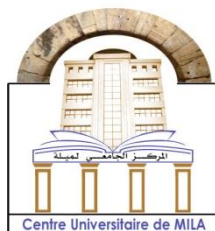


N° Ref :



Centre Universitaire Abdelhafid Boussouf-Mila

Institut des Sciences et de la Technologie

Département des Sciences de la Nature et de la Vie

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

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Biologie Appliquée et Environnement

Option : Biotechnologie végétale et amélioration des plantes

Thème :

**L'effet de stress salin (NaCl) sur les caractères
morpho-physiologiques et biochimiques chez deux
variétés de la tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill).**

Présenté par : -Benhamada Soumia.

-Ouaret Souad.

Devant le jury composé de :

Présidente : Zaidi Sara

Examineur : Yahia Abdelwahab

Promoteur: Bouassaba Karima

Grade : Maitre-Assistant A

Grade : Professeur

Grade : Maitre-Assistant A

Année Universitaire: 2016/2017

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 été là dans mes moments de détresse, **ma très chère Mère.***

*A mes chers frères: **Foudil, Chabane ,Amar ,Rabeh, AbdElhadi, Salimet Kamel.***

*Mes chères soeurs :**Hassina, Bariza, Hanane et Fayrouz.***

A tous mes oncles et tantes, cousins et cousines.

A mes meilleurs amis

A mes chères nièces.

A mes très chers neveux.

*A tous mes collègues de promotion de master et spécialement
A tous ceux qui, par un mot, m'ont donné la force de continuer.*

Souad



Dédicaces

Je dédie humblement ce manuscrit à :

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

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

*A mes chers frères:Mourad ,Adel, AbdElghani ,Ali et
AbdElmalek.*

Ma chère sœur : Siham

A tous mes oncles et tantes, cousins et cousines.

A mes meilleurs amis:

A mes chères nièces.

A mes très cheresneveux.

A tous mes collègues de promotion de master et spécialement

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

Soumia

REMERCIEMENT

*Avant tout. Nous adressons nos remerciements à **ALLAH**, 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} **ZAIDI SARA** maître Assistant A au Centre Universitaire **ABEDELHAFID BOUSSOUF** de Mila d'avoir accepté de présider le jury. NOUS respectueuse considération.*

*NOUS exprimons nos remerciements et notre gratitude à M, **YAHIA ABDELWAHAB** maître Assistante A au Centre Universitaire **ABEDELHAFID BOUSSOUF** de Mila, pour avoir accepté d'examiner ce travail.*

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

Soumia et Souad

SOMMAIRE

Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des photos	
Liste des abréviations	
Introduction	

Première parties : Etude bibliographique

Chapitre I : Généralité sur la tomate

1. Historique.....	3
2. Classification de la tomate	3
2.1. Classification botanique (systématique).....	3
2.2. Classification génétique	4
2.2.1. Variétés fixées	4
2.2.2. Variétés hybrides	5
2.3. Classification variétale selon le mode de croissance	5
2.3.1. Variété à croissance indéterminée	5
2.3.2. Variété à croissance déterminée	6
2.3.3. Variété buissonnante.....	6
3. Caractéristique morphologique de la tomate	7
3.1. L'appareil végétatif	7
3.2. L'appareil reproducteur.....	8
4. Caractéristiques physiologiques de la tomate	10
4.1. Le cycle biologique de la tomate.....	10
4.1.1. La germination.....	11
4.1.2. La croissance	11
4.1.3. La floraison.....	11
4.1.4. La pollinisation.....	12
4.1.5. La fructification et nouaison des fleurs	12
4.1.6. La maturation du fruit.....	12
5. Les exigences édapho-climatiques de la tomate	12

Sommaire

5.1. Les exigences climatiques.....	12
5.1.1. La température de l'air	13
5.1.2. La lumière.....	13
5.1.3. L'humidité de l'air.....	14
5.2. Exigences édaphiques	14
5.2.1. La nature du sol	14
5.2.2. La température du sol	15
5.2.3. Le pH du sol	15
5.2.4. L'humidité du sol.....	15
5.2.5. La salinité du sol.....	15
5.2.6. L'aération du sol.....	16
5.3. Exigences nutritionnelles	16
5.3.1. Exigences hydrique.....	16
5.3.2. Exigences en éléments fertilisants.....	16
6. Intérêt économique de la tomate	17
6.1. Principaux pays exportateurs de tomates fraîches en 2006.....	17
6.2. Evolution des superficies, des productions et des rendements de tomate	18
6.3. Les contraintes de la production de tomate en Algérie	18
7. Importance de la tomate.....	19
7.1. Valeur nutritionnelle des fruits de tomate	19
7.2. Importance médicinale de la tomate.....	20
8. Les contraintes de la culture de la tomate	20
8.1. Les contraintes abiotiques	20
8.1.1. Nécrose apicale.....	20
8.1.2. Les fentes de croissance	21
8.1.3. Le coup de soleil.....	21
8.1.4. Chlorose.....	21
8.1.5. Collet verdit	21
8.1.6. Collet jaunit	21
8.1.7. Eclatement des fruits de la tomate	21
8.2. Les contraintes biotiques.....	24
8.2.1. Les maladies cryptogamiques.....	24
8.2.1.1 L'Alternariose de la tomate	24

Sommaire

8.2.1.2. Le mildiou.....	24
8.2.1.3. La fusariose	24
8.2.1.4. La verticilliose (<i>Verticillium dahliae</i>).....	24
8.2.1.5. L' oïdium	25

Chapitre II : La Salinité

1. La Salinité	26
1.1. Définition de la salinité	26
1.2. Principaux sels solubles	26
1.3. Répartition des sols salés	26
2. Salinité et la plante.....	27
2.1. Le stress salin:	27
3. Effets de la salinité sur la physiologie des plantes.....	28
3.1. Sur la germination	28
3.2. Sur la croissance et le développement.....	28
3.3. Sur la biochimie de la plante	29
3.4. Effets sur la nutrition minérale des végétaux	30
4. Mécanismes d'adaptations à la salinité.....	30
4.1. Caractéristiques morphologiques et anatomiques	30
4.2. Caractéristiques physiologiques.....	30
5. Les mécanismes de tolérance à la salinité.....	31
5.1. Plantes résistantes à la salinité	31
a. les halophytes obligatoires :.....	32
b. Les halophytes facultatives :.....	32
c. Les glycophytes :	32
6. La résistance à la salinité	32
a. La sélectivité.....	33
b. L'exclusion.....	33
c. L'accumulation.....	34
7. Adaptation des végétaux à la salinité.....	34
7.1. Adaptation physiologique	34
a. L'augmentation de la teneur des sucres solubles.....	35

b. L'accumulation de proline.....	35
c. Dilution et accumulation des sels	36
7.2 Adaptations morphologique	36

Deuxième partie : Etude expérimental

Chapitre I : Matériels et Méthodes

1. Protocole expérimental	36
1.1. Matériel végétal utilisé :.....	38
2.1. La germination des graines	37
-Repiquage des grains germés.....	38
3.1. le sol	38
4.1. Dispositif expérimentale	40
5. Les paramètres morpho- physiologiques et biochimiques :.....	40
5.1. Les paramètres morphologiques étudiés	41
5.1.1. Nombres des feuilles (NF).....	41
5.1.2. Longueur des racines et des tiges (LR, LT) en cm.....	41
5.1.3. La matière fraîche et sèche (MF, MS g) :.....	41
5.2. Paramètres physiologiques et biochimiques	42
5.2.1. Teneur en eau relative (TER) %.....	42
5.2.2. Teneur en chlorophylle (Chl) ($\mu\text{g/g/MF}$).....	42
5.2.3. Dosage des sucres solubles : glu ($\mu\text{g/100mg/MF}$).....	43
6. Analyse statistique :	44

Chapitre II: Résultats et Discussion

1 .Résultats.....	46
1.1. Les paramètres physiologiques :	44
1.1.1. Longueur des tiges (LT) en cm :	44
1.1.2. Longueur des racines (LR) en cm.....	46
1.1.3. Nombre des feuilles	47
1.1.4. Matière fraîche (MF) en g :	49

Sommaire

1.1.5. Matière sèche (MS) en g :.....	50
1.2. Résultats de l'effet de salinité sur les caractères physiologique et biochimique	52
1.2.1. Effet de salinité sur La teneur en eau relative (TER)	52
1.2.2. Effet de salinité sur la teneur en chlorophylles.....	53
1.2.2.1. Effet de salinité sur la teneur en chlorophylle(a)	53
1.2.2.2. Effet de salinité sur la teneur en chlorophylle(b).	55
1.2.2.3 Effet de salinité sur la teneur en chlorophylle total (t).....	56
1.2.3. La teneur en sucres	58
2. Discussion :	61
Conclusion	
Références Bibliographique	
ANNEXES	
Résumé	

Liste des tableaux

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
Tableau I	Valeur nutritionnelle moyenne pour 100g de tomate.	17
Tableau II	Le degré de tolérance des cultures aux sels.	27
Tableau III	Analyses de la variance relative à l'effet du NaCl sur la longueur des tiges chez les deux variétés de tomate.	42
Tableau IV	Analyses de la variance relative à l'effet du NaCl sur la longueur des racines chez les deux variétés de tomate.	43
Tableau V	Analyses de la variance relative à l'effet du NaCl sur le nombre des feuilles chez les deux variétés de tomate.	45
Tableau VI	Analyses de la variance relative à l'effet du NaCl sur la matière fraîche chez les deux variétés de tomate.	46
Tableau VII	Analyses de la variance relative à l'effet du NaCl sur la matière sèche chez les des variétés de tomate.	47
Tableau VIII	Analyses de la variance relative à l'effet du NaCl sur la teneur en Relative chez les deux variétés de tomate.	48
Tableau X	Analyses de la variance relative à l'effet du NaCl sur la teneur en Chlorophylle(a) chez les deux variétés de tomate.	49
Tableau XI	Analyses de la variance relative à l'effet du NaCl sur la teneur en Chlorophylle(b) chez deux variétés de tomate.	50
Tableau XII	Analyses de la variance relative à l'effet du NaCl sur la teneur en chlorophylle total chez les deux variétés de tomate.	52
Tableau XIII	Analyse de la variance de la teneur en sucres solubles chez les deux variétés de tomate (<i>Riogrand et Cambelle 33</i>).	53

Liste des figures

Liste des figures

N°	Titre	pages
Fig 01	Schéma de deux types de croissances de tomate : (a) indéterminée, (b) déterminée	4
Fig 02	Appareil végétatif de la tomate : A : Système racinaire ; B : Tige de tomate ; C : Feuille de tomate	6
Fig 03	Appareil reproducteur de la tomate : A : la fleur de tomate (Chaux et Foury, 1994) ; B : le fruit de tomate (Chaux et Foury, 1994). ; C : graine de tomate (Anonyme4, 2009).	8
Fig 04	Les contraintes abiotiques de la tomate. A : nécroses apicales sur tomate ; B Symptômes de fentes de croissance sur tomate .C : Coup de soleil sur fruit. D : Jaunissement des feuilles chez la tomate. E : Eclatement du fruit de tomate.	20
Fig 05	Schéma représente les différentes étapes pour déterminer la teneur en chlorophylles.	38
Fig 06	Schéma représente les différentes étapes pour déterminer la teneur en sucres	39
Fig 07	Effet de la salinité sur la longueur de tige chez les deux variétés dans la phase de croissance.	41
Fig 08	Effet de la salinité sur la longueur des racines dans la phase de Croissance chez les deux variétés.	42
Fig 09	Effet de salinité sur le nombre des feuilles dans la phase de Croissance chez les deux variétés.	44
Fig 10	Effet de la salinité sur la matière fraîche des deux variétés de tomate.	45
Fig 11	Effet de la salinité sur la matière sèche des deux variétés de tomate.	46

Liste des figures

Fig 12	Effet de la salinité sur la teneur en eau relative chez les deux variétés.	47
Fig 13	Effet de la salinité sur la teneur en chlorophylle(a) chez les deux variétés	49
Fig 14	Effet de la salinité sur la teneur en chlorophylle (b) chez les deux variétés de tomate.	50
Fig 15	Effet de la salinité sur la teneur en chlorophylle total chez deux variétés de tomate.	51
Fig 16	Teneurs en sucres solubles chez les deux variétés de tomates en fonction de l'intensité du stress salin.	52
Fig 17	Cercle de la corrélation des variables étudiées durant la phase de croissance végétative.	57

Liste des photos

Liste des photos

N°	Titre	Page
Photo1	Les grains de deux variétés de tomate.	32
Photo2	Les pots en plastiques remplis de terre végétale.	32
Photo3	La préparation de mélange d'un sol de culture.	33
Photo4	Repiquage des grains germés chez les deux variétés.	34
Photo5	Le dispositif expérimentale des deux variétés <i>Cambell33</i> et <i>Riogrand</i> .	35
Photo6	la mesure de longueur des racines et des tiges après enlèvement de pot chez les deux variétés <i>cambell 33</i> et <i>riogrand</i>	36
Photo 7	L'extraction de chlorophylle chez les deux variétés étudiées.	40
Photo 8	L'extraction de sucre chez les deux variétés étudiées.	40

Liste des abréviations

Liste des abréviations

ACP	Analyse en composant principales
C°	Dégré Celsius
Ca Cl₂	Chlorure de Calcium
CaCO₃	Carbonate de Calcium
Camb	<i>Cambell 33</i>
Ca SO₄	Sulate 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
K	Kilo
K⁺	Potassium
LR	Longueur de racine
LT	Longueur de tige
MF	Matière fraiche
MFs	Matière fraiche en saturation
mg	Milli gramme
Mg	Magnésium
MgCl₂	Chlorure de magnésium

Liste des abréviations

MgCO₃	Carbonate de magnésium
MgSO₄	Sulfate de magnésium
M ha	Millions d'hectare
Mm	Millimètre
mML	Milimoles par litre
MS	Matière sèche
N	Azote.
Na	Sodium
NaCl	Chlorure de Sodium
Na₂CO₃	Carbonate de Sodium
NaHCO₃	Bicarbonate de Soduim
NaSO₄	Sulfate de Sodium
NF	Nombre des feuilles
nm	Nano mètre
NO₃	Nitrate
P	Phosphore
Ph	Potentiel d'hydrogène
R	Répétitions
S	Solution
SNK	Test de Newman-Keuls
Riog	<i>Riogrand</i>
TER	La teneur en eau relative
USA	United Situations American
Mg	Micro-gramme
Δ MS	Variation de la production de la matière sèche

Liste des abréviations

DO	La lecture dans le spectrophotomètre
-----------	--------------------------------------

Introduction

Introduction

La tomate est le légume le plus consommé dans le monde après la pomme de terre. Elle est cultivée sous presque toutes les latitudes avec une superficie d'environ 3 millions d'hectares. Sa culture occupe près du tiers des surfaces mondiales consacrées aux légumes.

La production mondiale s'élevait en 1994 à 77,5 millions de tonnes. (Charrier et al., 1997). La tomate se cultive sur une superficie de 24.234 hectares et produit 1.040.100 t.an⁻¹. Cependant, cette production se caractérise par des faibles rendements, allant de 33 t.ha⁻¹ (tomate de plein champ: mars à août) à 63 t.ha⁻¹ (tomate de serre: septembre à juin).

En effet, les rendements qu'on souhaite atteindre sont de l'ordre de 40 à 50 t.ha⁻¹ pour les tomates de plein champ et de 120 t.ha⁻¹ pour les tomates de serre. (Hannachi C, 2001), Ces faibles rendements sont dus principalement aux températures basses ($\leq 10^{\circ}\text{C}$ sous serre) et élevées 30°C en plein champ) et, à la salinité (apports excessifs des engrais et irrigation avec des eaux saumâtres 3 à 4 g/l).

En vue de surmonter cette difficulté, deux principales méthodes d'amélioration peuvent être proposées: la sélection gamétique par allo fécondations, mutations naturelles, mutations induites et croisements dirigés et la sélection par voie biotechnologique, en pratiquant la culture de cellules ou de cals résistants à NaCl (Bourgeois-Chaillou et al., 1987).

Les changements climatiques deviennent de plus en plus contraignants pour la croissance et le développement des plantes notamment dans les zones semi-arides et arides (Belkhodja et al., 2004).

L'Algérie fait partie du groupe des pays méditerranéens où la sécheresse, observée depuis longtemps, a conduit manifestement au processus de salinisation des sols (Gaucher et al., 1974)

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

En Afrique, près de 40 Million hectares sont affectés par la salinisation, soit près de 2% de la surface totale (Iptid, 2006).

Introduction

Les sols salins sont très répandus à la surface du globe, leur salinité constitue l'un des principaux problèmes du développement agricole (Beldjoudi et *al.*, 2002).

La salinité reste la plus grande contrainte, qui a franchit les sols agricoles et les parcours parce qu'elle diminue gravement le taux de la fertilité de ses sols, même arrivant à être stérile non adaptés à la culture ou pour le développement d'une végétation multi- espèces sauf les halophytes.

