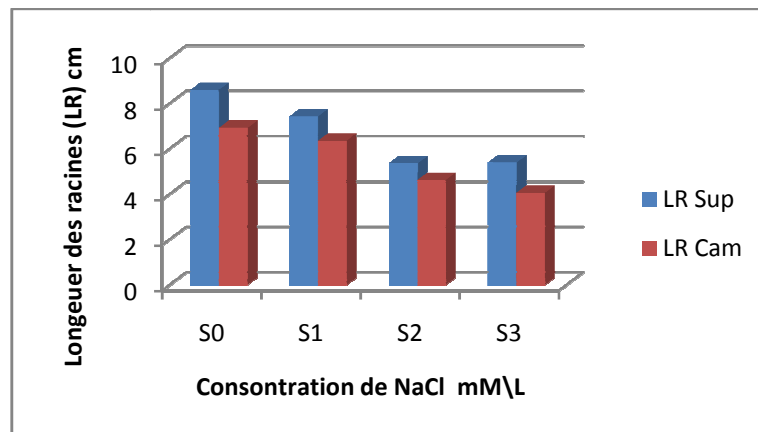


Figure 8: Effet de la salinité sur la longueur des racines dans la phase de Croissance chez les deux variétés

L'effet de NaCl se traduit par une réduction significative de la longueur des racines chez les deux variétés de tomate étudiées. La figure (8) représente les valeurs moyennes de la longueur des racines des plantes stressées par les différents traitements comparés au témoin. On remarque que la longueur des plantes témoins est plus importante par rapport à celles stressées chez les deux variétés. En effet, la longueur qui est de 8.6 cm chez le *Super strain B* et 6.93cm chez la *Cambell 33* dans la concentration S0, diminue à 5.4 cm chez *Super train B* et 4.06cm chez *Cambell 33*. Généralement, la longueur des racines de la variété *Super strain B* reste plus élevée que celle de la *Cambell 33*.

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

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

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	7	48.320	6.903	4.617	0.005
Erreur	16	23.920	1.495		
Total corrigé	23	72.240			

1.1.3. Nombre des feuilles

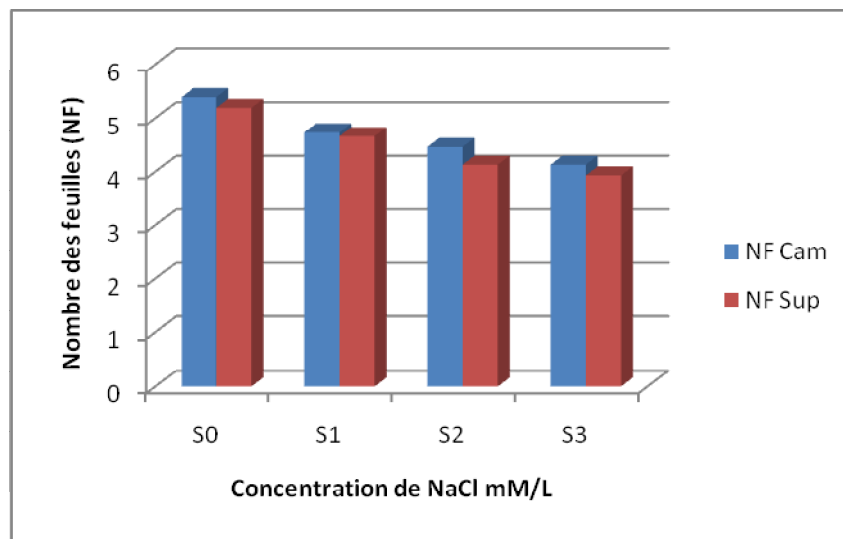


Figure9: Effet de salinité sur le nombre des feuilles dans la phase de Croissance chez les deux variétés.

La figure (9) représente les valeurs moyennes de nombre des feuilles des plantes stressées par les différents traitements comparés au témoin. Chez les plantes témoins, le nombre des feuilles par plante a varié de 5.39 chez la variété *Cambell33* à 5.19 chez la *Super strain B*, alors que les petites valeurs observées sont aux niveaux de S3 (3.93 chez Sup et 4.13 chez Cam). L'augmentation de concentration du sel dans l'eau d'irrigation a pour effet de réduire non significativement le nombre des feuilles chez les deux variétés.

Nous avons observé également le comportement des deux variétés est presque le même dans toutes les concentrations de NaCl, mais la variété de *Cambell 33* plus résistante que la variété de *Super strain B*.

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

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	7	784.065	112.009	0.977	0.480
Erreur	16	1834.332	114.646		
Total corrigé	23	2618.397			

1.1.4. Matière fraîche (MF) en g

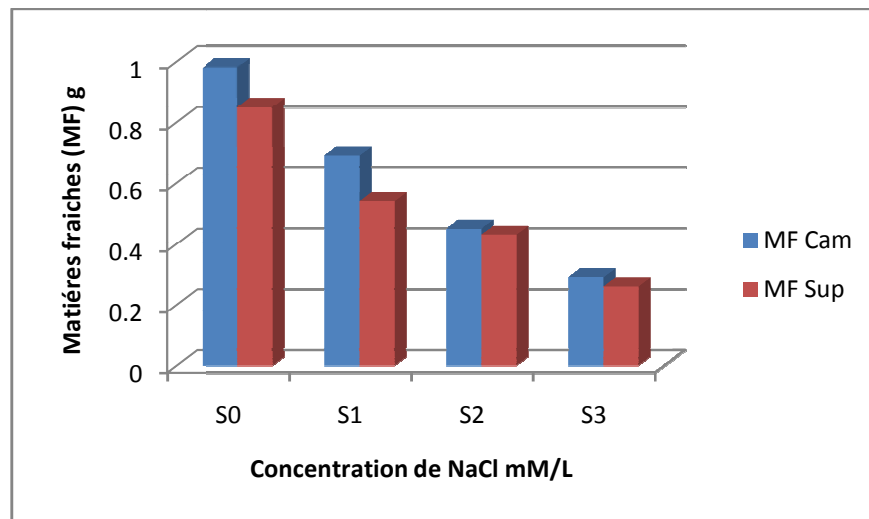


Figure 10: Effet de la salinité sur la matière fraîche des deux variétés de tomate.

L'analyse de la variance a montré que la production de matière fraîche de tomate a diminué hautement significativement avec l'augmentation de la salinité de l'eau d'irrigation (tableau VI). La réduction de biomasse fraîche est d'autant plus importante que la concentration en NaCl augmente, et surtout plus marquée à 150 mM/L (MF = 0.29 g chez Cam et 0.26 g chez Sup), alors que la plus grande valeur présente dans le S0 (MF = 0.98 g chez Cam et 0.85 g chez Sup).

L'importance de cette diminution varie également en fonction des variétés étudiées. La variété *Cambell 33* se distingue de la variété *Super strain B* par une MF plus élevée, à la fois en absence et en présence de stress salin.

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

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	7	1.401	0.200	9.203	0.000
Erreur	16	0.348	0.022		
Total corrigé	23	1.749			

1.1.5. Matière sèche (MS) en g

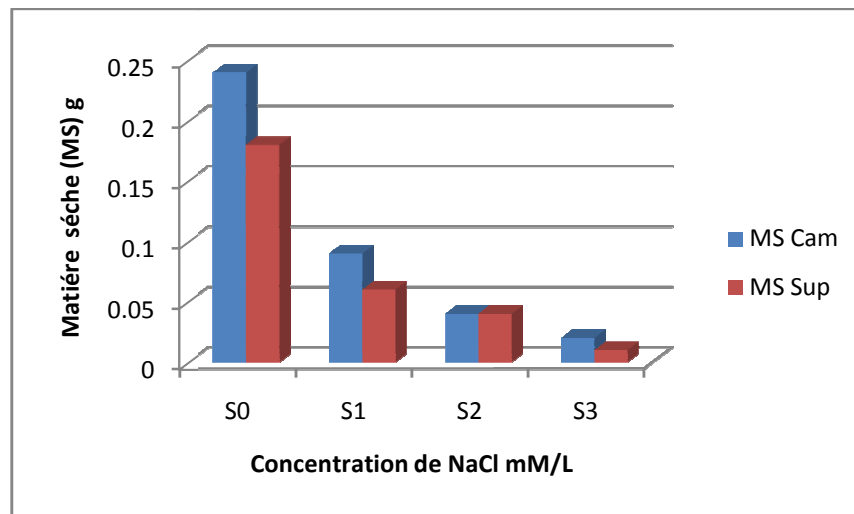


Figure 11: Effet de la salinité sur la matière sèche des deux variétés de tomate

Les résultats illustrés dans la figure (11) relatifs au paramètre de poids secs des plantules des deux variétés de tomate. L'analyse de la variance démontrent que l'effet de NaCl se traduit par une réduction hautement significative de la matière sèche chez les deux variétés étudiées (tableau VII), remarque que les poids des plantes témoins (S0) sont plus importants par rapport à celles stressées, les poids sèches maximaux qui sont (PS=0.24g chez Cam et PS=0.18g chez Sup) diminuent en S3 à (PS=0.02g chez Cam et PS=0.01g chez Sup).

Nous avons observé également que le comportement des deux variétés est différent dans les concentrations (S0, S1, S3), et semblable dans la concentration S2 de NaCl, mais la variété de *Cambell 33* est plus résistante que la variété de *Super strain B*.

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

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	7	0.119	0.017	6.590	0.001
Erreur	16	0.041	0.003		
Total corrigé	23	0.160			

1.2. Résultats de l'effet de salinité sur les caractères physiologique et biochimique

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

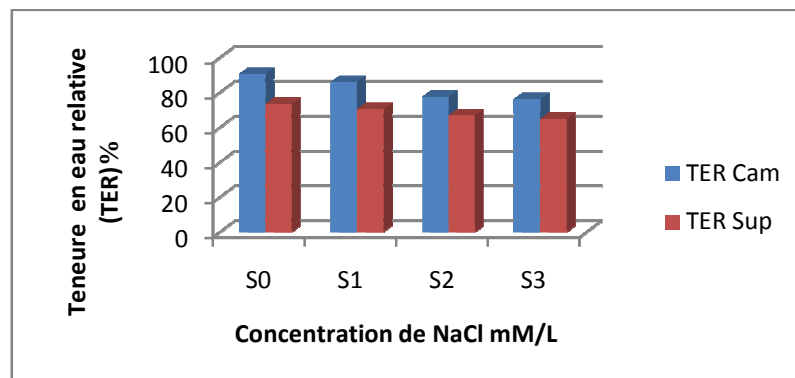


Figure 12: Effet de la salinité sur la teneur en eau relative chez les deux variétés.

Les résultats des moyens obtenus (figure 12) démontrent que la teneur relative en eau des plantes témoins de la variété de *Cambell 33*, s'est maintenue à niveau élevé approximatif de 90.66%. L'effet des sels combinés de concentration S1 a diminué cette teneur mais reste plus proche au témoin (86%) même avec l'augmentation de sel combiné à 150 mM/L (S3) la teneur en eau est de 76.29%.

Chez *Super train B* les valeurs des moyens les plus élevés sont enregistrées pour la concentration S0 avec des valeurs approximatives de 85%. diminuent significativement avec l'augmentation du traitement salin combiné de concentration S1 à 73.66%. les valeurs sont diminuées pour les concentrations S2 et S3 (70.66% et 67%).

D'après les résultats obtenus, il semble que la variété *Cambell 33* présente une tolérance à la salinité plus que *Super strain B*.

Tableau VIII : Analyses de la variance relative à l'effet du NaCl sur la teneur en eau relative chez les deux variétés de tomate.

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	7	1229.333	175.619	2.639	0.051
Erreur	16	1064.667	66.542		
Total corrigé	23	2294.000			

1.2.2 Indice de sensibilité de deux variétés de tomate

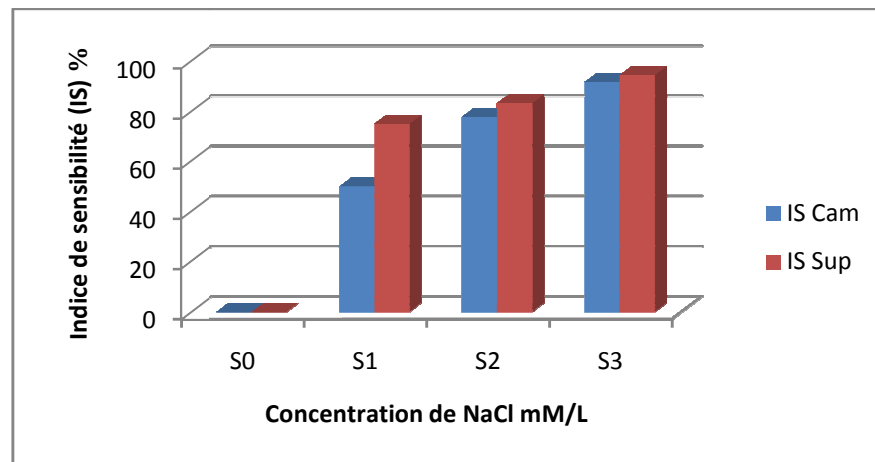


Figure 13 : Indice de sensibilité chez les deux variétés.

L'analyse statistique de l'indice de sensibilités a révélé que l'effet de salinité est très hautement significatif entre les deux variétés (tableau IX). Les résultats relatifs à l'indice de sensibilité montrent une augmentation progressive des sensibilités des plantes avec l'augmentation de la concentration de NaCl du milieu. L'indice de sensibilité est nul chez les plantes témoin, alors que les plus grandes valeurs sont enregistrées en S3 (IS=94.44% chez Sup et 91.66% chez Cam).

On observe que le comportement des deux variétés est différent. La variété *Super strain B* est plus sensible que la variété *Cambell33* à la salinité.

Tableau IX : Analyses de la variance de l'indice de sensibilité chez les deux variétés de tomate.

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	7	31697.778	4528.254		0.000
Erreur	16	0.000	0.000		
Total corrigé	23	31697.778			

1.2.3 Effet de salinité sur la teneur en chlorophylles

1.2.3.1. Effet de salinité sur la teneur en chlorophylle(a)

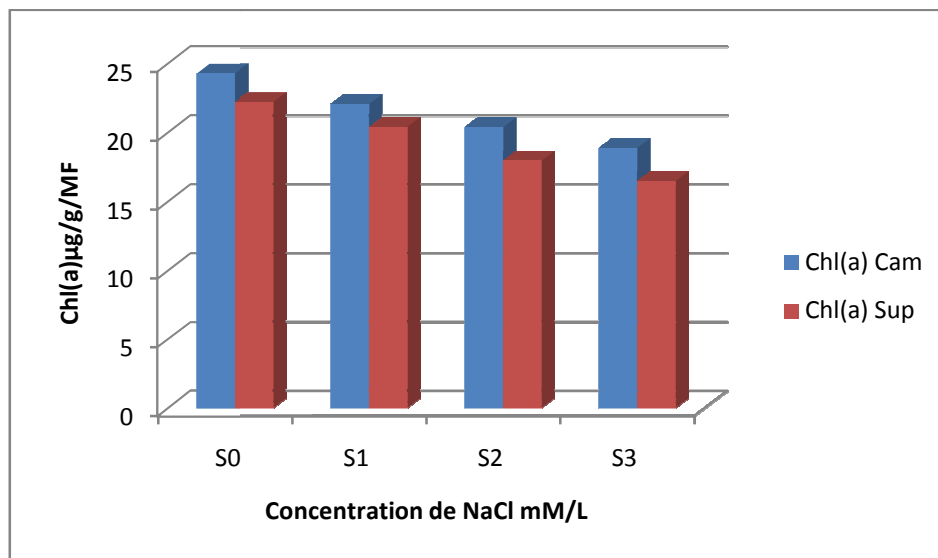


Figure 14: Effet de la salinité sur la teneur en chlorophylle(a) chez les deux variétés

A travers les résultats illustrés dans la figure (14), l'augmentation de la concentration salin dans le milieu est accompagnée d'une diminution très hautement significative chez les deux variétés en chlorophylle(a) (Tableau X) dans les feuilles. Les plantes témoins présentent également les teneurs en chlorophylles(a) plus élevée et sont de (24.31 et 22.25 μ g/g/MF), respectivement pour la variété *cambell33* et *Super strain B*. Les réductions plus importants ont été notées en présence de 150 mM /L de NaCl (19.5 et 18.9 μ g/g/MF respectivement chez les variétés Cam et Sup).