Elle entraîne une réduction des surfaces cultivables et combinée à d'autres facteurs, elle représente une menace pour l'équilibre alimentaire des régions arides et semi-arides (Dutuit, 1999).

Dans les écosystèmes fortement salés, les halophytes évoluent naturellement; néanmoins, au cours de leur développement diverses espèces expriment des degrés différents dans la tolérance à la salinité (Belkhodja et Bidai, 2004).

La salinité joue un rôle important dans l'existence et la distribution des plantes.

A la différence des glycophytes, les halophytes se développent mieux sur un sol riche en sels (Niu et *al.*, 1995).

Ces plantes, tolèrent non seulement des hauts niveaux de salinité dominée par la richesse en sodium et en chlore, mais la présence de sels dans le milieu de culture est nécessaire pour leur croissance et leur développement (Flowers et *al.*, 1986).

L'objectif de ce travail est d'explorer l'effet de la salinité sur le comportement des deux variétés (*Riogrand* et *Cambell 33*) de *Lycopersicon esculentum* Mill. Sur la base de quelques paramètres morphologiques(la croissances des tiges et des racines , le nombres des feuilles et la matières fraîches et sèches), physiologiques(la teneur en eau relatives) et biochimiques (teneur en chlorophylle et teneur en sucre soluble) et leurs comportement.

Partie I

L'étude bibliographique

Chapitre I

Généralité sur la tomate



1. Historique

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

C'est en effet seulement dans ces régions, qu'on a retrouvées des plantes spontanées de diverses espèces, de l'ancien genre *Lycopersicom*, notamment *Solanum lycopersicom ceraciforme* (la tomate cerise). Cette dernière est actuellement répandue dans toutes les régions tropicales du globe, mais il s'agit d'introduction récente.

C'est au XVIème siècle au Mexique actuel que la tomate à gros fruits a été découverte et domestiquée (Fig.1). Les indigènes l'appelaient « Tomati » ; ce nom provient d'un nom Aztèque « Zitomate », où l'ont trouvé les Conquistadors Espagnols lors de la conquête de Tenochtitlan (Mexico) par Hernan Cortés en 1519.

Elle fut introduite en Europe au XVIème siècle par les Espagnols avant même la pomme de terre et le tabac, où elle fut accueillie par les gens avec un engouement très gaulois, car ils pensaient qu'elle avait un pouvoir aphrodisiaque et l'appelèrent « Pomme d'Amour » (Inra, 2010).

En Algérie, ce sont les cultivateurs du Sud de l'Espagne (Tomateros), qui l'ont introduite étant donné les conditions qui lui sont propices.

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

2. Classification de la tomate

2.1. Classification botanique (systématique)

Tomate dont l'appartenance à la famille des Solanacées avait été reconnue par les botanistes a été classée par Linné en 1753, comme *Solanum lycopersicom*.

D'autres botanistes lui ont attribué différents noms : *Solanum lycopersicom*, *Solanum esculentum*, *Lycopersicon licopersicom*; c'est finalement *Lycopersicom esculentum* attribué par Philip Miller en 1754, qui a été retenue (Munroe et Small, 1997).

Chapitre I : Généralité sur la tomate

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

Règne..... Plantae.
Sous règne.....Trachenobionta.
Division.....Magnoliophyta.
Classe.....Magnoliopsida
Sous classe.....Asteridae.
Ordre.....Solonales.
Famille.....Solanaceae.
Genre.....***Solanum* ou *Lycopersicom***
Espèce..... ***Lycopersicom esculentum* Mill.**

Il y a d'autres noms qui sont synonymes de *Solanum lycopersicon*;

**Lycopersicom pomumamoris* Moencè 1994.

**Lycopersicom lycopersicom* H Karst 1882.

2.2. Classification génétique

La tomate cultivée, *Lycopersicom esculentum* Mill est une espèce diploïde avec $2n=24$ chromosomes, chez laquelle il existe de très nombreux mutants mono géniques, dont certains sont très importants pour la sélection. Sa carte chromosomique compte actuellement 235gènes localisés avec précision (Gallais et Bannerot, 1992).

La structure de la fleur de *L.esculentum* assure une cleistogamie (autogamie stricte), mais elle peut se comporter comme une plante allogame. On peut avoir jusqu'à 47% de fécondation croisée dans la nature (Publishers, 2004). Ces deux types de fécondation divisent la tomate en deux variétés qui sont :

2.2.1. Variétés fixées

Il existe plus de cinq cents variétés fixées (conservent 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).

2.2.2. 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 de très nombreuses variétés cultivées de tomates. La sélection faite par les hommes a privilégié les plantes à gros fruits.

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) (Fig.3), qui déterminent 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 et des variétés buissonnantes (Naika 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 exubérant, leur tige doit être attachée à un tuteur, sous peine de s'affaisser au sol. Il est également nécessaire de les tailler et de les ébourgeonner régulièrement.

Elles ont une production plus échelonnée et plus étalée. Elles sont plus productives en général que les tomates à port déterminé (Polese, 2007).

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

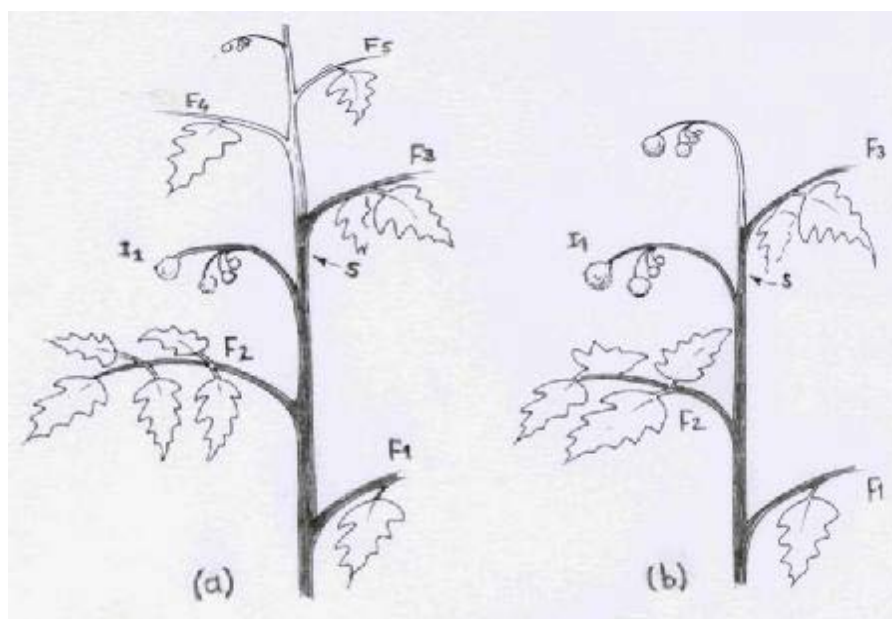


Fig.01: schéma de deux types de croissances de tomate: (a) indéterminée, (b) déterminée

(Atherton et Harris, 1986).

Légende : F1 à F5 :Feuille1 à 5.

I1: Inflorescence 1.

S:Sympode.

2.3.2. Variété à croissance déterminée

Dans ce groupe 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'industrie agro-alimentaire sous le nom de variété industrielle (Laumonier, 1979).

2.3.3. Variété buissonnante

Ces variétés se distinguent par des tiges épaisses, solides et avec des inflorescences serrées. Les tomates buissonnantes ressemblent aux tomates à croissance déterminée. Ces variétés ne sont pas cultivées en Algérie (Casap , 2007).

3. Caractéristique morphologique de la tomate

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

3.1. L'appareil végétatif

A. 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). (Fig. 2 A)

B. La tige

La tige est de forme 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 feuilles devient sympodiale, c'est-à dire que les bourgeons axillaires donnent naissance à des ramifications successives. Par contre, les bourgeons terminaux produisent des fleurs ou avortent.

Ces rameaux issus des bourgeons axillaires produisent des feuilles à chaque nœud et se terminent par une inflorescence (Chaux et Foury, 1994). (Fig. 2 B).

La tige porte 2 types de poils, simple ou glanduleux. Ces derniers contenant une huile essentielle qui donne son odeur caractéristique de la plante (Kolev, 1976).

C. La feuille

Les feuilles sont composées de 5 à 7 folioles principales, longues de 10 à 25cm et d'un certain nombre de petites folioles intercalaires ovales, un peu dentés sur les bords, grisâtre à la face inférieure. Elles sont souvent repliées en forme de cuillères ou même à bords roulés en dessus. Ces feuilles sont alternées sur la tige (Raemaekers, 2001). (Fig. 2 C).

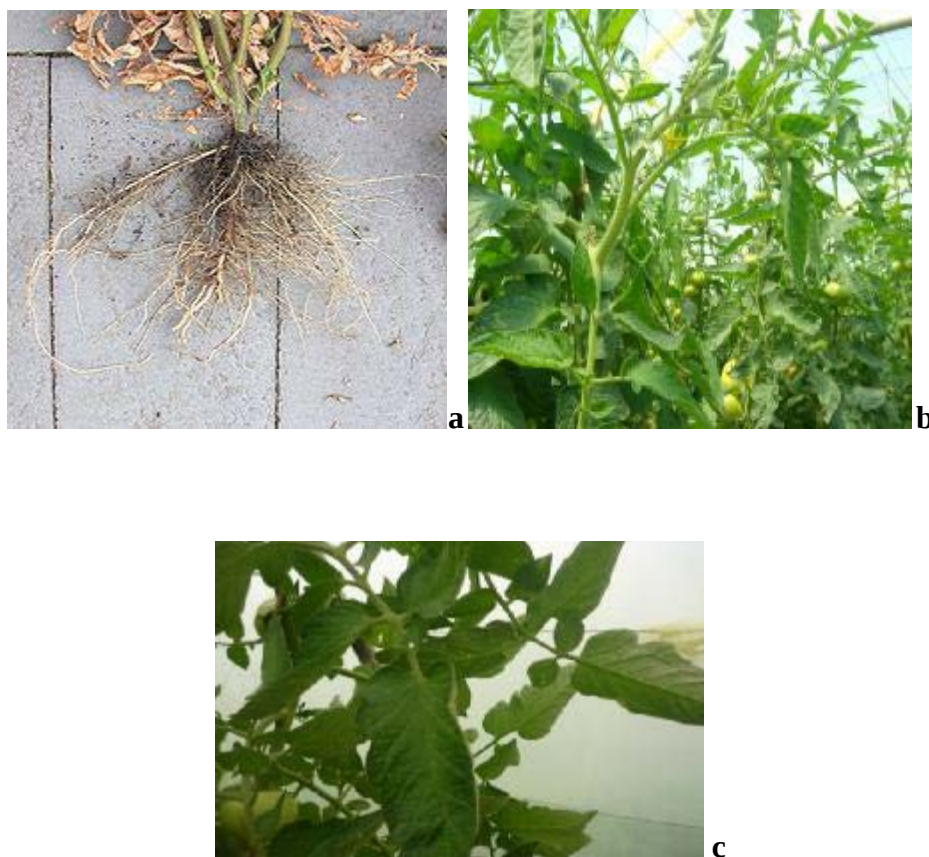


Fig. 02 : Appareil végétatif de la tomate : **A :** Système racinaire (Chaux et Foury, 1994) ; **B:** Tige de tomate ; **C :** Feuille de tomate (Originales, 2011).

3.2. L'appareil reproducteur

A. La fleur

Les fleurs sont les organes sexuels de la tomate. Elles sont regroupées sur le même pédoncule en bouquet lâche en inflorescences formant des grappes plus ou moins bifurquées de 3 à 8 fleurs chez les variétés fixées et au-delà chez les hybrides (Polese, 2007). (Fig. 3 A).

Les fleurs s'épanouissent du printemps à l'été (de fin Mai à Septembre) dans l'hémisphère Nord. La fleur est actinomorphe à un système pentamère.

Le calice comporte 5 sépales verts, il est persistant après la fécondation et subsiste au sommet du fruit. La corolle comporte 5 pétales d'un jaune vif soudé à la base, réfléchis en arrière en formant une étoile à 5 pointes.

L'androcée comporte 5 étamines à déhiscence latérale, les anthères allongées forment un cône resserré autour du pistil ; celui-ci est constitué de deux carpelles soudées formant un ovaire super biloculaire à 2 loges et à placenta central.

Chez certaines variétés l'ovaire est pluriloculaire (Dore et Varoquaux, 2006).

Rey et Costes (1965) rappellent que la formule florale de la fleur est la suivante :

$$(5 s) + ((5 p) + (5 \acute{e})) + (2 c).$$

B. Le fruit

Le fruit de la tomate est une baie charnue. L'épiderme est lisse brillant et peut présenter sur des fruits mûrs des colorations très diverses, selon la variété.

Le fruit présente en principe 2 loges.

En section méridienne le fruit peut revêtir des formes très variées, ellipsoïdales, plus ou moins aplaties, globuleuses, ovales, plus ou moins allongées, voir cylindriques ou piriformes.

La taille est extrêmement variable, allant de 1,5 cm de diamètre pour la tomate cerise à plus de 10 cm. On a l'exemple de la tomate cerise qui est *Solanum lycopersicom cerasiforme*, c'est la seule forme sauvage du genre rencontrée aussi en dehors de l'Amérique du Sud (Rick, 1986).

La couleur du fruit varie du rouge foncé, rose, bleuâtre, orange, jaune et même blanche (Chaux et Foury, 1994). (Fig. 3 B).

Selon le même auteur cette diversité de coloration est due à la présence de 2 principaux pigments :

*Pigment carotène : Jaune.

*Pigment lycopène : Rouge.

C. La graine

Selon Chaux et Foury (1994), chaque fruit contient un nombre important de graines qui varie de 80 à 500 graines par fruit. Elles sont recouvertes d'un mucilage qui présente à maturité un albumen et embryon à courbe, à germination épigée.

La graine est petite (250 à 350 graines par gramme) et velue.

Après le stade cotylédonaire, la plante produit 7 à 14 feuilles composées avant de fleurir (Dore et Varoqaux, 2006). (Fig. 3 C).

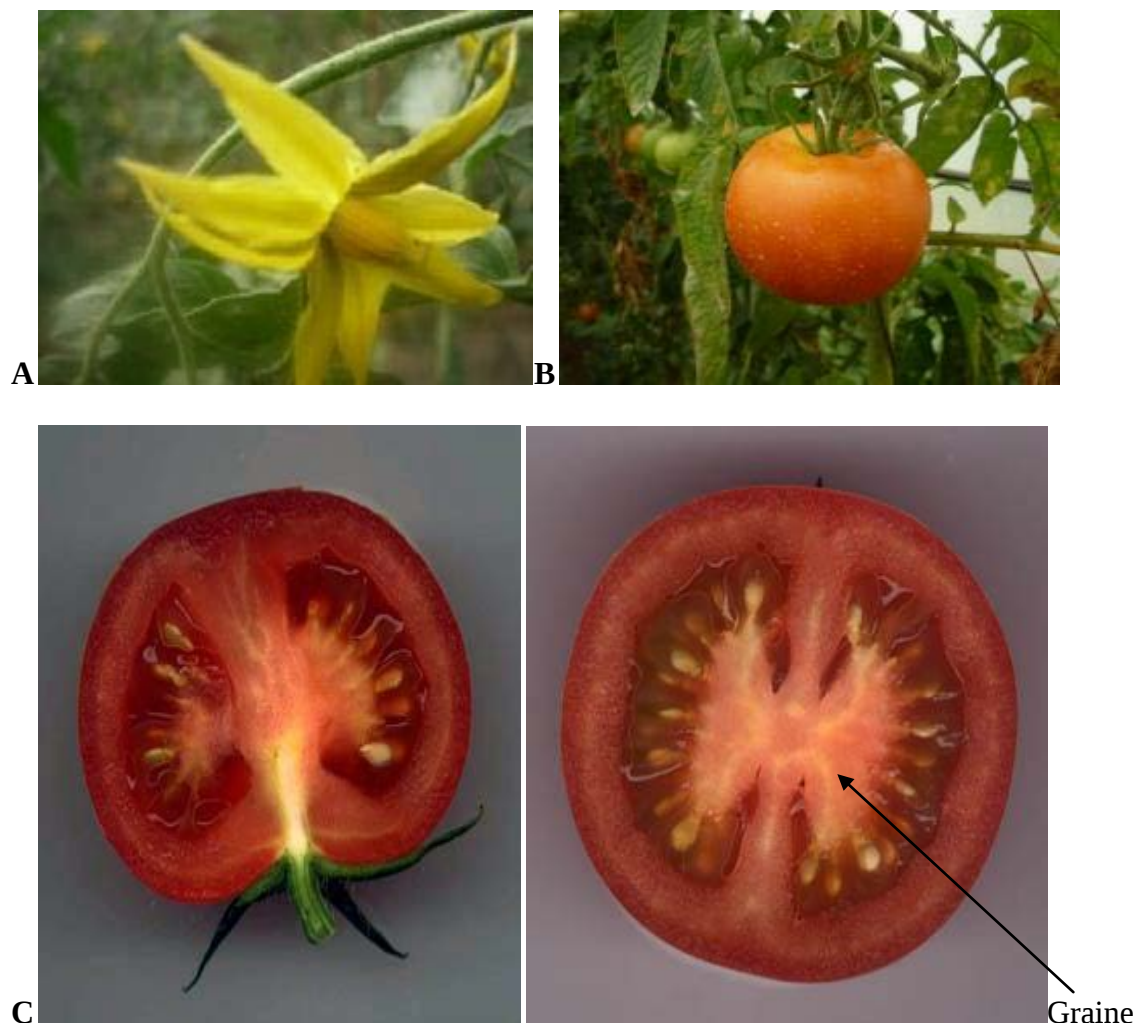


Fig. 03 : Appareil reproducteur de la tomate : **A** : la fleur de tomate (Chaux et Foury, 1994) ; **B** : le fruit de tomate (Chaux et Foury, 1994). ; **C** : graine de tomate (Inpv, 2009).