Tableau X : Analyses de la variance relative à l'effet du NaCl sur la teneur en chlorophylle (a) chez deux variétés de tomate.

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	7	13.662	1.952	15.319	< 0,0001
Erreur	16	2.038	0.127		
Total corrigé	23	15.700			

1.2.3.2 Effet de salinité sur la teneur en chlorophylle(b)

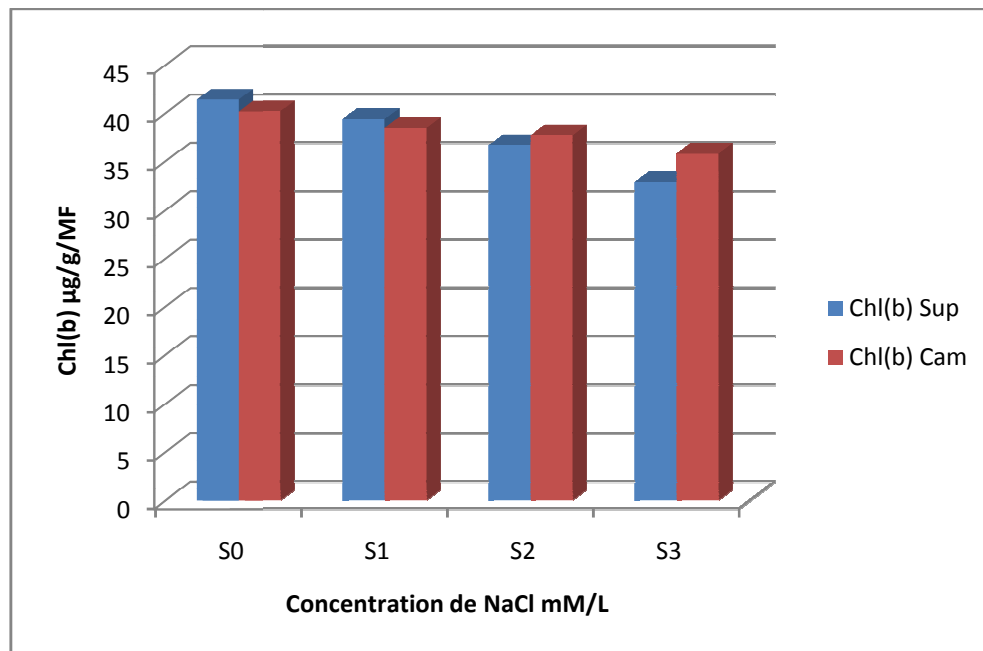


Figure 15: Effet de la salinité sur la teneur en chlorophylle (b) chez les deux variétés.

Pour la chlorophylle (b), les résultats portés sur la figure (15) montrent que les teneurs varient de (39 µg/g chez Cambell 33) à (40.2 µg/g chez Super train B) de matière fraîche chez les plantes témoins. Chez les plantes exposées à la solution de 150 mM /L, ces teneurs ont varié de 35.8 chez *Cambell 33* à 32.88 µg/g chez *Super strain B*. Des chutes enregistrées sous l'effet du sel sont hautement significatives pour les deux variétés.

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

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	7	17.205	2.458	24.305	< 0,0001
Erreur	16	1.618	0.101		
Total corrigé	23	18.823			

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

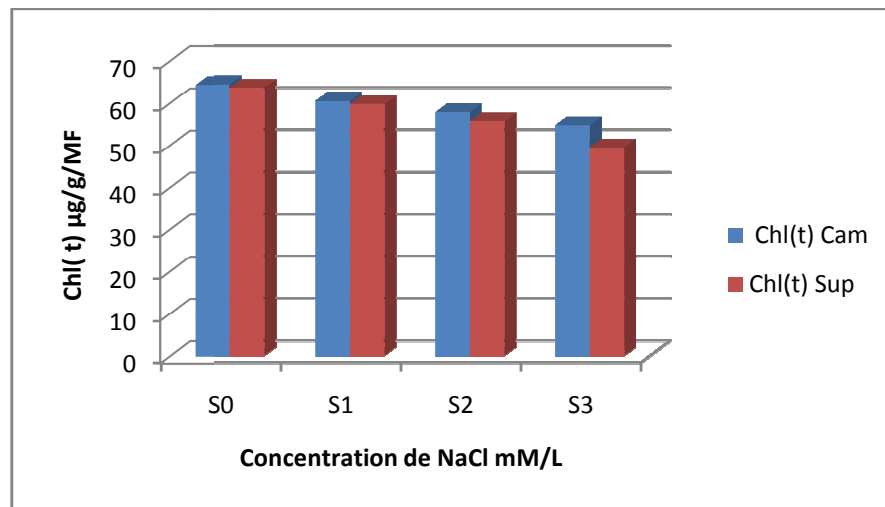


Figure 16: Effet de la salinité sur la teneur en chlorophylle total chez les deux variétés.

La teneur en chlorophylle totale a été significativement réduite par l'effet de la salinité (Tableau XII). Ainsi, chez les témoins, la teneur en chlorophylle totale est restée plus importante comparativement aux teneurs en chlorophylle totale dosées chez les plantes traitées par le sel (Figure 16), dans la concentration S1 (25 mM/L) a diminué cette teneur mais reste plus proche du témoin. Les réductions les plus importantes ont été notées en présence de 150 mM/L de NaCl (Chl(t)=54.7 chez Cam et 49.38 chez Sup).

La comparaison des moyennes dans les figures (16) montre des différences de la teneur en chlorophylle totale entre les plantes de la variété *Cambell 33* issue du premier traitement de NaCl (S1) s'avèrent insensibles au sel comparativement aux variétés *Superstrain B*. Avec l'augmentation de la concentration de NaCl les deux variétés réagissent significativement de même manière.

Tableau XII: Analyses de la variance relative à l'effet du NaCl sur la teneur en chlorophylle totale chez deux variétés de tomate.

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	7	38.781	5.540	4.389	0.007
Erreur	16	20.196	1.262		
Total corrigé	23	58.977			

La variété *Cambell 33* semble présenter pour l'ensemble des chlorophylles, toutes concentrations confondues, les teneurs les plus élevées. Par ailleurs, à la concentration S0 (témoin) et S1 (25mM/L) la variété *Super strain Bd* détient une teneur en chlorophylles (b) grande que la variété *Cambell 33* (figure 15).

1.3. Effet de l'interaction entre la salinité et variété sur les paramètres morphologiques physiologiques biochimique testés (tableaux XIII)