4. Caractéristiques physiologiques de la tomate

De nombreux travaux ont été faits sur la tomate, ce qui nous permet de connaître assez bien son cycle biologique, ses exigences ainsi que ses conditions de milieu, lui permettant un développement optimum et une bonne productivité (Heller, 1978).

4.1. Le cycle biologique de la tomate

D'après Gallais et Bannerot (1992), le cycle végétatif complet de la graine à la graine de tomate varie selon les variétés, l'époque et les conditions de culture ; mais il

s'étend généralement en moyenne de 3,5 à 4 mois du semis, jusqu'à la dernière récolte (7 à 8 semaines de la graine à la fleur et 7 à 9 semaines de la fleur au fruit).

Le cycle comprend six phases qui sont les suivantes :

4.1.1. La germination

La germination est le stade de levée qui mène la graine jusqu'à la jeune plante capable de croître normalement (Corbineau et Core, 2006).

La germination chez la tomate est épigée. A ce moment une température ambiante d'environ 20°C et une humidité relative de 70 à 80% sont nécessaires (Chaux et Foury, 1994).

4.1.2. La croissance

La croissance c'est l'augmentation de dimension d'un végétal.

Selon Laumonier (1979). La croissance de plant de tomate se déroule en 2 phases et en 2 milieux différents.

En pépinière : De la levée jusqu'au stade 6 feuilles, on remarque l'apparition des racines non fonctionnelles et des premières feuilles.

En plein champ : Après l'apparition des feuilles à photosynthèse intense et des racines fonctionnelles, les plantes continuent leur croissance. La tige s'épaissit et augmente son nombre de feuille

4.1.3. La floraison

C'est le développement des ébauches florales par transformation du méristème apical de l'état végétatif, à l'état reproducteur.

A un certain moment de la croissance de la plante qui dure environ 1 mois, la tomate entre en parallèle avec la mise à fleur. Ces fleurs étaient auparavant des boutons floraux.

La floraison dépend de la photopériode, de la température et des besoins en éléments nutritifs de la plante, car celle-ci ne peut fleurir que si elle reçoit la lumière pendant une durée qui lui est propre, en plus d'un apport équilibré sous serre.

4.1.4. La pollinisation

La pollinisation nécessite l'intervention des agents extérieurs, le vent ou certains insectes comme le bourdon qui est capable de faire vibrer les anthères et de libérer le pollen (Chaux et Foury, 1994).

La libération et la fixation du pollen reste sous la dépendance des facteurs climatiques.

Si la température nocturne est inférieure à 13°C, la plupart des grains de pollen seraient vides, et une faible humidité dessèche les stigmates et de cela résulte la difficulté du dépôt du pollen (Pesson et Louveaux, 1984).

4.1.5. La fructification et nouaison des fleurs

La nouaison est l'ensemble de gamétogenèse, pollinisation, croissance du tube pollinique, la fécondation des ovules et le développement des fruits « fructification ».

La température de nouaison est de 13°C à 15°C. Les nuits chaudes à 22°C sont défavorables à la nouaison (Rey et Costes, 1965).

Le zéro de germination est de 12°C, l'optimum de la croissance des racines est de 15°C à 18°C.

En phase grossissement du fruit, l'optimum de la température ambiante est de 25°C le jour et 15°C la nuit (Pntta, 2003).

4.1.6. La maturation du fruit

La maturation du fruit se caractérise par grossissement du fruit, changement de couleur, du vert ou rouge.

La lumière intense permet la synthèse active de matière organique qui est transporté rapidement vers les fruits en croissance, pour cela il faut une température de 18°C la nuit et 27°C le jour (Rey et Costes, 1965).

5. Les exigences édapho-climatiques de la tomate

5.1. Les exigences climatiques

La tomate s'adapte à une grande diversité de conditions climatiques, allant du climat tempéré vers le climat tropical chaud et humide (Naika et *al.*, 2005).

5.1.1. La température de l'air

La tomate est une plante des saisons chaudes, elle est exigeante en chaleur pour assurer son cycle végétatif complet. Les températures optimales pour la plupart des variétés sont de 18°C à 30 °C le jour et 15 à 25°C la nuit. Pendant la nuit la fécondation s'arrête à des températures inférieures à 15°C. En dessous de 10°C et en dessus de 38°C, les tissus végétaux sont endommagés (Naika et *al.*, 2005).

L'équilibre et l'écart entre température diurne et nocturne, semblent nécessaires pour obtenir une bonne croissance et une bonne nouaison de la tomate (Foury, 2002).

Selon Naika et *al.*, 2005), durant la croissance la température nocturne a une grande importance, puisque la majeure partie de la croissance quotidienne de la tige (70 à 80%) se produit pratiquement à l'obscurité.

La photosynthèse de la tomate est sensible à la température nocturne. Une différence de quelques degrés par rapport à la température appliquée pendant la croissance (14°C), entraîne une réduction d'environ 10% des échanges de la période diurne suivante (Longuenesse, 1982).

5.1.2. La lumière

La tomate n'est pas sensible au photopériodisme, cependant son développement exige de fortes quantités de lumière.

La longueur de l'obscurité est essentielle pour le contrôle de la croissance et le développement de la tomate. Le développement reproducteur de la tomate est fortement influencé par la quantité totale d'énergie que reçoit la plante quotidiennement (Kinet, 1985).

Cette quantité dépend à la fois de la photo période et de l'intensité lumineuse.

La lumière intervient sur la croissance et la fructification de la tomate par sa durée, son intensité et sa qualité. 1200 heures d'insolation sont nécessaires pendant les 6 mois de végétation, un éclaircissement de 14 heures par jour est nécessaire pour une bonne nouaison.

5.1.3. L'humidité de l'air

La tomate est très sensible à l'hygrométrie, il semble qu'une hygrométrie relativement ambiante de 60% à 65% soit la meilleure, l'humidité de l'air joue un rôle important dans la fécondation.

Si l'humidité est trop élevée, le pollen est difficilement libéré. Par ailleurs, le développement des maladies cryptogamiques est lié à des fortes humidités accompagné de la chaleur (Laumonier, 1979).

Selon Benchaalal (1983), l'humidité atmosphérique doit être de 76% lors de la germination, 75-80% durant l'élevage des plantes, 70-80% lors du développement des fruits.

5.2. Exigences édaphiques

5.2.1. La nature du sol

Des propriétés physiques du sol dépendent l'enracinement des plantes, ce qui conduit des prélèvements d'eau et d'éléments nutritifs par celles-ci.

La tomate peut convenir et s'adapter à toutes les textures, allant des sols argileux, aux sables dunaires, à conditions que les travaux du sol soient effectués convenablement.

Selon Khorsi (1993), les recherches effectuées par le centre d'aptitude des sols aux cultures maraîchères, ont montré que la production de tomate peut être augmentée de près de 50% en passant des sols sableux légers, à des sols limoneux plus lourds.

Laumonier (1979), atteste que la tomate pousse bien sur la plupart des sols, ayant en général une bonne capacité de rétention d'eau et une bonne aération.

Elle préfère les terres limoneuses profondes et bien drainées, légères, meubles, riches en humus, s'échauffant rapidement et plus facilement. La couche superficielle du terrain doit être perméable. Une profondeur de sol de 15 à 20 cm est favorable à la bonne croissance d'une culture saine.

5.2.2. La température du sol

La température du sol est le premier facteur dont dépendent le pourcentage de levée et la vitesse de germination. Cette dernière augmente avec la température jusqu'à une valeur optimale de 25°C, et entre 15°C et 20°C on aura un meilleur pourcentage de levée (Rey et Costes, 1965).

Kolev (1976) rappelle qu'à des basses températures (au-dessous de 12°C), la végétation est très faible et les inflorescences sont anormales et portent peu de fleurs.

5.2.3. Le pH du sol

La culture de la tomate tolère une large gamme de pH. Néanmoins sur des sols à Ph basique, certains micro-éléments (Fe, Mn, Zn, Cu) restent peu disponibles pour la plante.

Selon Chaux et Foury (1994), ce taux de pH toléré varie de 4,5 à 8, 5. Le meilleur équilibre nutritionnel est assuré à des pH compris entre 6 et 7.

5.2.4. L'humidité du sol

La tomate est exigeante en humidité du sol. L'humidité optimale du sol pour des terres argilo-siliceuses est de 75 à 80% de la capacité au champ, et l'abaissement de l'humidité et de la température du sol crée un déficit hydrique, et par conséquent réduit la photosynthèse et la transpiration (Heller, 1981).

5.2.5. La salinité du sol

La tomate est moyennement sensible à la salinité du sol, elle peut supporter des teneurs en sels, allant de 2 à 4g/l. La période pendant laquelle la tomate est plus sensible à la salinité, correspond à la germination et au début du développement de la plante (Bentvelsen, 1980).

Des recherches ont été menées afin de produire des tomates transgéniques aptes à être cultivées en sol salin. Ces plantes transgéniques régénérées ont montré la faculté de pouvoir croître sur des sols riches en sels. De plus, ces plantes accumulent le sel dans les feuilles et non dans les fruits, qui restent donc comestibles (Dore et Varoquaux, 2006).

5.2.6. L'aération du sol

Un sol bien aéré détermine un pourcentage élevé de levée des plantules, mais exerce par contre un effet défavorable sur les racines durant la période de croissance végétative.

L'aération est indispensable à la maturité des fleurs (Chaux et Foury, 1994).

Les mêmes auteurs ajoutent qu'il convient d'éviter les sols battants mal aérés et mal structurés en profondeur, cela ralentit la germination et la levée des jeunes plantes en pépinières, de même qu'ils réduisent le nombre de boutons floraux en plein champ.

5.3. Exigences nutritionnelles

5.3.1. Exigences hydrique

La tomate paraît être l'une des cultures les plus exigeantes en eau. Les besoins de tomate en plein champ se situent entre 4000 et 5000 m³/ha. Celles d'un cycle de 90 à 120 jours sont de 400 à 600 m³/ha. L'évolution des besoins en eau de la tomate est fonction de l'environnement, de la plante, mais aussi des stades de développement de celle-ci (Bentvelsen, 1980).

Doorenbos (1975) affirme qu'un manque d'eau pendant la phase de maturation des fruits destinés à la transformation est bénéfique pour leur qualité, qui se traduit par une augmentation du taux d'extrait sec.

Mouhouche (1983) estime que les irrigations fréquentes et régulières, suivies par un binage permettent l'obtention des rendements élevés. Par contre, les irrigations trop copieuses pendant la floraison provoquent les chutes de fleurs et une croissance trop exubérante, d'où un retard de la maturité des fruits.

5.3.2. Exigences en éléments fertilisants

La quantité d'engrais à fournir varie d'une région à une autre, en fonction notamment de la richesse du sol, du climat et de la technique d'irrigation.

En général, on estime les exigences en fumure des plantes en fonction de l'exportation globale de la culture. Selon Anonyme³ (2009), en dépit des différences régionales, on admet qu'une production d'une tonne de tomate requiert :

* 2,2 à 2,7 Kg de P₂O₅

* 3 à 3,9 Kg de K₂O

* 5 à 6 Kg de CaO

* 0,5 à 1 Kg de MgO

6. Intérêt économique de la tomate

La tomate est largement répandue dans le monde, y compris en Algérie. Elle a largement une place stratégique dans l'économie mondiale et nationale.

6.1. Situation économique de la tomate maraîchère et industrielle dans le monde

Selon Fcf (2008), en 2004 les échanges de la tomate représentent plus de 17% du commerce mondial des fruits et légumes frais. Environ 4 000 000 T de tomate sont importés et exportés. Parmi les dix principaux pays exportateurs de tomate, sept d'entre eux se trouvent dans la zone Euro-méditerranéenne (Belgique, Espagne, Italie, Jordanie, Maroc, Pays-Bas et la Turquie)

Selon les statistiques de l'organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, la production mondiale de tomates s'élèverait en 2007 à 126,2 millions de tonnes pour une surface de 4,63 millions d'hectares. Ces chiffres tiennent toutefois compte de la production commercialisée, et n'incluent pas les productions familiales et vivrières qui peuvent être non négligeables dans certaines régions.

6.2. Principaux pays exportateurs de tomates fraîches en 2006.

En 2006, les exportations de tomate fraîches ont porté sur un peu plus de 6 millions de tonnes, soit 4,8% de la production mondiale. Les trois pays exportateurs (environ 1million de tonnes chacun) ont été le Mexique, la Syrie et l'Espagne.

Le Mexique fournit essentiellement les Etats Unis, l'Espagne et l'Union Européenne

La même année les premiers pays importateurs de tomate fraîche sont dans l'ordre, les Etats Unis (environ 1million de tonnes), l'Allemagne, la France, le Royaume Uni et la Russie.

6.3.2. Evolution des superficies, des productions et des rendements de tomate

Industrielle en Algérie

Selon Madra (2009), les principales zones de la production de la tomate industrielle en Algérie sont essentiellement :

-Zone Est : elle représente 84% des superficies et regroupe les wilayas de Skikda, El-Taref, Annaba, Guelma et Jijel. Cette zone est caractérisée par une bonne pluviométrie et possède des sols à forte capacité de rétention d'eau. La culture de tomate se pratique en sec et semi irrigué, avec une production d'environ 90% de la production nationale.

-Zone Centre : représente 12% des superficies et regroupe les wilayas de Blida, d'Alger, Boumerdes, Bejaia, Chlef, Tipaza et Ain Defla.

-Zone Ouest : cette zone regroupe les wilayas de Relizane, Mostaganem, Mascara, Sidi-Bel- Abbés et Tlemcen. Elle représente 2,7% des superficies de la culture de tomate.

Dans ces deux dernières zones, la conduite est en irrigué, vu des faibles précipitations

-Zone Sud : est représentée par les wilayas d'Adrar et Biskra

6.3.4. Les contraintes de la production de tomate en Algérie

Baci (1993) rappelle que la consommation du concentré de tomate, est la forme la plus répandue en Algérie (ingrédient indispensable dans la cuisine Algérienne). En effet, elle a évolué de 0,38Kg/hab/an dans les années 60, à près de 4Kg/hab/an dans les années 90.

Les rendements obtenus en Algérie sont faibles, cela est dû à de nombreuses contraintes que rencontre la tomate industrielle. Belateche (2000) résume ces contraintes comme suit :

A- Contraintes techniques

- L'insuffisance des travaux de préparation du sol ;
- Le non-respect des dates de repiquage ;
- Manque de vulgarisations et d'équipements ;
- Manque d'eau pour l'irrigation, surtout lors de la mauvaise gestion de l'eau.

B- Contraintes économiques

- Un manque de subventions pour cette filière ; la taxe pénalise le produit fini, ce qui fait du produit algérien le produit le plus cher au monde ;
- Charges des mains d'œuvre élevées, puisque la culture est entièrement manuelle

7. Importance de la tomate

7.1. Valeur nutritionnelle des fruits de tomate

Tableau I .Valeur nutritionnelle moyenne pour 100g de tomate (Favier et *al.*, 2003)

Comportement de la tomate crue valeur nutritionnelle pour 100 g		
Eau		93,80 g
Valeur calorique		19,00 Kcal
Eléments énergétiques	Protides	0,80 g
	Glucides	3,50 g
	Lipides	0,30 g
Vitamines	Provitamine A	0,00 mg
	Vitamine B1	0,06 mg
	Vitamine B2	0,05 mg
	Vitamine B6	0 ,00 mg
	Vitamine C	18,00 mg
	Vitamine PP	0,60 mg
Minéraux	Fer	0,40 mg
	Calcium	9,00 mg
	Magnésium	11,00 mg
	Phosphore	24,00 mg
	Potassium	226,00 mg
	Sodium	5,00 mg
	Soufre	11,00 mg
	Zinc	0,24 mg
	Chlore	40,00 mg
Fibres		1,20 g
Cellulose		0,60 g

Les teneurs maximales en vitamines C (18 mg et plus) se rencontrent dans les tomates de plein champ et en pleine saison. C'est un apport appréciable, puisque le besoin quotidien en vie de l'adulte est de 80mg (Inra, 2010).

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 (Inra, 2010).

7.2. Importance médicale de la tomate

- Une antifatigue et antibiotique en accélérant la formation du sucre dans le sang.
- 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 sulfure.
- Grâce à sa saveur acidulée la tomate stimule les sécrétions digestives.
- La tomate contribuerait à la prévention des maladies cardiovasculaires, l'artériosclérose et la cécité.
- 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). (Inra, 2010)

8. Les contraintes de la culture de la tomate

8.1. Les contraintes abiotiques

8.1.1. Nécrose apicale

Les fruits de la tomate peuvent être sujets à diverses atteintes, liées à des carences physiologiques. On a des phénomènes climatiques : c'est le cas des nécroses apicales parfois appelées « maladies de cul noir », qui se manifestent par des plages de nécrose à base du fruit du côté opposé au calice vite envahie par des champignons saprophytes.

Elles sont dues à un taux de calcium insuffisant dans le fruit, insuffisance qui peut être induite par un arrosage irrégulier. (Inra, 2011). (Fig. 4 A).

8.1.2. Les fentes de croissance

Elles apparaissent sur la moitié supérieure du fruit, près du calice. Peuvent être annulaire ou concentrique. Elles affectent surtout les variétés anciennes. (Inra, 2011). ((Fig.4 B).

8.1.3. Le coup de soleil

C'est une maladie causée par un ensoleillement excessif, traduit par une lésion décolorée, en exposition latérale ou supérieure : c'est souvent la conséquence d'un effeuillage excessif (Inra, 2011). (Fig. 4 C).

8.1.4. Chlorose

Se manifeste par la décoloration des feuilles et les fruits sont petits. La cause de cette maladie c'est la carence en éléments nutritifs. Pour lutter, il faut apporter régulièrement de l'engrais, (Inra 2011). (Fig. 4 D).

8.1.5. Collet verdit

Les symptômes sont : La tomate rougit mais le collet (partie de la queue) reste vert. La cause de cette maladie c'est le manque de potassium et l'excès de soleil. (Inra, 2011).

8.1.6. Collet jaunît

Dans ce cas la tomate rougit aussi, mais le collet (la partie avec la queue) reste jaunît. La cause de cette maladie c'est le manque d'azote, de potassium et la température élevée. Il n'y a qu'un moyen de lutte, il faut y apporter régulièrement de l'engrais (Inra, 2011).

8.1.7. Eclatement des fruits de la tomate

Chapitre I : Généralité sur la tomate

Les symptômes se manifestent par l'éclatement du fruit en mûrissant : La cause c'est l'arrosage excessif pendant les périodes sèches. Pour y lutter. (Chaux etFoury, 1994). (Fig. 4 E).



Fig. 04 : Les contraintes abiotiques de la tomate. A : nécroses apicales sur tomate ; B Symptômes de fentes de croissance sur tomate (Ontario, 2009). C : Coup de soleil sur fruit (Inra, 2011). D : Jaunissement des feuilles chez la tomate. E : Eclatement du fruit de tomate (Inra, 2011).

8.2. Les contraintes biotiques

8.2.1. Les maladies cryptogamiques

8.2.1.1 L'Alternariose de la tomate

L'Alternariose de la tomate est une maladie cryptogamique provoquée par un champignon *Alternarias olanisorauer* de la famille des Pleosporaceae sur la tomate. (Fig. 5 A et B).

8.2.1.2. Le mildiou

Le mildiou est une moisissure qui se trouve dans toutes les régions du monde, mais on la trouve plus fréquemment dans les régions montagneuses ou dans les basses terres, où les conditions climatiques sont fraîches et humides (Naika et *al.*, 2005). (Fig. 5 C et D).

8.2.1.3. La fusariose

Selon Mohamed et Haggag (2003) la fusariose de la tomate est causée par le champignon pathogène *Fusarium oxysporum*.

Ce champignon ne s'attaque qu'à certains cultivars. Les plantes infectées par ce champignon du sol présentent un jaunissement des feuilles et un flétrissement se propageant à partir de la base de la tige. (Ruocco, 2011).

8.2.1.4. La verticilliose (*Verticillium dahliae*)

La Verticilliose : causée par *Verticillium albo-atrum* et *Verticillium dahliae*. Tout comme la fusariose, cette maladie se manifeste en premier lieu au niveau des feuilles inférieures et progresse vers la partie supérieure de la plante.

(Ruocco, 2011).

8.2.1.5. L'oïdium

Trottin-Caudal (2003) rappellent que l'Oïdium est une maladie causée par *Oïdium neolycopersici*, un champignon pathogène répandu dans les cultures sous abri. Cette maladie se manifeste dès les premiers stades par des tâches blanches sur le dessus des feuilles. Par la suite, lorsque ces tâches se transforment en lésions de couleur marron la plante.

Chapitre II

La salinité



1. La Salinité

1.1. Définition de la salinité

La salinité est définie selon plusieurs chercheurs comme la présence d'une concentration excessive de sels solubles dans le sol ou dans l'eau d'irrigation. C'est un facteur environnemental très important qui limite la croissance et la productivité (Allakhverdiev et *al.*, 2000).

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.*, 1986).

1.2. Principaux sels solubles

Les principaux sels solubles qui participent dans la formation des sols salés sont :

Les carbonates : les plus rencontrés sont le carbonate de sodium (Na_2CO_3), bicarbonate de sodium (Na HCO_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 (Ca SO_4).

Les chlorures : principalement : le chlorure de sodium (NaCl), le chlorure de calcium (Ca Cl_2) et chlorure de magnésium (MgCl_2) ce sont plus soluble et forte toxicité.

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).

1.3. Répartition des sols salés

La salinisation des sols est non seulement liée aux conditions climatiques (fort ensoleillement et faible pluviométrie) mais également au recours souvent mal contrôlé à l'irrigation, ce qui entraîne une accumulation des sels dissous en surface (Bennaceur et *al.*, 2001).

Les sols salins couvrent 397 millions d'Hectare (F.A.O., 2005). En Afrique, près de

4Mha sont affectés par la salinisation, soit près de 2% de la surface totale.

En Algérie, 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 au-delà (Aubert, 1982).

2. Salinité et la plante

2.1. Définition du stress

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

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

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

2.2.4. Le stress salin:

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

3. Effets de la salinité sur la physiologie des plantes

3.1. Sur la germination

La plupart des plantes sont plus sensibles à la salinité durant leurs phases de germination et de levée (Maillard, 2001). Parmi les causes de l'inhibition de la germination en présence de sel, la variation de l'équilibre hormonal a été évoquée (Bouchoukh, 2010).

Bien que les halophytes possèdent une teneur très élevée en sel dans leurs tissus au stade adulte, leurs graines ne sont pas aussi tolérantes au sel au stade germination (Belkhodja, 2004).

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

3.2. Sur la croissance et le développement

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

-La concentration élevée de NaCl diminue également l'absorption de Ca^{2+} qui est relativement tolérante au sel, l'augmentation de la concentration en Na^{+} s'accompagne d'une réduction de la concentration en Mg^{2+} , K^{+} , N, P et Ca^{2+} dans la plante (Levitt, 1980). Ce déséquilibre nutritionnel est une cause possible des réductions de croissance en présence de sel lorsque des ions essentiels comme K^{+} , Ca^{2+} ou NO_3

- deviennent limitant (Soltani, 1990).

-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 (Jabnour, 2008).

3.3. Sur la biochimie de la plante

La salinité réduit la vitesse de la photosynthèse suite à une diminution de la conduction stomatique de CO₂. La diminution de la vitesse photosynthétique est due à plusieurs facteurs comme la déshydratation des membranes cellulaires ce qui réduit leur perméabilité au CO₂, la toxicité du sel, la réduction de l'approvisionnement en CO₂ à cause de la fermeture des stomates, la sénescence accrue induite par la salinité et le changement dans l'activité des enzymes causé par le changement dans la structure cytoplasmique. (Santiago et *al.*, 2000).

Chez diverses espèces plus ou moins résistantes, un taux élevé des sucres totaux résultant du blocage de la glycolyse ou du saccharose provenant d'une grande hydrolyse de l'amidon (Asloun, 1990).

3.4. Effets sur la nutrition minérale des végétaux

Les effets nutritionnels de la salinité incluent les deux actions primaires du sel sur les Plantes: la toxicité directe due à l'accumulation excessive des ions dans les tissus et un déséquilibre nutritionnel provoqué par l'excès de certains ions.

Des concentrations salines trop fortes dans le milieu provoquent une altération de la nutrition minérale des plantes (Levigneron et *al.*, 1995).

L'accumulation des ions Na^+ dans la plante limite l'absorption des cations indispensables tels que K^+ et Ca^{2+} .

Il y aurait une compétition entre Na^+ et Ca^{2+} pour les mêmes sites de fixation apoplasmique. L'interaction entre les ions Na^+ et Ca^{2+} (Jendoubi, 1997).

4. Mécanismes d'adaptations à la salinité

4.1. Caractéristiques morphologiques et anatomiques

On peut résumer ces caractéristiques par ces points :

- *Une cuticule épaisse.

- *Des stomates rares (Heller et *al.*, 1998).

- *Des cellules à grandes vacuoles pour favoriser le stockage de NaCl (Luttge, et *al.*, 2002).

Une succulence des feuilles, qui deviennent épaisses ou cylindriques (*Suaeda*) ou de leurs tiges dans le cas de l'espèce aphyllé (*Salicornia*) (Lemee, 1978).

4.2. Caractéristiques physiologiques

Pour qu'elles puissent absorber l'eau et continuer leurs fonctionnements vitaux, les halophytes adoptent trois mécanismes essentiels :

*Répartition et accumulation des ions dans la plante

Une forte capacité d'absorption et une accumulation préférentielle de Cl^- et Na^+ dans les parties aériens surtout les feuilles chez les halophytes.

Ainsi, plus de 90% de Na^+ sont accumulés au niveau de la partie aérienne (80% dans les feuilles) (Asloun, 1990), qui a pour but d'élever le potentiel osmotique qui peut

dépasser 50 atm. Celui-ci contribue à maintenir le potentiel hydrique de la plante inférieur à celui de la solution du sol (Lemee, 1978).

***Compartimentation vacuolaire**

La compartimentation est la stratégie la plus efficace pour éviter la toxicité de Na^+ sur des sites métaboliques dans le cytoplasme (Jebnounge, 2008).

La plante utilise en effet le sel pour ajuster la pression osmotique de ses cellules. Elle capte le sel qui parvient aux feuilles, au même titre que l'eau, par le mouvement ascendant de la sève dans les vaisseaux. A l'intérieur des cellules, le sel est alors stocké dans les vacuoles grâce à des systèmes de «pompes" moléculaires.

Les vacuoles étant des compartiments fermés au sein de la cellule; le sel est ainsi isolé dans des constituants cellulaires vitaux (Bouchoukh, 2010).

5. Les mécanismes de tolérance à la salinité

La sensibilité des végétaux au stress salin est fonction de l'espèce, de la variété, du stade de croissance et des facteurs pédoclimatiques (Daoud et Halitim, 1994).

La tolérance des plantes à la salinité est la faculté des cultures à résister aux effets excessifs des sels au niveau de la rhizosphère; elle est évaluée par l'aptitude des végétaux à survivre dans les sols salins (Maas, 1990).

5.1. Plantes résistantes à la salinité

En 1809 a été attribué par Pallas le terme halophyte aux végétaux vivant sur des sols salés (Binet 1978), halos signifie sel en grec et phyton c'est la plante.

Un halophyte est une plante en contact par une partie de son organisme avec des concentrations fortes de sel sont caractérisés par une morphologie et une structure particulière.

Elles sont généralement charnues, leurs stomates sont peu nombreux et leur cuticule épaisse exemple : l'épinard, le riz, le coton supporte assez bien le sel.

Les plantes stockent le sel dans leurs feuilles et leurs tiges, qui tombent en fin de végétation.

Les végétaux ne permettent pas au sel de pénétrer dans les cellules de leurs racines grâce à des membranes semi-perméables.

Il existe:

a. Les halophytes obligatoires :

Qui ne peuvent se développer qu'en présence de fortes concentrations salines (Strogonov, 1964).

b. Les halophytes facultatives :

Qui résistent à d'importante accumulation de sel dans le milieu extérieurs et se comporte normalement dans des sols non salés (Waisel, 1972).

c. Les glycophytes :

Ce sont des plantes fortement ou moyennement sensibles aux sels.

Il y a des glycophytes exclusives qui ne peuvent accumuler le sodium dans leurs feuilles et les glycophytes inclusives qui utilisent le sodium pour rétablir leur équilibre hydrique.

Tableau II: Le degré de tolérance des cultures aux sels

Cultures	Tolérance aux sels		
	Tolérance élevée CE 10.16mmhos/cm	Tolérance moyenne CE 4.10 mmhos/cm	Tolérance faible CE 2.4 mmhos/cm
Arbres fruitiers	Palmier dattier	Grenadier, Figuier, Vigne, Olivier	Poirier, Amandier, Abricotier; Pommier, Agrume
Cultures maraîchères	Betterave; Asperge, Epinard	Tomate, Carotte, Laitue, Courge, Pomme de terre	Petit pois, Haricot, Choux ; Radis, Artichaut
Grandes cultures	Colza, Coton	Orge, Avoine, Blé (grain), Riz, tournesol	Vesce
Cultures fourragères	Orge (foin)	Luzerne, Dactyle, seigle, (foin)	Trifolium repens

Source: (ELMEKKAOUI, 1987 in ZIANI, 2001)

6. La résistance à la salinité

C'est le degré avec lequel la plante ajuste sa pression osmotique en sacrifiant un minimum de son développement végétatif, ceci implique une accumulation

d'éléments nécessaire pour maintenir la turgescence (Bernstein 1964). On distingue deux mécanismes:

a. La sélectivité

De nombreuses espèces parmi les halophytes comme chez certains glycophytes sont capables de restreindre l'accumulation de Na et Cl en milieu salé par le processus de sélectivité (Wacquant et Passama, 1978).

On parle de sélectivité lorsqu'il y a dans les mêmes conditions du milieu, le contenu minéral des plantes varie largement d'une espèce à l'autre. Rains et Epstein (1967), ont fait des expériences sur l'assimilation de potassium par les tissus foliaires de *Avicennia marina* dans différentes concentrations de potassium et sodium.

Ils ont trouvés qu'à une concentration de 100mM de sodium, le taux d'assimilation en potassium a augmenté par rapport au témoin (10mM) et qu'à une concentration de 500mM de sodium, le taux d'assimilation en potassium est resté constant par rapport au témoin. Ils ont conclu qu'il s'agit d'un mécanisme de sélectivité.

Notamment des espèces halophytes et quelques glycophytes qui ont la faculté de restreindre l'accumulation de Na^+ et Cl. en milieu salé par le processus de sélectivité qui est lié au mécanisme réglant le transport ionique, lors de l'échange K^+ et Na^+ dans le xylème qui empêche la translocation du Na^+ des racines vers les parties aériennes.

Comme chez le maïs ou le transport rapide de Na^+ des parties aériennes ont la faculté de restreindre l'accumulation de Na^+ et Cl. en milieu salé par le processus de sélectivité qui est lié au mécanisme réglant le transport ionique, lors de l'échange K^+ et Na^+ dans le xylème qui empêche la translocation du Na^+ des racines vers les parties aériennes comme chez le maïs ou le transport rapide de Na^+ des parties aériennes vers les racines. Cette même réaction est observée chez la betterave (Marschner et Schafarczyk, 1967).

b. L'exclusion

Les glycophytes sont des plantes exclusives n'accumulant pas de sodium dans leurs feuilles, car elles sont incapables d'utiliser l'ion Na^+ pour l'ajustement osmotique de leur limbe (Mass et Nieman, 1978). Selon Sheideker (1978), l'exclusion du Na^+ par

les feuilles chez les glycophytes sensibles tel que le haricot, se présente aussi chez les glycophytes résistants comme laurier rose (Hadji, 1979).

Chez la tomate, la tolérance au sel est associée à une forte accumulation foliaire de sodium (Tal, 1977).

Selon Shubert et Lauchli (1986), l'exclusion du sodium s'opère à deux niveaux, d'une part à travers un mécanisme qui restreint l'assimilation du Na^+ par les racines de la plante en diminuant la perméabilité des cellules racinaires aux ions Na^+ et d'autre part par l'exclusion du Na^+ . Selon Besford (1986).

Dans une étude sur le comportement de différents génotypes de tomate à la salinité, il a été conclu que lorsque le NaCl est absorbé et transporté vers les feuilles, il est exclu à travers les tissus laminaires pour être accumulé dans les pétioles.

Au-delà d'un certain seuil d'accumulation de NaCl dans les vacuoles, il se produit une rupture du mécanisme de tolérance se manifestant par la chute de feuilles, retard de croissance etc...

c. L'accumulation

Certaines plantes ont une réponse à une sévère augmentation de la concentration saline. Elles élèvent la concentration interne en composés organiques tel que le glycérol afin de rétablir l'équilibre osmotique entre le milieu extérieur et le milieu intérieur c'est le cas de l'algue du naliela (Levit et *al*, 1980).