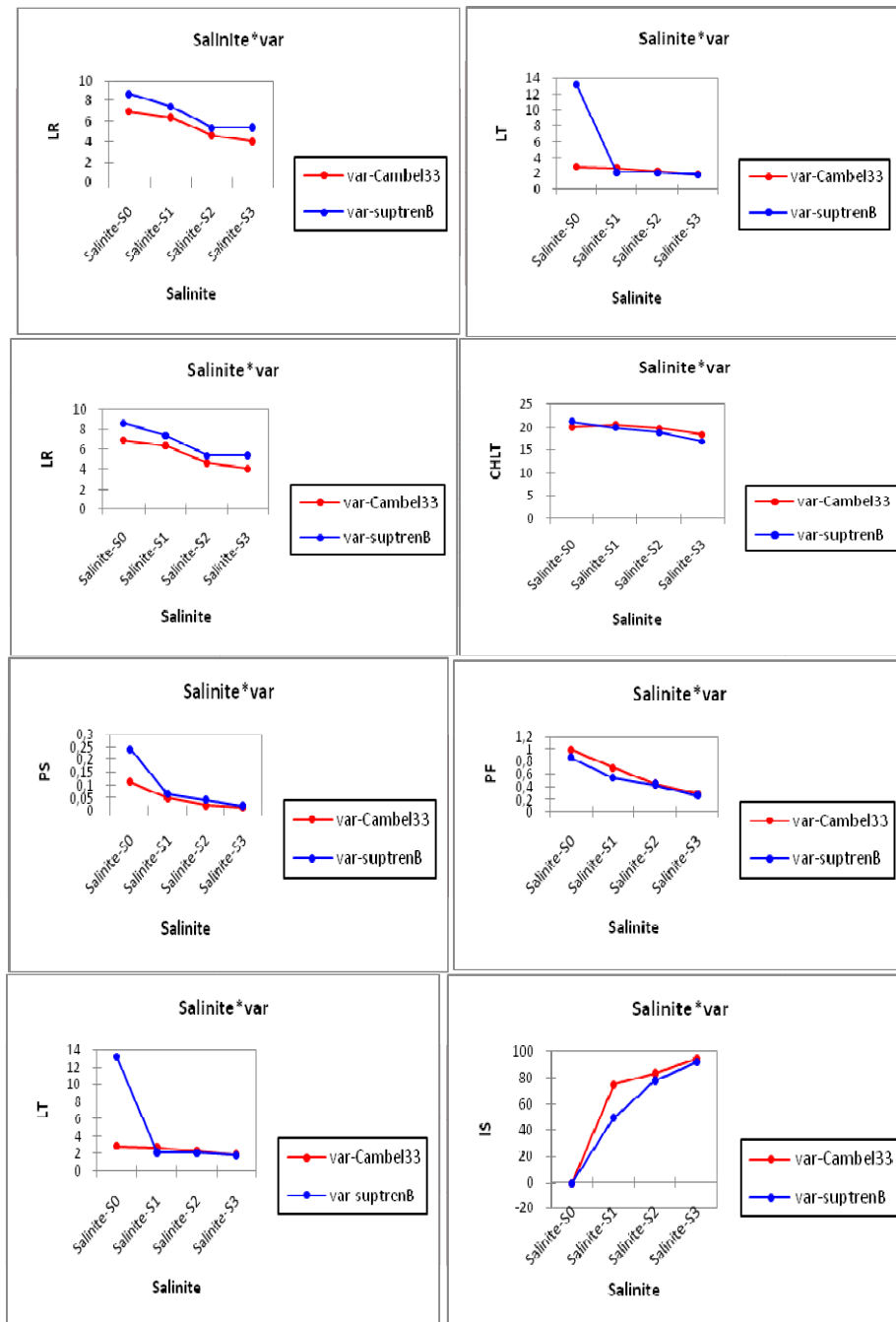


Tableau XIII : Analyse des différences (var*salinité) entre les modalités avec un intervalle de confiance à 95% Newman-Keuls (SNK).

Contraste	Différence	Différence standardisée	Valeur critique	Pr >Diff	Significatif
Salinité-S0*var- <i>super strain B</i> vs Salinité-S3*var-Cambell33	4,533	14,360	3,462	< 0,0001	Oui
Salinité-S0*var- <i>super strain B</i> vs Salinité-S2*var-Cambell33	3,967	12,565	3,352	< 0,0001	Oui
Salinité-S0*var- <i>super strain B</i> vs Salinité-S2*var- <i>super strain B</i>	3,233	10,242	3,222	< 0,0001	Oui
Salinité-S0*var- <i>super strain B</i> vs Salinité-S3*var- <i>super strain B</i>	3,200	10,136	3,064	< 0,0001	Oui
Salinité-S0*var- <i>super strain B</i> vs Salinité-S1*var-Cambell33	2,233	7,074	2,861	< 0,0001	Oui
Salinité-S0*var- <i>super strain B</i> vs Salinité-S0*var-Cambell33	1,667	5,279	2,580	0,000	Oui
Salinité-S0*var- <i>super strain B</i> vs Salinité-S1*var- <i>super strain B</i>	1,167	3,695	2,120	0,002	Oui
Salinité-S1*var- <i>super strain B</i> vs Salinité-S3*var-Cambell33	3,367	10,664	3,352	< 0,0001	Oui
Salinité-S1*var- <i>super strain B</i> vs Salinité-S2*var-Cambell33	2,800	8,869	3,222	< 0,0001	Oui
Salinité-S1*var- <i>super strain B</i> vs Salinité-S2*var- <i>super strain B</i>	2,067	6,546	3,064	< 0,0001	Oui
Salinité-S1*var- <i>super strain B</i> vs Salinité-S3*var- <i>super strain B</i>	2,033	6,441	2,861	< 0,0001	Oui
Salinité-S1*var- <i>super strain B</i> vs Salinité-S1*var-Cambell33	1,067	3,379	2,580	0,010	Oui
Salinité-S1*var- <i>super strain B</i> vs Salinité-S0*var-Cambell33	0,500	1,584	2,120	0,133	Non
Salinité-S0*var-Cambell33 vs Salinité-S3*var-Cambell33	2,867	9,080	3,222	< 0,0001	Oui
Salinité-S0*var-Cambell33 vs Salinité-S2*var-Cambell33	2,300	7,285	3,064	< 0,0001	Oui
Salinité-S0*var-Cambell33 vs Salinité-S2*var- <i>super strain B</i>	1,567	4,963	2,861	0,001	Oui
Salinité-S0*var-Cambell33 vs Salinité-S3*var- <i>super strain B</i>	1,533	4,857	2,580	0,000	Oui
Salinité-S0*var-Cambell33 vs Salinité-S1*var-Cambell33	0,567	1,795	2,120	0,092	Non
Salinité-S1*var-Cambell33 vs Salinité-S3*var-Cambell33	2,300	7,285	3,064	< 0,0001	Oui
Salinité-S1*var-Cambell33 vs Salinité-S2*var-Cambell33	1,733	5,490	2,861	0,000	Oui
Salinité-S1*var-Cambell33 vs Salinité-S2*var- <i>super strain B</i>	1,000	3,168	2,580	0,016	Oui
Salinité-S1*var-Cambell33 vs Salinité-S3*var- <i>super strain B</i>	0,967	3,062	2,120	0,007	Oui
Salinité-S3*var- <i>super strain B</i> vs Salinité-S3*var-Cambell33	1,333	4,223	2,861	0,003	Oui
Salinité-S3*var- <i>super strain B</i> vs Salinité-S2*var-Cambell33	0,767	2,428	2,580	0,067	Non
Salinité-S3*var- <i>super strain B</i> vs Salinité-S2*var- <i>super strain B</i>	0,033	0,106			Non
Salinité-S2*var- <i>super strain B</i> vs Salinité-S3*var-Cambell33	1,300	4,118	2,580	0,002	Oui
Salinité-S2*var- <i>super strain B</i> vs Salinité-S2*var-Cambell33	0,733	2,323	2,120	0,034	Oui
Salinité-S2*var-Cambell33 vs Salinité-S3*var-Cambell33	0,567	1,795	2,120	0,092	Non

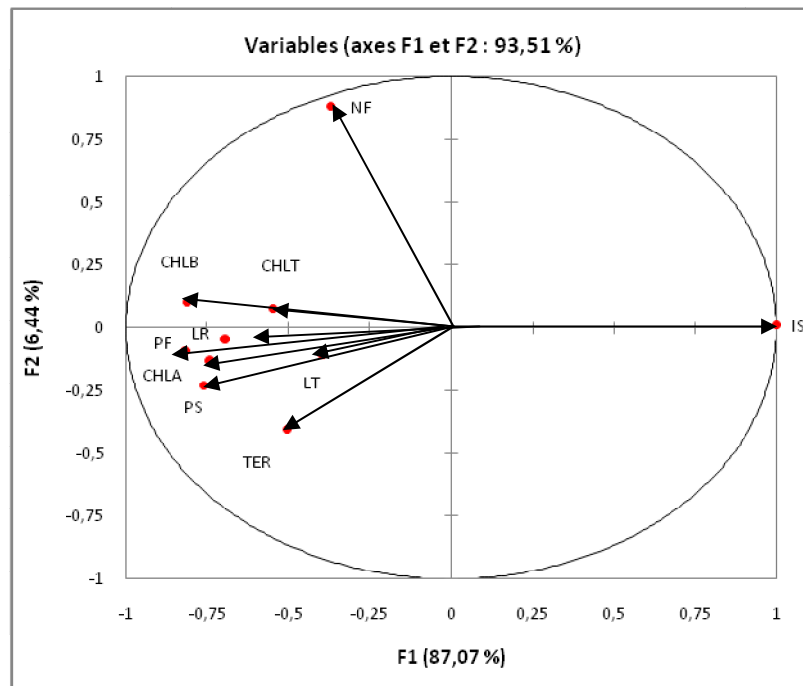


Figure 17 : Cercle de la corrélation des variables étudiées durant la phase de croissance végétatif.