Chez les porte-greffes d'agrumes l'accumulation des sucres solubles dans les feuilles pourrait être un indice de tolérance à la salinité.

Chez la plupart des halophytes obligatoires, l'osmorégulation est réalisée en réponse à la salinité accrue par accumulation d'ions provenant du milieu extérieur (Flowers et *al*, 1977).

7. Adaptation des végétaux à la salinité

7.1. Adaptation physiologique

La diminution du flux d'eau à travers la plante montre que l'action du sel présente les mêmes symptômes avec la sécheresse.

La plante pour survivre à divers stress hydrique, salin ou thermique doit réaliser des réactions sous forme d'accumulation de composés organiques.

Le végétal confronté à une contrainte qui est la salinité accumule des sucres et composés azotés ainsi que l'ajustement osmotique qui est une forme d'adaptation (Ayadi et *al.*, 1979).

L'ABA hormone qui est synthétisée dans ces situations de stress salin, cette dernière contribue à la fermeture des stomates, stimule l'assimilation, l'absorption d'eau par les racines et la formation des racines latérales et des poils absorbants.

a. L'augmentation de la teneur des sucres solubles

Le taux des sucres augmente considérablement chez les plantes soumises aux différents types de stress, cela a été vérifié par Chungyang (2001) chez des arbres adultes d'eucalyptus sous stress salin et par Noiraud (2000) chez le céleri sous stress salin.

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

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

b. L'accumulation de proline

De nombreuses études, sur les halophytes ont mis en évidence une accumulation d'acides aminés libres notamment la proline (Stewart et *al.*, 1979). Cette accumulation a été observée chez la pomme de terre, le tabac et le blé (Pedrizat, 1974)

Selon Hadj Khelil (2001), quelques aspects de la tolérance de la tomate à la salinité ont été étudiés; les jeunes feuilles bénéficient d'une protection accrue, celles-ci en contrepartie accumulent des sucres solubles et de la proline qui contribuent à leur ajustement osmotique.

La proline à un rôle osmotique dans le cytoplasme (Batamouny, 1993).

La quantité de proline augmente suite à l'hydrolyse de protéines stockées sous l'effet du sel (Levit, 1972).

c. Dilution et accumulation des sels

La dilution des sels absorbés est souvent très liée chez les plantes résistantes à une forte rétention d'eau par les plantes et au développement de la succulence qui est elle-même liée à la présence de NaCl dans le milieu (Levit, 1972).

Il y a des halophytes qui accumulent une quantité considérables dans tiges et feuilles sans causer de fortes concentrations ce qui s'explique par le développement de cellules volumiques engorgées d'eau qui ont un rôle dans la dilution des sels (Binet, 1982).

7.2 Adaptations morphologique

Selon Hamza (1982), les plantes manifestent des adaptations diverses en présence d'un excès de sel, un allongement faible des organes, un raccourcissement des entrenœuds et une réduction de la surface foliaire.

Les différentes parties de la plante ne réagissent pas de la même façon en milieu salin. Les racines commencent à diminuer (Levigneronet et *al.*, 1995), chez le coton la floraison marque une avance de 4 à 10 jours (Bouzidiet *al.*, 1980).

*Une cuticule épaisse.

*Des stomates rares (Heller et *al.*, 1998).

*Des cellules à grandes vacuoles pour favoriser le stockage de NaCl (Luttge et *al.*, 2002).

Une succulence des feuilles, qui deviennent épaisses ou cylindriques (*Suaeda*) ou de leurs tiges dans le cas de l'espèce *aphylle* (*Salicornia*) (Lemee, 1978).

Partie II

Etude expérimental

Chapitre I

Matériels et Méthodes

L'objectif :

Cette étude a été menée dans le but de déterminer les changements morpho physiologique et biochimiques de deux variétés de tomate *Lycopersicon esculentum* Mill. (Cambelle 33 et Riogrand), soumises l'effet des différentes concentrations salines.

1. Protocole expérimental

1.1. Matériel végétal utilisé :

Les graines du tomate plantées durant l'année 2016/2017 dans la serre de Amira Aress wilaya de Mila, sous conditions favorables (photo1).

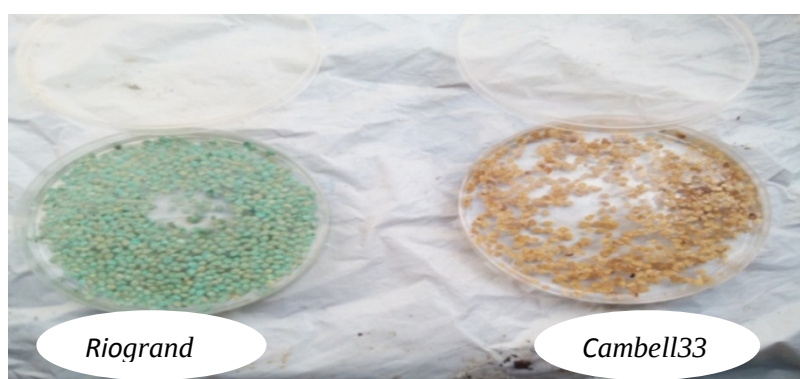


Photo 01 :Les grains de deux variétés de tomate.

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 rinçages à l'eau distillée stérile

Ces graines ont été semées 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 04).



Photo 04 : Repiquage des grains germés chez les deux variétés de tomate.

- Repiquage des grains germés

Après la germination les plantules de deux variétés de tomate sont repiquées soigneusement et mises en pots au demie du mois de février 2017 à raison de 4 à 5 grains par pot à une profondeur convenable (0.5 à 1 cm) avec un léger tassement, immédiatement arrosées avec de l'eau pour permet un bon contact sol-grain, puis déposées dans une serre située aux Amira Aress mila, a une température 25C°.

Après l'apparition des premières feuilles, 3 plantes par pot sont conservées en commencement traitement par les solutions salines avec un arrosage régulier par de différentes concentrations salines pendant 21 jours :

-1^{er} jour arrosage par les solutions salines

-2^{ème} jour arrosage par l'eau.

-3^{ème} jour sans arrosage.

3.1. Le sol:

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

- 1/3 de Sable.
- 1/3 de Sol séché.
- 1/3 de tourbe (photo3).



Photo 03 : La préparation de mélange d'un sol de culture.

-Les solutions salines:

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

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

4.1. Dispositif expérimentale

Les deux variétés concernées par l'étude sont semées dans un dispositif à randomisation total avec 4 répétitions. Elles ont été installées selon 4 niveaux de salinités contraste (S0, S1, S2, S3). Différentes mesures ont été pratiquées durant le cycle de développement des plantes en place. L'ensemble des mesures sont portées sur 4 répétitions (R1, R2, R3 et R4) pour chaque niveau de salinités (Photo 04).



Photo 04: Le dispositif expérimentale des deux variétés *Cambell33* et *Riogrand*.

4. Les paramètres morpho- physiologiques et biochimiques :

Les plantes sont traitées pendant 21 jours, à la fin on procède la mesure des Paramètres morphologiques, physiologiques et biochimiques.

5.1. Les paramètres morphologiques étudiés

Les mesures ont été réalisées pendant l'application des solutions salines pendant 21 jours on concernées les paramètres morphologique des plantes.

5.1.1. Nombres des feuilles (NF)

Nous avons compté le nombre des feuilles pour chaque plante, pour déterminé l'effet de la salinité sur le nombre de feuille durant le stade de la croissance chez de deux variétés (*Cambell 33* et *Riogrand*).

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

Les mesures des longueurs des tiges ont été effectuées sept fois pendant le traitement par la salinité. A l'aide d'un règle graduée (cm), on a mesuré la longueur des Plantes depuis la surface du substrat jusqu'au l'apex vers la fin du traitement on enlève les plantes des pots, on les lave et on procède à la mesure de longueur des racines et des tiges des plantes (photo 6).



Photo05: la mesure de longueur des racines et des tiges après l'enlèvement de poàà chez les deux variétés *Cambell 33* et *Riogrand*.

5.1.3. La matière fraîche et sèche (MF, MS 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.

5.2. Paramètres physiologiques et biochimiques

5.2.1. 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 (MFT), selon la formule suivant :

$$\text{TER \%} = (\text{MF} - \text{MS}) / (\text{MFS} - \text{MS}) \times 100$$

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

L'extraction de la chlorophylle est faite suivant la méthode de Negazi et al (1998) (fig6).

La détermination des teneurs réalisée selon les formules

$$\text{Chl a } (\mu\text{g}/1\text{g}/\text{MF}) = 12,7 \text{ DO (663)} - 2,69 \text{ DO (645)}.$$

$$\text{Chl b } (\mu\text{g}/1\text{g}/\text{MF}) = 22,9 \text{ DO (645)} - 4,68 \text{ DO (663)}.$$

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

DO : la lecture dans le spectrophotomètre

Chl(a) avec $\lambda = 663$.

Chl(b) avec $\lambda = 645$.

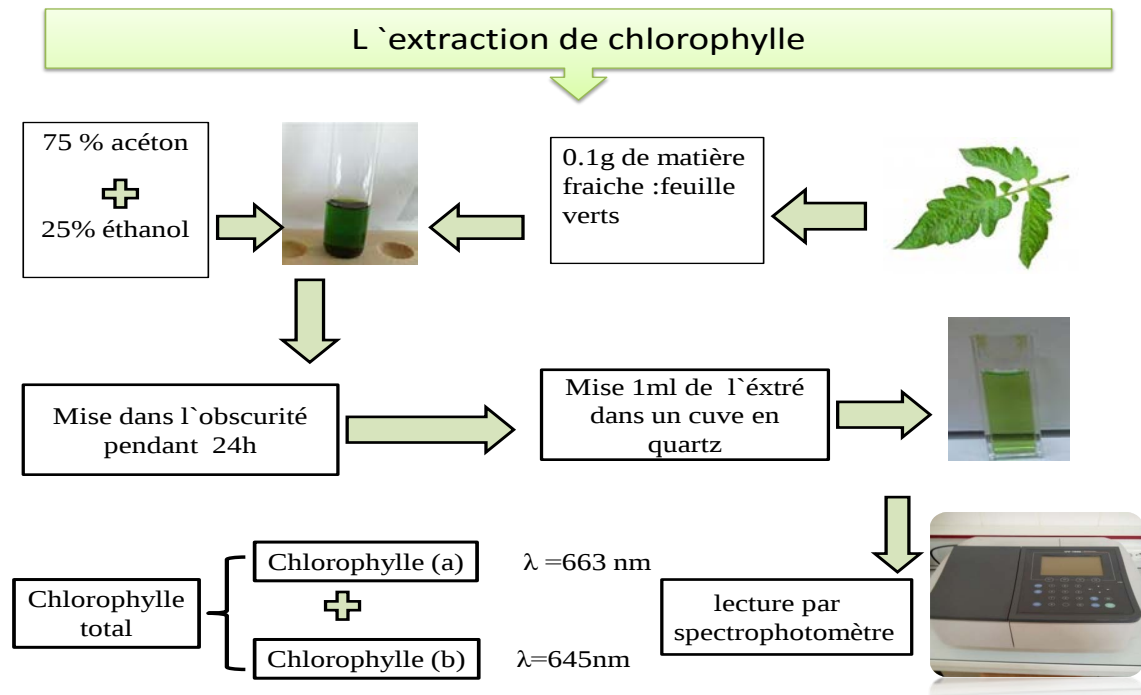


Figure n°05: Schéma représente les différentes étapes pour déterminer la teneur en chlorophylles.

4.2.3. Dosage des sucres solubles : glu (ug/100mg/MF)

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

DO : La lecture dans le spectrophotomètre ($\lambda=490\text{nm}$). (Fig7).

$$X = \frac{(0,095 (DO) - 0,0042) \cdot 10}{0,1}$$

0,1

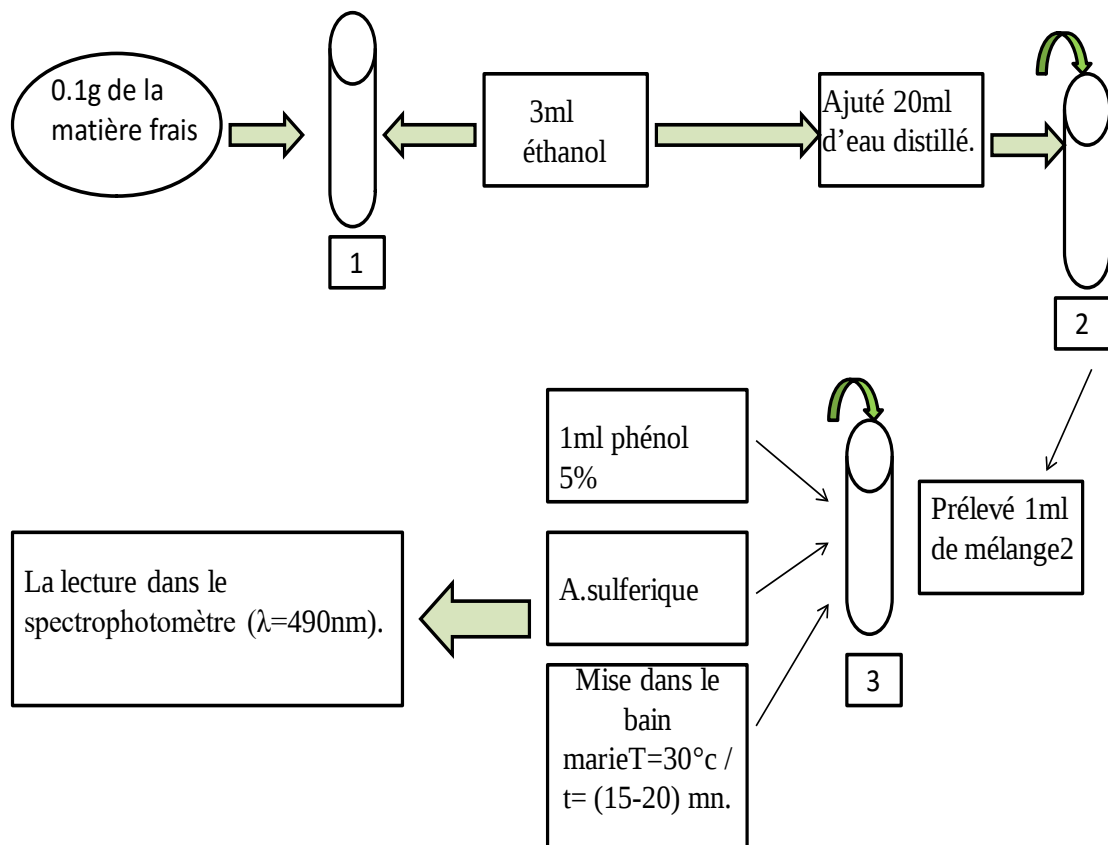


Figure n°06: Schéma représente les différentes étapes pour déterminer la teneur en sucres.

5. Analyse statistique :

L'étude statistique est réalisée à l'aide du logiciel XL STAT 2015 par l'analyse de variance, entre les paramètres étudiées. Pour des moyennes, le test de Newman-Keuls au seuil de 5% a été utilisé.

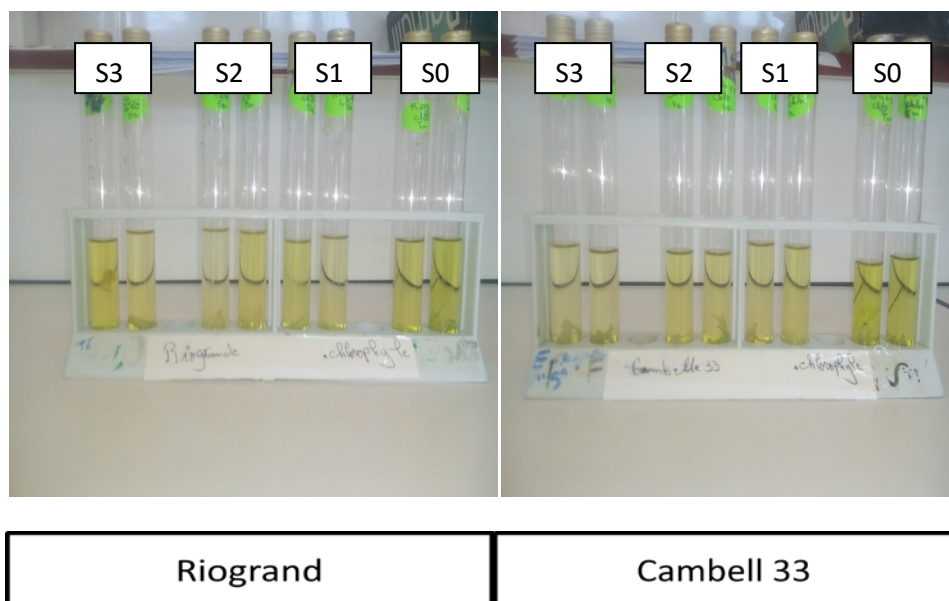


Photo 07: L'extraction de chlorophylle chez les deux variétés étudiées

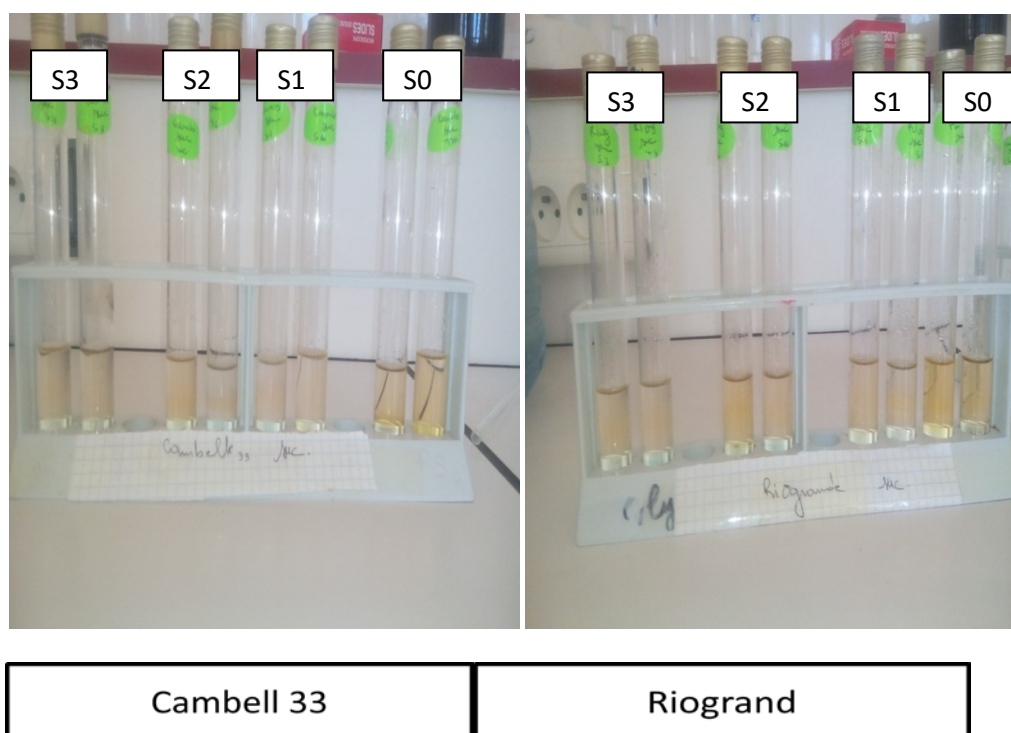


Photo 08: L'extraction de sucre chez les deux variétés étudiées.

Chapitre II

Résultat et discussion

1 .Résultats

La présence de sel affecte le développement végétatif des plantes de tomate.

Dans notre expérience, nous avons intéressé par les effets des différentes concentrations de NaCl (0 mM/L, 25mM/L, 50 mM/L, 150mM/L), sur la croissance morphologique et l'accumulation des différents solutés compatible de les deux variétés de tomate *Lycopersicum esculentum* Mill. (Cambell 33 et Riogrand). Pour cela nous avons analysé des paramètres morpho-physiologiques et biochimiques.

1.1. Les paramètres physiologiques :

1.1.1. Longueur des tiges (LT) en cm :

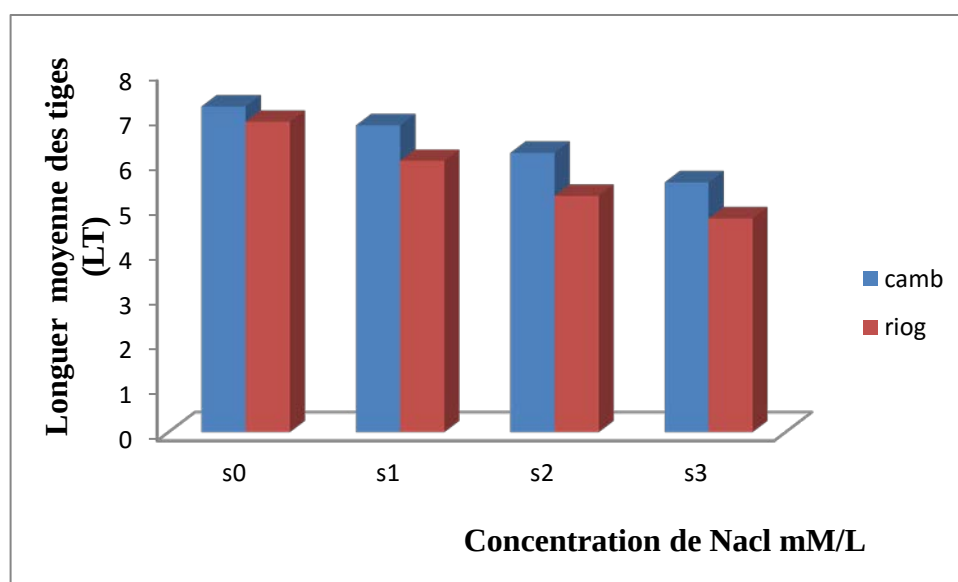


Figure 07 : Effet de la salinité sur la longueur de tige chez les deux variétés dans la phase de croissance.

La figure (07) 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=7,24cm chez Cam et 6,9cm

Chapitre II : Résultats et discussion

chez riog alors que la plus petite est enregistrée au niveau de S3 (LT=5,55cm chez Cam et 4,75 cm chez Riog).

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

Nous avons observé le comportement des deux variétés (Cam et Riog) est différent

Dans tous les concentrations salines, mais la variété (Cam) est résistance que (Riog).

L'analyse de la variance (tableau III), a montré une différence hautement significative entre la longueur des tiges chez les deux variétés dans les 3 concentrations salines.

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	5	214,985	42,997	11,312	< 0,0001
Erreur	18	68,421	3,801		
Total corrigé	23	283,406			

1.1.2. Longueur des racines (LR) en cm

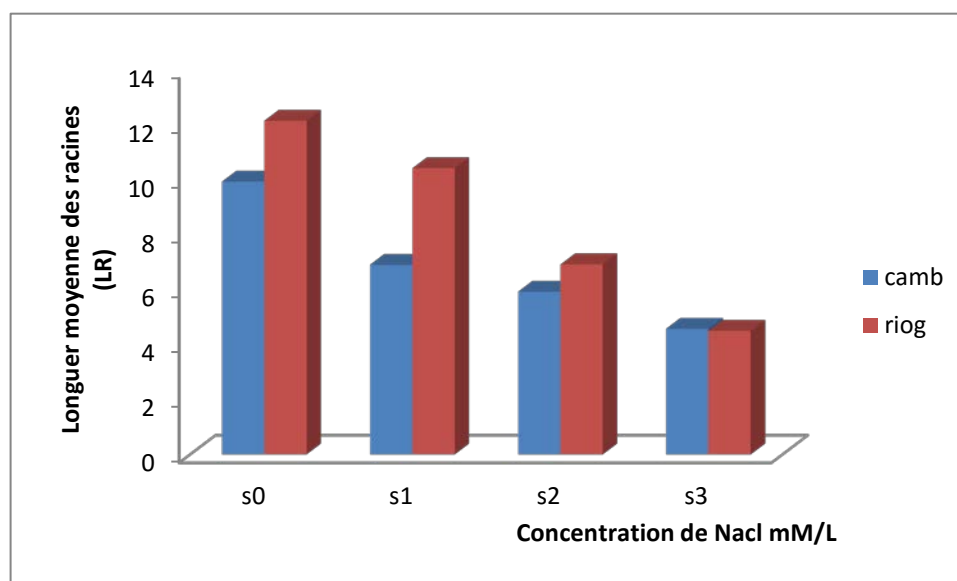


Figure08 : Effet de la salinité sur la longueur des racines dans la phase de Croissance chez les deux variétés.

L'effet de NaCl se traduit par une réduction significative de la longueur des racines chez les deux variétés de tomate étudiées. La figure (08).) 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 12,16 cm *Riog* et 9,94 cm chez la *Cambell 33* dans la concentration S3, diminue à 4,5cm chez *Riog* et 4,58 cm chez *Camb33*. Généralement, la longueur des racines de la variété *Riog*reste plus élevée que celle de la *Camb 33*.

Nous avons observé le comportement des deux variétés (*Camb* et *Riog*) est différent dans tous les concentrations salins, mais la variété (*Riog*) est plus résistance que la variété (*Camb*).

L'analyse de la variance (tableau IV), a montré une différence hautement significative entre la longueur des racines chez les deux variétés dans les 3 concentrations salines.

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	5	9,427	1,885	30,561	< 0,0001
Erreur	18	1,111	0,062		
Total corrigé	23	10,538			

1.1.3. Nombre des feuilles

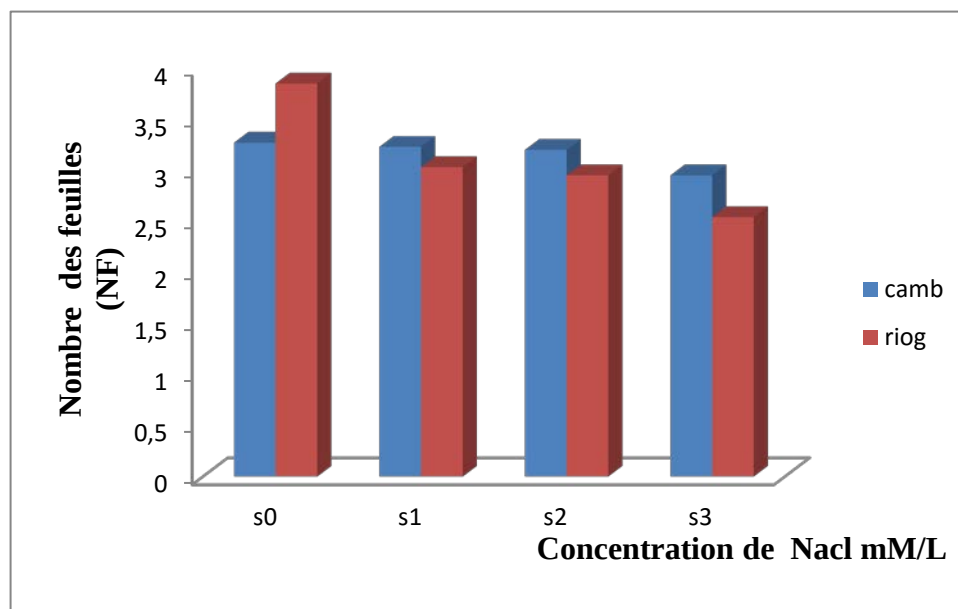


Figure 09: Effet de salinité sur le nombre des feuilles dans la phase de Croissance chez les deux variétés.

Chapitre II : Résultats et discussion

La figure (9) représente les valeurs moyennes de nombre des feuilles chez les plantes stressées par les différents traitements comparés au témoin.

Chez les plantes témoins le nombre des feuilles par plante a varié de 3,27 chez la variété *Cambell33* à 3,85 chez la *Riog*, alors que les petites valeurs, observées sont aux niveaux de S3 (2,54 chez *Riog* et 2,95 chez *camb*).

L'augmentation de concentration du sel dans l'eau d'irrigation a pour effet de réduire significativement le nombre des feuilles chez les deux variétés.

Nous avons observé également le comportement des deux variétés presque le même dans tous les concentrations de NaCl mais la variété de *Cambell 33* plus résistance que la variété de *Riog*.

L'analyse de la variance (tableau V), a montré une différence hautement significative entre nombres de feuilles chez les deux variétés dans les 3 concentrations salines.

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	5	2,175	0,435	2,965	0,040
Erreur	18	2,641	0,147		
Total corrigé	23	4,817			

1.1.4. Matière fraîche (MF) en g :

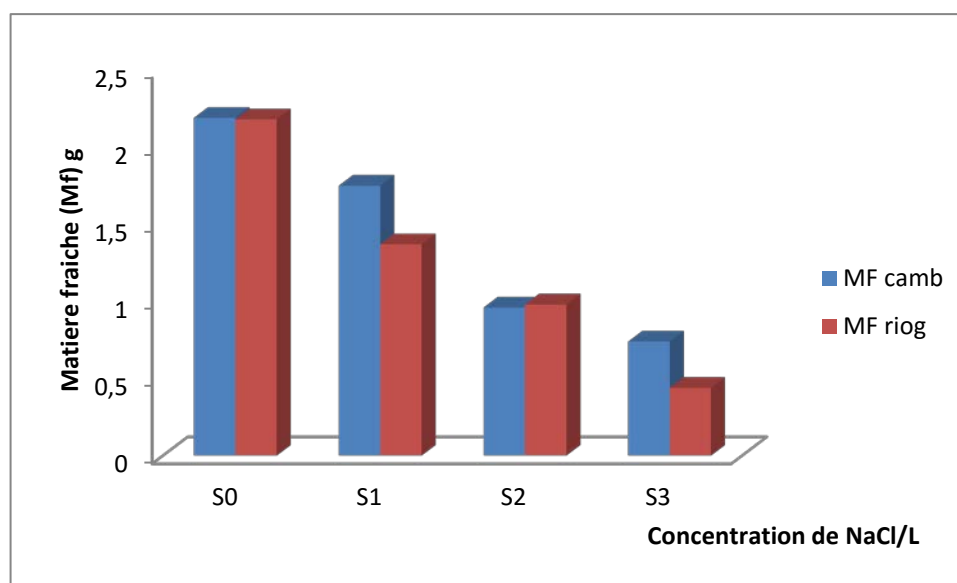


Figure 10: Effet de la salinité sur la matière fraîche des deux variétés de tomate.

Selon l'histogramme, on remarque que la réduction de biomasse fraîche est d'autant plus importante que la concentration en NaCl augmente, et surtout plus marquée à 150mML (MF= 0,74 g chez *Camb* et 0,44g chez *Riog*), alors que la plus grande valeur présente dans le S0 (MF=2,19g chez *Camb* et 2,18g chez *Riog*).

L'importance de cette diminution varie également en fonction des variétés étudiées. La variété *Riogrand* présente une diminution des valeurs de MF, plus remarquable par rapport à la variété *Cambell 33* dans les différentes doses de NaCl.

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).

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	5	9,525	1,905	40,180	< 0,0001
Erreur	18	0,853	0,047		
Total corrigé	23	10,378			

1.1.5. Matière sèche (MS) en g :

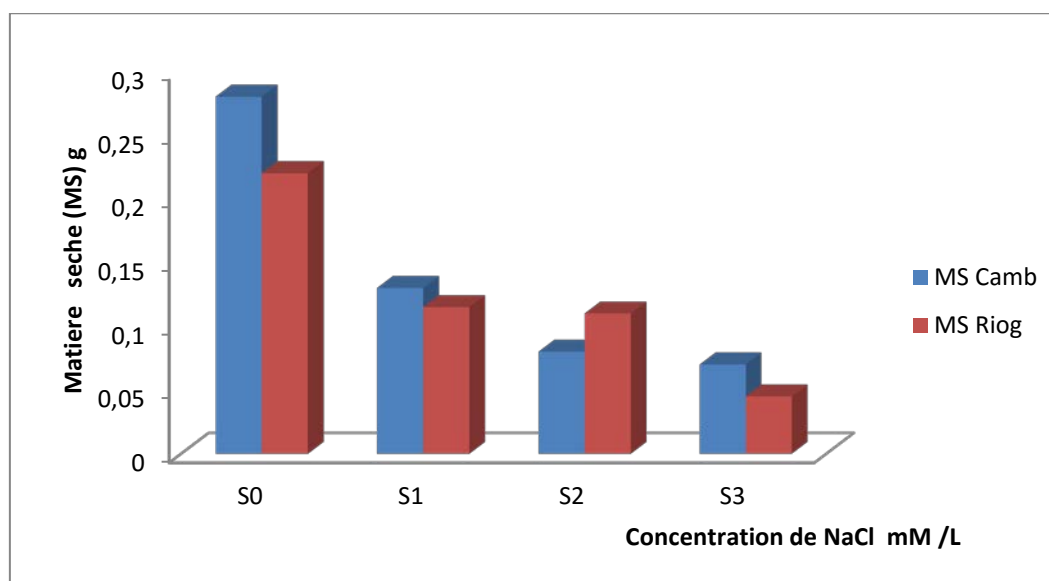


Figure 11: Effet de la salinité sur la matière sèche des deux variétés de tomate.

Les résultats illustrés dans la figure (11) présente les paramètres de matière sèche des plantules des deux variétés de tomate.

Chapitre II : Résultats et discussion

On remarque que les poids des plantes témoins (S0) sont bien observées à celles stressées, les poids sèches maximal qui sont (MS=0.28g chez *Camb* et MS=0.22g chez *Riog*) sont diminués en S3 à (MS=0.07g chez *Camb* et MS=0.045 gchez *Riog*).