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

Les résultats présentée dans le tableau(XII), montre une différence de l'interaction variété/ salinité.

Tableau XIV : 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
Sup	A*A**A***		BAB	CAD		CAD
Cam	ABC	ABB	ABC	CBD	CBE	CBE

*:l'effet variété

** : l'effet salinité

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

2. Discussion :

Chez toutes les espèces végétales, glycophytes comme halophytes, la salinité du milieu entraîne, à partir d'un certain seuil, une réduction de biomasse. Néanmoins, le degré d'inhibition de la croissance dépend du genre, de l'espèce, de la variété, ainsi que du stade du développement de la plante et de la nature de l'organe (Shannon et Noble, 1995). Évaluée sur l'ensemble du cycle du développement, la tomate est considérée comme une plante modérément sensible au NaCl (Maas, 1990).

La réduction des biomasses de plante, observée chez les deux variétés de la tomate sous l'effet des fortes concentrations en NaCl a été rapportée par plusieurs auteurs chez différentes espèces dont le blé (Isla *et al.*, 1998), l'orge (EL-Mekkaoui *et al.*, 1994), le sorgho (Igartua *et al.*, 1995), le tournesol (El Midaoui *et al.*, 1999) la luzerne (Mezni *et al.*, 2002 ; Ibriz *et al.*, 2005), et la vigne (Walker *et al.*, 2003 ; Charbaji *et al.*, 2004).

Cette réduction peut être liée à des perturbations de concentrations des régulateurs de croissance acide abscissique et cytokinines comme décrit par (Termaat *et al.*, 1985 et Kuiper *et al.*, 1990), mais aussi à une réduction de la capacité photosynthétique suite à une diminution de la conductance stomatique du CO₂ induite par la contrainte salin (Walker *et al.*, 1981 ; Santiago *et al.*, 2000).

La réduction de croissance serait principalement due à l'effet osmotique de la salinité (Ruiz *et al.*, 2001). Ainsi, on peut exclure que l'effet inhibiteur de NaCl sur la croissance passe par une perturbation de l'alimentation en eau.

Selon nos résultats, le stress salin entraîne un retard dans la croissance végétale. Il se traduit par une réduction significative de la longueur des racines et faible significatif de la hauteur des tiges et diminution du nombre des feuilles, ce même comportement a été observé par (Chartzoulakis et Klapaki, 2000).

Cette réduction de la longueur des racines et des tiges est peut être liée à l'influence nocif du stress salin cause de l'inhibition des divisions cellulaires par la salinité qui conduit à la formation des tiges et racines anormaux, selon (Turan *et al.*, 2007; Taffouo *et al.*, 2010).

Les effets néfastes de la salinité sur la croissance des plantes sont généralement associés au faible potentiel osmotique qui provoquent des perturbations multiples sur le métabolisme, la croissance et le développement des plantes au niveau moléculaire, biochimique et physiologique (Tester et Davernport, 2003 ; Yamaguchi et Blumwald, 2005).

Ceci observe d'abord au niveau des pigments photosynthétiques qui ont subi sensiblement des réductions de leur teneur en chlorophylle dans les feuilles des plantules des deux variétés. Selon El Iklile*et al.*, (2002), la réduction de la chlorophylle a peut être liée à la sensibilité de l'une des étapes de sa biosynthèse au chlorure de sodium.

Levitt (1980), attribue la dégradation des chlorophylles foliaires sous l'effet du stress salin, à la destruction des pigments chlorophylliens et à l'instabilité du complexe pigmentaire protéique perturbé par l'excès des ions Na^+ et Cl^- .

La teneur en eau relative est significativement réduite par la salinité surtout pour le traitement sévère S3. Nos résultats confirment ceux trouvés par Hassani (2014), qui affirment que le sel diminue la transpiration des glycophytes, conséquence ou cause de la diminution de la transpiration, ainsi l'absorption hydrique par les racines est également réduite.

L'analyse de l'indice de sensibilité confirme la classification des variétés.

Enfin, il ressort de cette étude comparative vis-à-vis de la salinité et les résultats nous pouvons remarquer que la variété *Super strainB* a montré une sensibilité plus importante par rapport à la variété *Cambell 33* face au stress salin.

Conclusion

Conclusion

Au terme de notre travail qui a visé à étudier la tolérance de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) var: *Super strain Bet Cambell 33* à la salinité en appliquant différentes concentrations de sels combinés NaCl à (25, 50, 150 mM/L) dans le but de déterminer l'effet du stress salin sur la croissance des tiges (LT), racines (LR) et le nombre des feuilles (NF), sur quelques paramètres physiologiques et biochimiques à savoir la chlorophylle (a, b, t), il ressort que cette espèce répond différemment aux différentes concentrations de NaCl appliquées en fonction de l'organe considérée.

Nous avons relevé à cet effet :

- Une diminution de la hauteur des tiges et des racines dans toutes les plantes stressées par les sels combinés (25, 50, 150 mM/L) par rapport aux plantes qui sont arrosées par l'eau (témoins).
- Une diminution de la matière fraîche et sèche et une augmentation de l'indice de sensibilité.
- Une diminution de la teneur en eau relative et de la teneur en chlorophylle (a, b, t).

Enfin, sachant que plusieurs plantes expriment de fortes potentialités de croissance, de prélèvement et de stockage de sel dans leurs parties aériennes sont intéressantes pour la fixation et le dessalement des sols dans les zones arides et semi arides, peuvent être exploitées pour une meilleure valorisation des sols fortement salés et participer à la protection de ces agrosystèmes, c'est une solution efficace pour lutter contre la désertification causée par leur caractéristique.

Pour diminuer l'intensité de l'effet des stress salins, les généticiens recherchent des mécanismes et des essais pour favoriser des plantes résistantes à la salinité, comme l'insérer dans les plantes des tomates cultivées des éléments de génome d'autres plantes résistantes au sel.

Références

Références Bibliographiques

- 1- **Abde Latef A.A, 2010.**Changes of antioxidative enzymes in salinity tolerance among different wheat cultivars. CerealRes. Comm. p p 38, 43–55.
- 2- **Al-Karaki G. N, 2000.**Growth, water use efficiency, and sodium and potassium acquisition by tomato cultivars grown under salt stress.Journal of Plant Nutrition.Vol. 23, N°. 1.pp 1- 8.
- 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, N°. 1.pp 20- 31.
- 4- **Allakahverdiev S.L., Nishiyama Y., Suzuki I., Sakamoto A., Murata N,2000.** Genetic engineering of the unsturation of fatty acids in membrane lipids tolerance of synechocystis to salt stress.Proc. Nat. Sci., USA,(96).p p5862-5867.
- 5- **Amokrane .M.S,2004.** Etude de la variabilité de la germination sous stress salin chez quelques populations d'espèce de medicago.L , Thèse Ing agro INA EL Harrach.
- 6- **Amokrane .M.S,2004.** Etude de la variabilité de la germination sous stress salin chez quelques populations d'espèce de medicago.L , Thèse Ing agro INA EL Harrach.
- 7-**Annonyme, 2009.** Nouveau deprèdateur de la tomate . Etats des lieux et programme d'action. Note de l'Institut national de Production des végétaux (INPV).
- 8-**Annonyme , 2010.**Caractéristiques et importance de la tomat . INRA.pp 2-8.
- 9-**Arbaoui M., Benkhelifa M., Belkhodja M, 2000.**Réponses physiologiques de quelques variétés de blé dur à la salinité au stade juvénile. Option méditerranéenne. pp 267-27.
- 10-**Aubert G, 1982.**Les sols sodiques en Afrique du nord .Cahier O.R.S.T.O.M .ServicePédologie. p 194.
- 11- **Baatour O.M., Rah S., Ben brahim N., Boulesnem F., Lachaal M, 2004.** Réponse physiologique de la gesse (*Lathyrussativus*) à la salinité du milieu. Revue des Régions Arides, Tome 1, N°. spécial. pp 346- 358.
- 12- **Ben Ahmed H., Araf ., M., Zid E, 2008.**Tolérance à la salinité d'une Poaceae à cycle court : la séttaire (*Setariaverticillata*L.). C.R. Biologies, 331. pp164-170.
- 13- **BenhamidA., DjeghbalA, 2005.**Contribution à la caractérisation biométrique etanatomique de la végétation halophile dans les dépressions salées de la cuvette de Ouargla (cas du chott Ain El-Beida et de la sebkha de Bamendil). Mémoire Ingénieur en Ecologie végétale et Environnement, Université KasdiMerbah, Ouargla, p71.

- 14-Bennaceur M., Rahmoun C., Sdiri H., Medahi M., Selmi M, 2001.** Effet du stress salin sur la germination, la croissance et la production de grains de blé. *Sécheresse*, 12 (3), pp 167-174.
- 15-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. pp 2004- 2014.
- 16- Bouaouina S., Zid E., Hajji M. 2000** Tolérance à la salinité, transports ioniques et fluorescence chlorophyllienne chez le blé dur (*Triticum turgidum* L.). CIHEAM –Options Méditerranéennes. p2.
- 17-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.
- 18- Calvet R, 2003.** Le sol, propriété et fonction, phénomènes physiques et chimiques. Tome 2. Ed. France. Agricole. p511.
- 19-Charbaji T., Ayyoubi Z, 2004.** “Differential growth of some grapevine varieties in Syria in response to salt in vitro”. In *Vitro Cell. Dev. Biol. Plant*, 40. pp 221-224.
- 20- Chartzoulakis K., klapaki G, 2000.** Response of two greenhouse pepper hybrids to NaCl salinity during different growth stages. *Sci. Hortic.* 86. pp 247–260.
- 21- Chaux C. L., Foury C.L, 1994 .** Cultures légumières et maraichères. Tome III : légumineuses potagères , légumes fruités . Tec et Doc Lavoisier, Paris. p563.
- 22-Cherbuy B, 1991.** Les sols salés et leur réhabilitation étude bibliographique. Cemagref, école. Nat. Rennes. p170.
- 23- Chevery C, 1995 .** Plant behaviour in saline environment . Action eau N°4, revue spécialisée du 22 mars 1995 . Ed Acad Agro , France. p 49.
- 24- Chougar S. 2011.** Bioécologie de la mineuse de la tomate *tuta absoluta* (MEYRICK ,1917) (Lepidoptera : Gelechiidae) sur trois variétés de tomate sous serre (Zahra , Dawson et Tavira) dans la wilaya de tizi-ouzou. pp 6-12.
- 25- Cronquist A, 1981.** An integrated system of classification of flowering plants. *Columbia University*. p1256.
- 26- Dajoz, 1982.** Précis d’écologie. Ecologie fondamentale et appliquée Ed. Gauthier-Villiers Paris. p 503.

- 27- **Debez A., Chaibi W., Bouzid S, 2001.** Effet du NaCl et de régulateurs de croissance sur la germination d'*Atriplex halimus* L. Cahiers d'Etudes et de Recherches Francophones/Agricultures, Vol. 10, N° 2. pp135- 138
- 28- **Dore C., Varoqaux F, 2006 .** Histoire et amélioration de cinquante plantes cultivées. Ed. INRA, Paris. p 698.
- 29- **Douaouia., Hartani T, 2008 .** Impact de l'irrigation par les eaux souterraines sur la dégradation des sols de la plaine du Bas-Chellif. Scientific Commons. Vol. 2, N°3. p9.
- 30- **Duchaufour P. H, 1977.** Pédologie : sol, végétation, environnement. Ed Masson. Paris. p350.
- 31- **Dutuit P., Pourrat Y., Dutuit J. M, 1994.** La notion de stress de la cellule à l'écosystème. Sécheresse, Vol. 5, N°. 1. p p23- 31.
- 32- **El-Ikhlil Y., Karrou M., Mrabet R., Benichou M, 2002.** Effet du stress salin sur la variation de certains métabolites chez *Lycopersicon esculentum* et *Lycopersicon esculentum*. Can. J. Plant Sci. 82. pp 177–183.
- 33- **El Midaoui M., Talouizte A., Benbella M., Serieys H., Berville A, 1999.** "Responses of live sunflower genotypes (*Helianthus annuus* L.) to different concentrations of sodium chloride". Helia. 22(30). pp 125-138.
- 34- **EL Mekkaoui M., Agbani M., Monneveux P, 1994 .** "Rôle de la sélectivité K⁺/Na⁺ et de l'accumulation de proline dans l'adaptation à la salinité chez l'orge (*Hordeum vulgare* L.) et du blé dur (*Triticum durum* Desf.)". Acte Inst. Agron. Vét. (Maroc), 14(2). pp 27-36.
- 35- **Gaucher G., Burdin, 1974.** Géologie, géomorphologie et hydrologie des terrains salés, presses, presses Universitaires de France. p230.
- 36- **Girard P., Prost J., Bassereau P, 2005.** Passive or Active Fluctuations in Membranes Containing Proteins Phys. Rev. Lett. 94, 088102. pp 60-64.
- 37- **Gousen H., Lefoy J., Ozenda P, 1982.** Précis de botanique deuxième Ed. Masson, Paris. p172.
- 38- **Greenway H., Munns R, 1980.** Mechanisms of salt tolerance in non-halophytes. *Ann. Rev. Plant Physiol* 31. pp 149–190.
- 39- **Hamza M, 1977.** Action de différents apports de chlorure de sodium sur la physiologie de deux légumineuses (*Phaseolus vulgaris*) sensible et (*Hedysarum curnosum*) tolérante, relation hydrique et ionique. Thèse de doctorat. Univ Paris VII.

- 40- Haouala F., Ferjani H., BenelHadj S., 2007.** Effet de la salinité sur la répartition des cations (Na^+ , K^+ et Ca^{2+}) et du chlore (Cl^-) dans les parties aériennes et les racines du ray-grass anglais et du chiendent. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 11 (3). pp 235 -244.
- 41- Hasegawa P.M., Bressan. R.A., Zhu J.K., Bohnert H.J, 2000.** Plant cellular and molecular responses to high salinity. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 51. pp 463-499.
- 42- Hassani A., Seddiki D., Kouadria M., Bouchenafa N., Negadi M, Labdaoui D, 2014.** Effet de la salinité sur le comportement physiologique et biochimique de l'Oléastre (Olivier spontané) et l'olivier cultivé (variété Sigoise).
- 43- Hayashi H., Murata N, 1998.** Genetically engineered enhancement of salt tolerance in higher plants. In: Sato Murata N, (Ed.), *Stress Response of Photosynthetic Organisms: Molecular Mechanisms and Molecular Regulation*. Elsevier, Amsterdam. p 133-148.
- 44- Hopkin W.G., 2003.** *Physiologie végétale – traduction de la 2e éd. américaine par sergerambour révision scientifique de Charles-Marie Evrard Boeck univ. Bruxelles*. pp 61-476.
- 45- Ibriz M., Thami Alami I, Zenasni L., Alfaiz C., Benbella M, 2005.** Effet de la salinité sur le rendement en biomasse et la composition en éléments minéraux d'écotypes marocains de luzerne (*Medicago sativa* L.). *Al awamia* Vol.2 N° 3.
- 46- Igartua E., Garcia M.P., Lasajm, 1955.** Field responses of grain sorghum to salinity gradient. *Field Crop Research* 42 (1). pp 15-25.
- 47- Immamulhuq S.M., Larher F, 1986.** Dynamics of Na^+ , K^+ and proline accumulation in salt treated *Vigna sinensis* L. and *Phaseolus aureus* L. *J. plant physiol.* pp 119, 133-147.
- 48- INRA, 2009.** Sélectionner des tomates qui plaisent aux consommateurs. http://www.inra.fr/les_partenariats/collaborations_partenaires/entreprises/en_direct_des_labos/selection tomates qui plaisent consommateurs, (15/08/09).
- 49- Itcmi, 1994.** Guide pratique ; la culture de la tomate industrielle S. ASHABANE ; Imp Elouafak.
- 50- Jabnoue M, 2008.** adaptation des plantes au stress Salin : caractérisation de la transporteur de sodium et potassium de la famille HKT chez le riz. Thèse doctorat, univ Montpellier II.
- 51- Kaburet A., Hekimian Letecheve C, 2003.** Les légumineuses à grains. In. *Memento de l'Agronome*, Paris-France, CIRAD-GRET, p 865-878.