Nous avons observé également que le comportement des deux variétés est différent dans toutes les concentrations, mais la variété de *Cambell 33* est résiste que la variété de *Riogrand*.

L'analyse de la variance (tableau VII), a montré une différence hautement significative entre pois sèches chez les deux variétés dans les 3 concentrations salines.

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

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	5	0,129	0,026	78,930	< 0,0001
Erreur	18	0,006	0,000		
Total corrigé	23	0,135			

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)

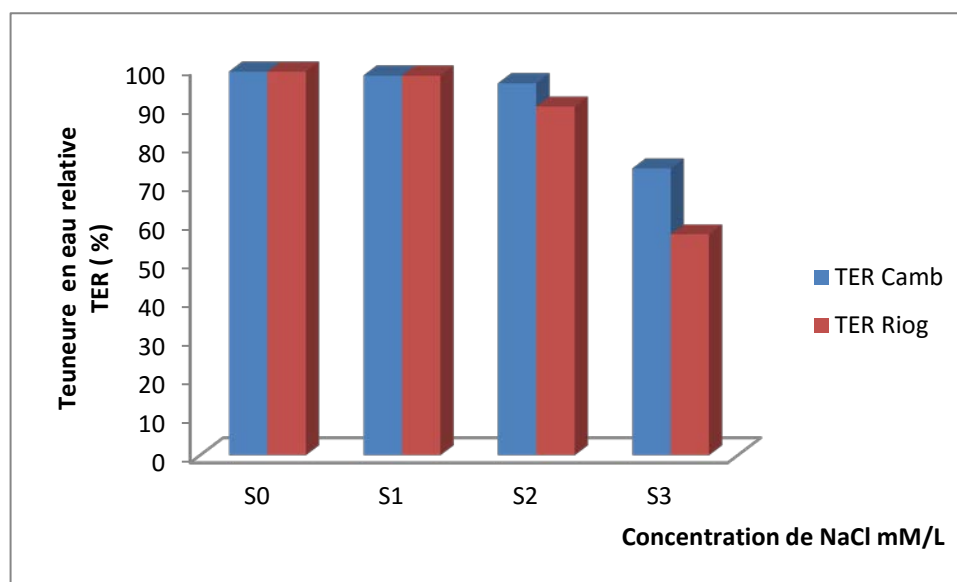


Figure 12: Effet de la salinité sur la teneur en eau relative chez les deux variétés.

Les résultats des moyens obtenus (figure12) démontrent que la teneur relative en eau des plantes témoins des deux variétés *Cambell 33* et *Riogrand*, s'est maintenue à niveau élevé approximatif de 99%.

L'effet des sels combinés de concentration S1 a diminué cette teneur mais reste plus proche au témoin (98%) chez les deux variétés par contre dans la concentration S3 (150 mM/L) la teneur en eau est hautement diminuée à 74% chez *Camb* et à 57% chez *Riog*.

D'après les résultats obtenus, on dit que la variété *Cambell 33* présente une tolérance à la salinité plus que *Riogrand*.

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

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	5	4066,760	813,352	10,950	< 0,0001
Erreur	18	1337,058	74,281		
Total corrigé	23	5403,817			

1.2.2. Effet de salinité sur la teneur en chlorophylles

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

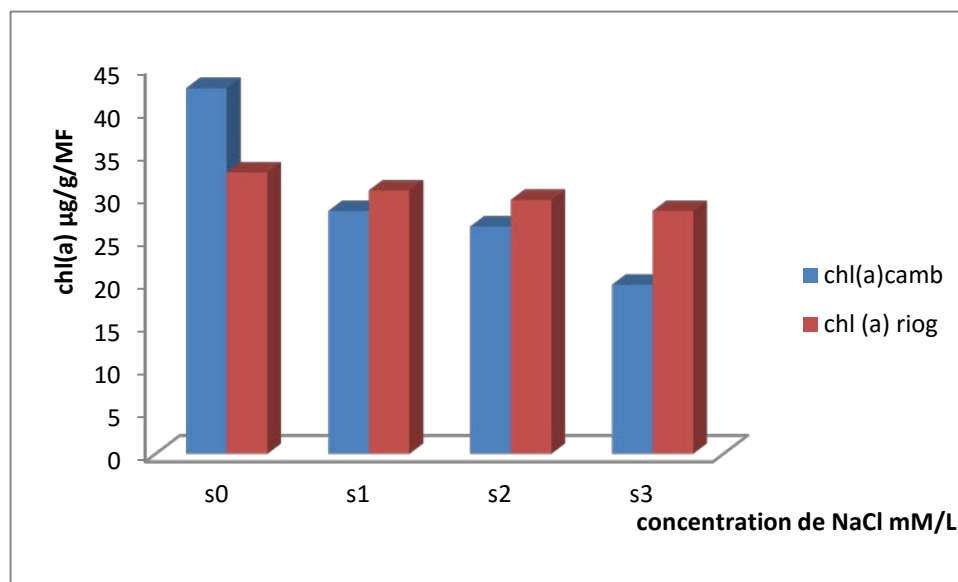


Figure 13: Effet de la salinité sur la teneur en chlorophylle(a) chez les deux variétés.

Chapitre II : Résultats et discussion

A travers les résultats illustrés dans la figure (13), l'augmentation de la concentration Salin dans le milieu est accompagnée d'une diminution très hautement significative chez les deux variétés en chlorophylle (a) tableaux(X) dans les feuilles. Les plantes témoins Présentent également les teneurs en chlorophylle (a) plus élevé et sont de (42,5 et de 32,7 μ g/g/MF), respectivement pour la variété *Cambell* 33 et *Riog*.

Les réductions plus importants ont été notées en présence de 150 mM /L de NaCl (19,7 et 28,1 μ g/g/MF, respectivement chez les variétés *Camb* et *Riog*.

L'analyse de la variance (tableau X), a montré une différence hautement significative entre la teneur en chlorophylle (a) chez les deux variétés dans les 3 concentrations salines.

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

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	5	636,858	127,372	8,656	0,000
Erreur	18	264,875	14,715		
Total corrigé	23	901,733			

1.2.2.2 Effet de salinité sur la teneur en chlorophylle(b).

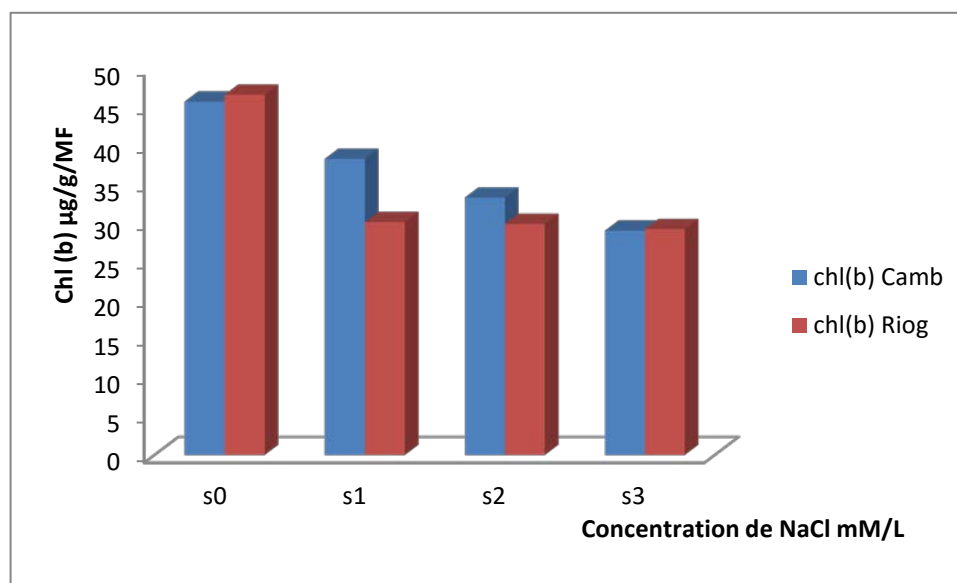


Figure 14: Effet de la salinité sur la teneur en chlorophylle (b) chez les deux variétés de tomate.

Pour la chlorophylle(b), les résultats portés sur la figure (14) montre que les teneurs varient de ($46,6\mu\text{ g/g}$) chez *Cambell 33*) a ($45,9\mu\text{ g/g}$ chez *Riog*) de matière fraîche chez les plantes témoins.

Chez les plantes exposées a la solution 150 mM/L , ces teneurs ont varié de ($29,2\mu\text{ g/g}$ chez *Cambell 33* à $29\mu\text{ g/g}$ chez *Riog*).

Des chutes enregistrées sous l'effet du sel sont hautement significatives pour les deux variétés.

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

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	5	1103,330	220,666	18,527	< 0,0001
Erreur	18	214,388	11,910		
Total corrigé	23	1317,718			

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

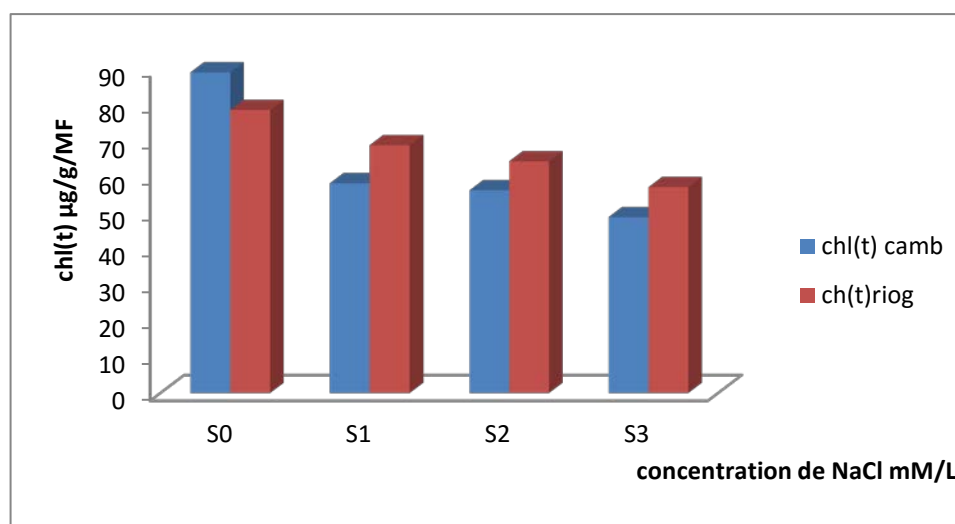


Figure 15: Effet de la salinité sur la teneur en chlorophylle total chez deux variétés de tomate.

La teneur en chlorophylle total a été significativement réduite par l'effet de salinité (Tableau XII).

Ainsi, chez les témoins la teneur en chlorophylle total est restée plus importante comparativement à la teneur en chlorophylle total dosée chez les plantes traitées par le

Chapitre II : Résultats et discussion

sel (Figure15), dans la concentration S1 (25 mM/L) et la concentration S2 (50mM/L) a diminué cette teneur mais reste plus proche au témoin.

Les réductions les plus importantes ont été notées en présence de 150mM/L de NaCl (de Chl (t)=48,9 chez *Camb* et 57,5 chez *Riog*).

La comparaison des moyennes dans les figures (16) montre de la différence entre les plantes de la variété *Cambell 33* issue de premier traitement de NaCl (S1) s'avèrent insensibles au sel comparativement aux variétés *Riog*.

Avec l'augmentation de la concentration de NaCl les deux réagissent significativement de même manière.

L'analyse de la variance (tableau XII), a montré une différence hautement significative entre la teneur en chlorophylle total chez les deux variétés dans les 3 concentrations salines.

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

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	5	3233,552	646,710	20,541	< 0,0001
Erreur	18	566,722	31,485		
Total corrigé	23	3800,274			

1.2.3. La teneur en sucres

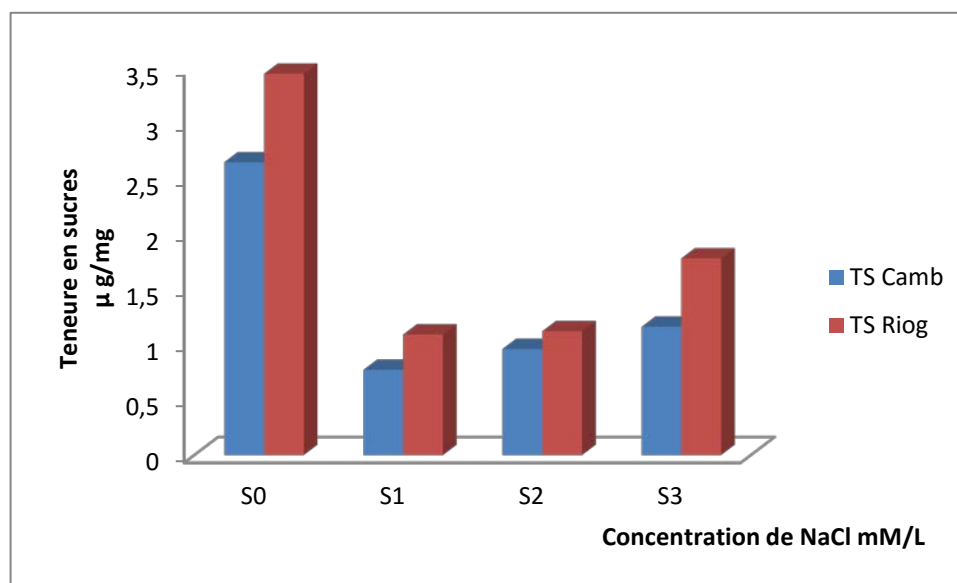


Figure 16 : Teneurs en sucres solubles chez les deux variétés de tomates en fonction de l'intensité du stress salin.

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

L'accumulation des sucres solubles est augmentée, jusqu'au taux le plus élevé obtenu chez *Riog* est de (1,78μg/mg) pour le traitement S3 (150mM /l), alors que (1,09 μg/mg, 1,12 μg/mg) et chez *Camb* le taux le plus élevé obtenu est égale (1,16μg/mg) pour le traitement S3(150mM /l), alors que (0,77μg/mg, 0,96μg/mg) respectivement pour les autres traitements (25mM/L, 50mM/L).

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

Tableau XIII : Analyse de la variance de la teneur en sucres solubles chez les deux variétés de tomate (*Riogrand* et *Cambelle 33*).

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	5	18,628	3,726	41,937	< 0,0001
Erreur	18	1,599	0,089		
Total corrigé	23	20,227			

2. Discussion :

Dans le monde végétal, la salinité est une contrainte majeure qui affecte la croissance et le développement des plantes, 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).

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, l'orge (EL-Mekkaoui et *al.*, 1994), et la vigne (Walker et *al.*, 2003.).

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), 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).

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 (Bouaouina et *al.*, 2000).

Cette réduction de la longueur des racines, des tiges et nombre des feuilles est peut être liée à l'influence nocif du stress salin cause de l'inhibition des divisions cellulaire par la salinité qui conduit à la formation des tiges et racines anormaux, selon (Bouaouina et *al.*, 2000).

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 Ikliletal, (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 réduction de la teneur en eau relative est bien note a la salinité surtout pour le forte dose de NaCl (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.

Nos résultats montrent que le taux des sucres augmente considérablement chez les deux variétés de tomate traites aux différentes concentrations de NaCl, selon Hare(1998) qui disent que les espèces résistantes au stress salin, ont un taux élevé de sucres solubles résultant d'un blocage de la glycolyse et les principaux sucres accumulés sont le glucose, fructose et le saccharose.

Selon Bouatrous (2013), les sucres solubles protégeraient les membranes contre la déshydratation, l'état de déficit hydrique contribuerait en grande partie à l'abaissement du potentiel osmotique. Les sucres solubles ont un double rôle chez les plantes, ils participent aux événements métaboliques et agissent comme signaux moléculaires pour la régulation des différents gènes, en particulier ceux qui sont impliqués dans la photosynthèse, le métabolisme du saccharose et de la synthèse d'osmolyte (Rosa et *al.*, 2009).

Enfin, selon cette étude comparative vis-à-vis de la salinité et les résultats nous pouvons note que la variété *Riogrand* a montré une sensibilité plus importante par rapport à la variété *Cambell 33* au stress salin.

Conclusion

Conclusion

Conclusion

Dans notre travail qui a visé à étudier la tolérance de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) var: *Riogrand et Cambell 33* à la salinité en appliquant différentes concentrations des sels combinés NaCl à (0,25, 50,150mM/L) dans l'objectif de déterminer l'effet du stress salin sur

- la croissance des tiges (LT), racines (LR) et le nombre des feuilles (NF),
- quelques paramètres physiologiques (la teneur en eau relative)
- biochimiques à savoir la chlorophylle (a,b ,t) et la teneur en sucres solubles .

Il montre que l'espèce de tomate répond différemment dans les concentrations de NaCl appliquées en fonction de l'organe considérée.

A la lumière des résultats obtenus, on conclut que :

-Une diminution de la hauteur des tiges et des racines et le nombre des feuilles dans toutes les plantes stressées par les sels combinés (25, 50,150mM/L) par rapport aux plantes qui sont arrosées par l'eau (témoins).