- 52- Kaci S., Bissati S. et Djerroudi O, 2012** -Effet d'un stress salin sur la réponse minérale D'atriplexcanescens (pursh) nutt .Université KasdiMerbah Ouargla. Revue des BioRessources .Vol 2 N 2. pp 48-58
- 53- Kao R. K., Jaiswal W., Kolch ., Landreth G.F, 2001.** Identify cation of the mechanisms regulating the differential activation of the mapk cascade by epidermal growth factor in PC12 cells. J.Biol.Chem.276 .pp18,169-181.
- 54- Keleve N, 1976.** Les cultures maraichères en Algérie.TomeI.Légumesfruits.EdMinistère de l'Agruculture et des Reforme Agricoles .52p.
- 55- Kuiper D., Schuit D., Kuiper J.C, 1990.** “Actual cytokinin Concentrations in plant tissue as an indicator for salt resistance in cereal”. Plant Soil.pp123, 243-245.
- 56-Kurban H., Saneoka H., Nehira k., Adilla R., Pomachandra G.S., Fujita K, 1999** .Effet of saliniy on growth, photosynthesis and mineral composition in leguminous plant alhagipseudoalhagi(Bieb). Soil Sci. Plant Nutr.pp45-851-862.
- 57- Larher F., Huqis M., Gernat-Sauuge D, 1987.** Les colloques d'INRA. N°7, nutrition azotée des légumineuses, P.GUY. Ed INRA.pp 181-192.
- 58- Latgui A, 1984** Effets des déférents niveaux de fertilisation potassique sur la fructification de la tomate cultive en hiver sous serre non chauffée.thèseMagistere.INA El-Harrach.
- 59- Laumonnier R, 1979** cultures légumières et maraichère.tome III.EdBailiere, Paris.279p.
- 60- Leclerc J.C, 1999.** Ecophysiologie végétale – publications univ. Saint Etienne. pp 188- 235.
- 61- Lemee G, 1978.**Précis d'écologie végétale. Masson, Paris .pp 131- 132.
- 62- Levigneron A., Lopez F., Vansuyt G., Berthomieu P., FourcroyP., Casse-Delbart F., 1995.**Les plantes face au stress salin. Cahiers Agricultures.4 (4).pp 263-273.
- 63- Levitt J, 1980.** Salt and ion stress. In Levitt J. (eds). Response of plant to environmental stresses.Vol II, water radiation, salt and others stresses. New York: Academic Press. pp 365–406.
- 64- Maas E.V ,1990.** Crop salt tolerance.In Agricultural salinity assessment and management. American Society of Civil Engineers: New York. Ed. Tanji KK. pp 262–304.

- 65- Mezni M., Albouchi A., Bizid E., Hamza M, 2002.** Effet de la salinité des eaux d'irrigation sur la nutrition minérale chez trois variétés de luzerne pérenne (*Medicagosativa*). *Agronomie*, 22, (2002). pp. 283-291.
- 66- Munns R, 1995 .**The significance of atwo-phase growth response to salinity in wheat and barley. *Australian Journal of Plant Physiology* 22.pp 561–56
- 67- Munns R, 2002.**Comparative physiology of salt and water stress. *Plant Cell Environ.* 25(2) : 239–250. doi:10.1046/j.0016-8025. 2001.00808.x. PMID.pp1184-1667.
- 68- Munns R., Richard A.J., Lauchli A, 2006.** Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. *Journal of Experimental Botany*, Vol. 57, N^o. 5. pp 1025–1043.
- 69-Munns R ., Termaat A , 1986.** Whole plant response to salinity.*AustralianJornal of Plant Physiology* 13.pp 143-160.
- 70- Munro B., Smmal E ,1997 .** Les légumes du Canada. Ed Val Morin, Québec, Canada.p436.
- 71- Naika S.,Dejeude J.V. L., Dejeffau M., Hilmi M. et Vandam B,2005 -**La culture de tomate, production.transformation et commercialisation Ed wageningen.pays.Bas. p105.
- 72- Niu X., Rsessan R .A., Hasegawa P .M., PARDO J M, 1995.**Ion homeostasis in NaCl stress environments. *Plant Physiology*. 109 (3).pp 735- 742
- 73- Osman .A , 1982 .**The future of arid zones .1èth congress intern . Sci .Of . Soil Managinge and resources.pp 101-105.
- 74- Parida A.K., Das A.B, 2005-Salt tolerance and salinity effect on plants: review.** *Ecotoxicology and Environmental Safety*. Vol.pp 60 ,pp324-349.
- 75- Piri K., Anceau C., Eljaafari S., Lepoivre P., Semal J, 1994.**
Sélection in vitro de plantes androgénétiques de blé tendre résistantes à la salinité. *L'amélioration des Plantes*. Ed. AUPELF-UREF, Paris.pp 311- 320.
- 76-Polese J. M, 2007.** La culture de la tomate. Ed Artémis.p95.
- 77- Poljakoff., Mayber A, 1975.**Morphological and anatomical changens as a response to salinity stress, in *Plants in Saline Environments*. *Ecological Studies. Analysis and Synthesis* (POLJAKOFF-MAYBER, A. et GALE, J., Eds). Vol. 15. pp 97-117. Springer, Berlin.
- 78- Publishers B, 2004.** Ressources végétales de l'Afrique tropicale. Tome 2 : légumes. Ed .Dunod.p 736.

- 79- Raache I., Karbouss A., Haloua R, 2004.** Caractérisation morphologique et anatomique de quelques espèces halophiles dans la cuvette de Ouargla. Mémoire Ingénieur, Université de Ouargla. p 67.
- 80- Rejili M., Vadel M. A., Neffatp M, 2006.** Comportements germinatifs de deux populations de *Lotus creticus*(L.) en présence du NaCl. Revue des Régions Arides, Vol. 17, N°.1. pp 65- 78.
- 81- Rengasamy P, 2010.** Soil processes affecting crop production in salt-affected soils. Aust. J. Soil Res. 37. pp 613-620.
- 82- Reynolds M. P., Ortiz-Monasterio J I., McNab A, 2001.** Application of Physiology in Wheat Breeding. Mexico, D.F.: CIMMYT. pp 101-111.
- 83- Robert M., 1996-**Le sol : interface dans l'environnement ressource pour le développement. Ed. MASSON, Paris. p 96 .
- 84- Rozema A., Flowers T. J., Flowers S A., 2008.** Why does salinity pose such a difficult problem for plant breeders? Agricultural Water Management. Vol.78, N°. 1-2. pp 15- 24.
- 85- Ruiz-Medrano R., Xoconostle C., Lucas W. J, 2001.** "The phloem as a conduit for inter-organ communication. Curr. Opin. Plant Biol. pp 4, 202- 209.
- 86- Santiago I. S., Laut S., Melcher P. J., Steele O. C., Goldstein G., 2000.** "Morphological and physiological responses of Hawaiian Hibiscus tiliaceus populations to light and salinity". Int. J. Plant Sci., 161. pp 99-106.
- 87- Servant J. M, 1975.** Etude pédologique des sols halomorphes. Thèse. Doc. Uni. Montpellier. p194 .
- 88- Shannon M. C., Noble C. L, 1995.** Variation in salt tolerance and ion accumulation among subterranean clover cultivars. Crop Sci, 35. pp 788-804.
- 89- Sheng M., Tang M., Chan H., Yang B., Zhang F., Huang Y, 2008.** Influence of arbuscular mycorrhizae on photosynthesis and water status of maize plants under salt stress. Mycorrhiza 18. pp 287–296.
- 90- Soukeina M., Moukhta R, 2010.** Etude des réponses physiologique et métabolique de dix variétés de riz (*Oryza sativa* L.) aux premiers stades de développement vis-à-vis du stress salin. pp 45-60
- 91- Taffouo V. D., Wamba F. O., Youmbi E., Nono G., Amougou A, 2010.** Growth, yield, water status and ionic distribution response of three bambara groundnut (*Vigna subterranea* L.) landraces grown under saline conditions. Int. J. Bot., 6(1). pp 53-58
- 92- Tester M., Davenport R. J, 2003.** Na⁺ transport and Na⁺ tolerance in higher plants. Ann. Bot. (Lond.), 91 : 503–527. doi:10.1093/aob/mcg058. PMID. pp 12646496.

- 93- Termaat A., Passioura J.B., Munns R, 1985.** “Shoot turgor does not limit shoot growth of NaCl affected wheat and barley”. *Plant Physiol.* pp 77,869-872.
- 94- Thomson W. W, 1975.** The structure and function of salt glands. In: *Plants in Saline Environments*. Ecological Studies 15. Plojakoff–Mayber, A. and J. Gale (eds.): 118-46. Springer-Verlag, Berlin.
- 95- Tremblin G., Coudret A, 1986.** Salinité, transpiration et échanges de CO₂ chez *Haloelaeis amplexicaulis* (Vahl.) Ung. *Oecol. Plant.* 7 (21) .pp 417-431.
- 96- Turan M.A., Turkmen N., Taban N, 2007.** Effect of NaCl on stomatal resistance and proline, chlorophyll, Na, Cl and K concentrations of lentil plants. *J. Agron.*, 6(2).pp 378-381.
- 97- Walker R.R., Torokfalvy E., Scott nS., Kriedemann P.E, 1981.** “An analysis of photosynthetic response to salt treatment in *Vitis vinifera*”. *Aust. J. Plant Physiol.* pp 8 ,359-374.
- 98- Walker R.R, 2003.** “Salinity effects on vines and wines”. *Bull. OIV*.pp 76 201-227.
- 99- Winicov I, 1998.** New molecular approaches to improving salt tolerance in crop plants. *Ann. Bot. (Lond.)*, 82(6) . doi:10.1006/anbo.1998.0731. pp703–710.
- 100- Yamaguchi T., Blumwald E ., 2005.** Developing salt –Tolerance crop plants : challenges and opportunities . *Trends plant sci.* 10(12).pp 615-620.
- 101- Annonyme, 2011.** <http://fr.wikipedia.org/wiki/>

Annexes

Annexe I :Les paramètres morphologique après le traitement par les différentes concentrations de NaCl durant la phase de croissances de plantule.

Tableau XV: Les valeurs de la longueur des racines(LR) et des tiges (LT) et nombre des feuilles (NF).

Concentration Les valeurs	Sup				Cam			
	S0	S1	S2	S3	S0	S1	S2	S3
LT	3.06	1.99	1.96	1.81	3.47	3.01	2.55	2.18
LR	8.6	7.43	5.36	5.4	6.93	6.36	4.63	4.06
NF	5.19	4.66	4.13	3.93	5.39	4.73	4.46	4.13

Tableau XVI: Les valeurs de la matières sèches(Ms) et fraiches (MF) et teneur en eaux(TER) et l'indice de sensibilité(IS).

Concentration Les valeurs	Sup				Cam			
	S0	S1	S2	S3	S0	S1	S2	S3
MS	0,18	0.06	0,04	0,01	0.24	0,09	0.04	0.02
MF	0,85	0,56	0,043	0,26	0,98	0,69	0,45	0,29
TER	85	73.66	70.66	67	90,66	86	76.33	76.29
IS	0	75	83,33	94,44	0	50	77,77	91,66

Tableau XVII: Les valeurs des teneurs en chlorophylle (Chl t).

Chl(t)		S0	S1	S2	S3
	Sup	63.69	59.83	55.64	49.38
	Cam	64.51	60.54	57.83	54.7

Annexe II : Analyse statistique

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

Modalité	Moyenne estimée	Groupes		
Salinité-S0	7.767	A		
Salinité-S1	6.900		B	
Salinité-S2	5.000			C
Salinité-S3	4.733			C

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

Modalité	Moyenne estimée	Groupes	
var-Super strain B	6.700	A	
var-Cambell33	5.500		B

Tableau XX : la séparation des groupes homogène selon le test de NEWMAN-KEULS au seuil de (5%) sur l'interaction salinité - variétés.

Modalité	Moyenne estimée	Groupes				
Salinité-S0*var-Super strain B	8.600	A				
Salinité-S1*var-Super strain B	7.433		B			
Salinité-S0*var-Cambell33	6.933		B	C		
Salinité-S1*var-Cambell33	6.367			C		
Salinité-S3*var-Super strain B	5.400				D	
Salinité-S2*var-Super strain B	5.367				D	
Salinité-S2*var-Cambell33	4.633				D	E
Salinité-S3*var-Cambell33	4.067					E

Annexe III : Les Photos des matérielle utilisé



Photo 5: Spectrophotomètre



Photo 6 : Tuve



Photo 7 : Balance analytique

Résumé

Résumé

Résumé:

Notre travail a étudié l'effet du stress salin sur les paramètres physiologiques, morphologiques, ainsi que les paramètres biochimiques, et sont comparés chez deux variétés de tomate (*Cambell 33* et *Super strain B*) soumises à des concentrations croissantes de NaCl. (0, 25, 50, et 150 mM/L).

Le nombre des feuilles, la longueur des tiges, la matière fraîche et sèche, sont diminués par l'augmentation de sel, la variété *Super strain B* a été plus affectée par rapport à *Cambell 33*. Par ailleurs la longueur des racines est aussi affectée par une diminution significative chez *cambell 33* comparativement à *Super strain B*.

Les teneurs en chlorophylles et en l'eau sont diminuées significativement chez *Super strain B* par rapport à *Cambell 33*.

L'indice de sensibilité des plantes dans les milieux concentrés en NaCl est plus élevé chez *Super strain B* par rapport à *Cambell 33*.

Ces résultats semblent montrer que les deux variétés étudiées sont sensibles à la salinité dans les limites de concentrations testées et que la variété *Super strain B* semble relativement plus sensible que la variété *Cambell 33*.

Mots clés : Tomate, salinité, adaptation, variété, morphologie, sensibilité.

Abstract:

Our work is studying the effect of salt stress on physiological, morphological, and biochemical levels. These levels were compared with two varieties of tomato (*Cambell 33* and *Super strain B*) subjected to increasing concentrations of NaCl. (0, 25, 50, and 150 Mm/L). The numbers of leaves, stem length, the fresh and dry matter were decreased by increasing salt, the variety *Super strain B* was more affected than *Cambell 33*. In another side root length also affects by a significant decrease in *cambell 33* compared with *Super strain B*. The contents of chlorophyll and water are significantly decreased in *Super strain B* over than *Cambell 33*. The index of plant susceptibility in NaCl concentrated media is higher for *Super strain B* compared to *Cambell 33*.

These results suggest that both varieties studied are sensitive to salinity within the limits of the tested concentrations and the *Super Strain B* variety seems relatively more sensitive than the variety *Cambell 33*.

Key word: Tomatoes, salinity, adaptation, variety morphology, sensibility.

المخلص:

يتمثل عملنا هذا في دراسة تأثير الاجهاد الملحي على المعايير المورفولوجية، الفزيولوجية والبيوكيميائية ومقارنتها عند نوعين من الطماطم : *Cambell 33* و *Super Strain B* في تراكيز مختلفة من NaCl (0،25،50، 150 ميلي مول/ل).

يتناقص كل من عدد الاوراق، وطول الساق، الوزن الطازج والوزن الجاف بزيادة التراكيز الملحية، كما تأثر نوع *Super Strain B* بالملوحة اكثر من نوع *Cambell 33*

إنخفض طول الجذور انخفاضا معتبرا خاصة عند النوع *Cambell 33* مقارنة بالنوع *Super strain b*.

إنخفض مستوى الكلوروفيل (a,b,t) والماء النسبي عند النوع *Super Strain B* مقارنة بالنوع *Cambell 33* ، خاصة في التراكيز الملحية المرتفعة.

ارتفع معامل الحساسية عند النباتات المدروسة في الوسط المحلي NaCl خاصة عند النوع *Super strain B* مقارنة بالنوع *Cambell 33*.

تشير النتائج أن كلا الصنفين المدروسين حساسان للملوحة في حدود التراكيز الملحية المختبرة وأن النوع *Super Strain B* أظهر حساسية أكبر مقارنة بالنوع *Cambell 33* الذي كان متحملا للملوحة.

الكلمات المفتاحية: نوع، تأقلم، ملوحة، حساسية، مورفولوجية، طماطم.