-Une diminution de la matière fraîche et sèche et une augmentation de la teneur en sucre soluble.

-Une diminution de la teneur relative en eau et en chlorophylle (a,b,t).

Quel que soit la nature de l'eau d'irrigation, l'application des tomates à des fortes doses provoque une réduction des développements et un retard de date de tous les stades phénologiques et la plus faible dose adopte malgré son impact négatif.

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 agro systèmes, 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 résistants au sel.

Références Bibliographiques

Références Bibliographiques

A

- 1- AMRANI B, 2010.** La filière de tomate en Algérie. Des résultats probants en attendant une meilleure organisation. Ed. La tribune.10p.
- 2-ASLOUM H, 1990.** Elaboration d'un système de production maraîchère (Tomate, *Lycopersicum esculentum* L.) en culture hors sol pour les régions sahariennes. Utilisation de substrats sableux et d'eaux saumâtres. Thèse de doctorat, développement et amélioration des végétaux, Université de Nice Sophia- Antipolis : 24- 32.
- 3-AUBERT G, 1982.** Les sols sodiques en Afrique du nord .Cahier O.R.S.T.O.M .Service Pédologie : 194 .
- 4- ALLAKAHVERDIEV S.L , NISHIYAMA Y, SUZUKI I., SAKAMATO A, MURATA N, 2000.** Genetic engineering of the unsaturation of fatty acids in membrane lipids tolerance of synechocystis to salt stress. Proc. Nat. Sci., U SA, (96).p p5862-5867.
- 5-ATHERTON D .G and HARRIS G.P, 1986 .**Flowering in the tomato crop. A scientific basis for improvement. Ed. ATHERTON J.G and RUDICH J. London, New York. pp167-200.

B

- 6-BACI L, 1993.** Les contraintes du développement de la tomate industrielle et de sa transformation. Communications journées d'étude et de réflexion sur la tomate industrielle. 26 et 27 avril 1993. Wilaya de Jijel.
- 7-BASFORD KE, M. COOPER,1998.** Genotype-environment interactions and some considerations of their implications for wheat breeding in Australia. *Aust. J. Agri. Res.* **49**: 153-174.
- 8-BATAMONY .K; 1993.** Adaptation of plants in to saline condition in arid region, Faculty of science Cairo. University, Egypt .acad publisher in Netherlands pp 13-20.

Références Bibliographiques

- 9- BOURGEAIS-CHAILLOU P., GUERRIER G. & STRULLU D.G, 1987.** Adaptation au NaCl de *Lycopersicon esculentum*: étude comparative des cultures de cals ou de parties terminales de tiges. Can. J. Bot. 65, 1989-1997.
- 10-BELATECHE A, 2005.** La production de tomate industrielle : potentiel de quelques pays méditerranéens, de l'Algérie et ses facteurs limitants. Communications journées d'étude et de réflexion sur la tomate industrielle..Wilaya de Guelma.
- 11-BELKHODJA M ,BIADY,2004 .**La réponse des graines d'atriplex halimus L. à la salinité au stade de la germination Edit sècheresse ,Vol 15 n°4 pp 331 -335
- 12-BENACEUR .M, RAHMOUN.C, HASNA SDIRI, MEDAHI.M et SELMI.M,** 2001. Effet du stress salin sur la germination, la croissance et la production en graines de quelques variétés Maghrébines de blé. Science et changement planétaires. Sècheresse Vol 12 numéro 3.sep, pp 167-174.
- 13 -BENCHALAAL, 1983.** Généralités sur la tomate, production végétale, production céréalière et fourragère. Aurès agronome. pp2-6.
- 14-BENTVELSEN C.L.M, 1980.**Réponse des rendements à l'eau. Ed. Dunod. 235p.
- 15- Bernstein L., Ehlig C.F. & Clark R.A, 1969.** Effect of grape rootstocks on chloride accumulation in leaves. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.*, **94**, 584-590.
- 16-BINET P, 1982.** Production primaire et accumulation des bièlements au niveau du population pure d'Atriplex hastata L des rives de l'estuaires de la sève. Oecol. Plante.
- 17-BOUCHOUKH I, 2010.** Comportement écophysologique de deux Chénopodiacées des genres *Atriplex* et *Spinacia* soumises au stress salin .p 16- 29- 6 - 35
- 18-BOUDA S., HADDIOUI A -** Effet du stress salin sur la germination de quelques espèces du genre Atriplex. Revue « nature & technologie ». N° 05/juin 2011. P 72 à 79
- 19-BOUAOUINA, S., ZID, E. ET HAJJI, M, (2000).** Tolérance à la salinité, transports ioniques et fluorescence chlorophyllienne chez le blé dur (*Triticum turgidum* L.) CIHEAM – Options Méditerranéennes. pp.-
- 20-BOUZIDI .A et ELAMANI, 1980.** Irrigation à l'eau salée de deux variétés de cotonnier centre de recherche agronomique Tunisie pp 35-44. de quatre espèces de luzernes annuelles provenant d'un même biotope d'Algérie .C.R ;acad.CC ;Paris ;T2 93 ;Série III ;7.769-772 seed lingo in a saline sodic soil –aride soil Rescharchaud Rheabilitation ,Vol ;p 59- 66 halophila

C

- 21-CASAP, 2007.** Sarl CASAP. Variétés de tomate .3P.
- 22-CHARRIER A, JACQUOT M., HAMON S. & NICOLAS D, 1997.**L'amélioration des plantes tropicales. 591.
- 23-CHAUX C.L. et FOURY C.L, 1994.** Cultures légumières et maraichères. Tome III : légumineuses potagères, légumes fruit .Tec et Doc Lavoisier, Paris. 563p.
- 24- CHUNGYANG. C et KAIYUN .W,2001.** Differences in drought responses of three contrasting Eucalyptus micro theca E muell population Uni of Helsinki Finland Forest Ecology and Management Vol 179 ,pp 377-385.
- au double stress hydrique et salin ;Thèse ING ,ISA ,Tiaret.
- 25- CPC, 2007.** Autres noms scientifiques de *Tuta absoluta*. Cabicompendium.Org/Namesliste/CPC/Full/SCPPAB. HT M. P5 -7.
- 26-CORBINEAU F. et CORE A, 2006.** Dictionnaire de la biologie des semences et des plantules. Ed .Tec et Doc. Lavoisier. 226p.
- 27- CRONQUIST A, 1981.** An integrated system of classification of following plants. Colombia University. 1256p.

D

- 28-DAOUD.Y,1993.** Contribution a l'étude des sols des plaines du cheliff. Le phenomene de salinisation, conséquence sur les propriétés physique des sols argileux. *Thèse Doct, Es, Sci ,Ina Alger*
- 29-DOUAOUI, A. ET 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, no3, p. 9
- 30-DOORENBOS J, 1975.** Bulletin FAO d'irrigation et de drainage. Station Agro-météorologie. 20p.
- 31-DORE C. ET VAROQUAUX F, 2006.** Histoire et amélioration de cinquante plantes cultivées. Ed. INRA, Paris. 698p.

E

32-EL-IKL IL Y., KAR ROU M., MRABET R., BENICHOUM, 2002. Effet du stress salin sur la variation de certains métabolites chez *Lycopersicon esculentum* et *Lycopersicon sheesmanii*. Can. J. Plant Sci. 82, pp 177–183.

33-EL MEKAOUI, 1987. Etude de la tolérance du NaCl chez le blé dur tendre et d'orge Thèse ING, Montpellier France.

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 *Hordeumvulgar* L.) et du blé dur (*Triticumdurum* Desf.)”. Acte Inst. Agron. Vét. (Maroc), 14(2). Pp 27-36.

F

35-FABRICIO A.O., HENRIQUES D.J., LEITEG.L.D., JHAM G.N. ET PIKANÇO M, 2008. Resistance of 57 greenhouse grown accessions of *Lycopersicon esculentum* and three cultivars to *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera :Gelichiidae).

36- FAVIER J., IRELAND-RIPERT J., TOQUE C., and FEINBERG M, 2003. Répertoire Général des Aliments. Ed. Ciquel. pp40-48.

37-FCF, 2008. Nouveau ravageur de tomate. Fredon corse- France.PDF.4p.

38-FLOWERS TJ, TROKE PF., YEO AR 1977- The mechanism of salt tolerance in halophytes. Annual Review of Plant Physiology 28, 89–121. doi:10.1146/annurev.pp.28.060177.000513

G

39-GALLAIS A. et BANNEROT H., 1992. Amélioration des espèces végétales cultivées objectif et critères de sélection. INRA, Paris. 765p.

40-GAUSSSEN H., LEFOY J. et OZENDA P, 1982. Précis de Botanique. Deuxième Ed. Mass.

H

- 41-HADJI. M ; 1979 ;** Effet du sel sur la croissance et l'alimentation minérale du laurier rose. *Physio veg*,17 (3) ,517 -524.
- 42-Hannachi C., 1997,** Amélioration de la tolérance de la pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.) à la salinité (NaCl) par voie biotechnologique. Thèse de doctorat, Faculté des sciences agronomiques, Gent, Belgique.
- 43-HANNACHI C., 2001,** Contrat programme de recherche-développement. Projet de développement agricole de Sidi Bouzid. CRDA-PDAI. p. 100.
- 44-HAMZA.M, 1982,** Adaptation physiologique des plantes cultivées à la salinité, *Bulletin soc ; Ecophysiologie végétale* 169-184 pp.
- 45-HASSANI A ., SEDDIKI D., KOUADRIA M ., BOUCHENAF 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).
- 46- HARE P.D, CRESS W. A and VAN STADEN J, 1998,** Dissecting the roles of osmolyte accumulation during stress plant *Cell Environ* 21 ,535 -553.
- 47-HASEGAWA P.M., BRESSAN ., R.A., ZHU, J.-K. AND BOHNERT, H.J., 2000-** Plant cellular and molecular responses to high salinity. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 51, 463-499.
- 48-HELLER R., 1981-** physiologie végétale : Nutrition. 2ème édition, MASSON, Paris.
- 49.-HELLER R., ESNAULT R., LANCE C., 1998-** Physiologie végétale. Tome1. Nutrition. 6ème édition, DUNOD, Paris: 134- 135.
- 50-HUBAC .C ,GERRIER .D and FERRAN .J ,1969 ,**Résistance à la sécheresse du *carex pachystylis* (J gay) .Plante du désert du Neguev .O Ecol. Plant. Gautiers Vitters. IV ,18,325-345

I

- 51- INRA, 2010.** Caractéristiques et importance de la tomate. INRA. p 2-8.
- 52-INRA, 2010.***Tuta absoluta*. 10p.

J

53-JABNOUNE 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.

54 -JENDOUBI S, 1997. Contribution à la caractérisation physiologique et biochimique de parois racinaires.

K

55-KHORSI B, 1993. Influence de quelques facteurs pédologiques et des équilibres ioniques sur la production et la composition de la tomate. Thèse de Doctorat d'Etat. Université de Tizi- Ouzou. 158p.

56-KINET B, 1985.Contrôle du développement de l'inflorescence de la tomate par les facteurs de l'environnement et les régulateurs de croissance. Rev, Hort, n°200. Pp30 36.

57-KOLEV N, 1976. Les cultures maraichères en Algérie .Tome I .Légumes fruits .Ed. Ministre de l'Agriculture et des Reformes Agricoles. 52p.

L

58 -LATIGUI A., 1984. Effets des différents niveaux de fertilisation potassique sur la fructification de la tomate cultivée en hiver sous serre non chauffée. Thèse Magister. INA El-Harrach.

59-LAUMONNIER R , 1979. Cultures légumières et maraichère. Tome III. Ed. Bailliere, Paris. 279p.

60-LECLERC J.C, 1999 – Ecophysiologie végétale – publications univ. Saint Etienne p 188- 235.

61-LEMEE G, 1978- Précis d'écologie végétale. Masson, Paris : 131- 132

62-LECLERC J.C, 1999 .Ecophysiologie végétale – publications univ. Saint Etienne p 188- 235.

63- LE HOUEROU H.N, 1992. The rôle of salt bushes (*Atriplex* spp.) in arid land rehabilitation in the Mediterranean basin. Review Agroforestry Systems, Vol. 18: 107-148.

Références Bibliographiques

64 -LEVIGNERON. A ; LOPEZ . F ; VANSYT .G, BETHOMIEN, PAND ; CASSEDEBART. F, 1995. Les plantes face au stress salin , Cahier agriculture Pp :263-273.

65-LEVIT, 1980. Responses of plants to environmental stresses ,vol .II ,water radiation salt and other stresses Acsad .Press N.Y.London ,607.

66-LIVEGNERON .A, LOPEZ et VASUT .G,1995 .Les plantes face au stress salin .Cahier d'agriculture ;pp 263-73.

67-LUTTGE U., KLUGE M., BAUER G., 2002- Botanique. 3ème édition, Tec et Doc- Lavoisier, Paris: 439- 450

M

68-MAAS .E V, 1990. Crop salt tolerance. Engineering N°71 ,ASCE ,NY,Pp262-304

69-MARSHNER ET SCHAFAR CZYK,1967 ,Comparative studies of the net uptake of sodium and potassium by corn and sugarbeet plants. ZPFL 118,172-186.

70- MADRA, 2009. Production agricole, superficies. Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural. Alger, 18p.

71-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.

72-MORGAN.J.M ;1984 . Osmoregulation and water stress in higher plants .Annu Rev ;Plant physiol ,35,299-550.aris N°2 ,séances spécialisée du 22 mars 1995 .

73-MOHAMED H.A.A. et HAGGAG W.H, 2003.Biocontrol potential of salinity tolerant mutants of *Trichoderma harzianum* against wild of tomato. Colloque international tomate sous abri. Avignon, 17, 18 et 19 septembre 2003.

74-MOUHOUCHE B, 1983. Essai des rationnements de l'eau sur tomate, recherche de production optimale et valorisation de l'eau. Thèse de magistère I.N.A., Alger .170p.

75-MUNRO B. et SMALL E, 1997. Les légumes du Canada. Ed. Val. Morin, Québec, Canada. 436p.

Références Bibliographiques

76-MUNNS R., HUSAIN S., RIVELLI A.R., JAMES R.A., CONDON A.G.T., LINDSAY M. P, LAGUDAH E.S., SCHACHTMAN D.P., HARE R. A. (2002). Avenues for increasing salt tolerance of crops, and the role of physiologically based selection traits. *Plant and Soil* 247: 93–105.

N

77-NAIKA S., DE JEUD J.V.L., DE JEFFAU M., HILMI M. et VANDAM B., 2005. La culture de tomate, production, transformation et commercialisation. Ed. Wageningen, Pays-Bas. 105p.

78 –NOIRAUD. N, DELROT .S and LEMOINE .R, 2000. The sucrose transporter of celery identification and expression during salt stress *Plant physiol* ,Vol & éé pp 379-389.

O

79- ONTARIO, 2009. Cultures maraîchères. Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales. ONTARIO. 10p.

P

80- PEDRIZA.T, 1974. Effect of chlorophyll deficiency on praline metabolism in higher plants *Fiziologica rostantia* pp 21 ,47-53.

81-PESSON P. et LOUVEAUX J., 1984. Pollinisation et production végétales. Ed. INRA. 663p.

82-PIRI K., 1991, Contribution à la sélection *in vitro* de plantes androgéniques de blé pour leur tolérance au NaCl. Thèse de doctorat en sciences agronomiques. Faculté des sciences agronomiques de Gembloux, Belgique. 168 p.

83- PNTTA, 2003. Cultures horticoles. Programme National de Transfert et Technologies en Agriculture (PNTTA). 9p.

84-POLESE J.M. ,2007. La culture de la tomate. Ed Artémis .95p.

85- PUBLISHERS B, 2004. Ressources végétales de l'Afrique tropicale. Tome 2 : - Légumes. Ed. Dunod. 736p.

R

86-RAEMAEEKERS R, 2001. Agriculture en Afrique tropicale. Direction Générale de la Coopération Internationale (D-2001/02/0218/1).

87-RAINS et D.W et EPSTEIN E ,1967 .Sodium absorption by barley roots ,its mediation by mecanism 2 of alkali cation transports.plant physiol ,42 ,319.

88- RAO. K.V.G.K, KAMRA S.K et KUMHARA P.S 1991.Drainage for reclamation of waterlogged saline lands in irrigation commands. Better farming in salt affected Soils ;(13). Centra soil salinity Research Institute ;India ,22P;

89-REY Y. et COSTES C, 1965. La physiologie de la tomate, étude bibliographique. INRA .111p.

90-RUOCCO M., MASSIMO G, OSCAR A, BERNARD B. et JURGEN K, 2010. Food quality safety. Lutte biologique n°2.Tomate.CNR, Italie, UE. 104p.

S

91-SANTIAGO L.S.,LAU T.S., MELCHER P.J.,STEELEO.C.,AND GOLDESTINE G., 2000-Morphological and physiological responses of hawiiian Hibiscus tiliaceus populations to light and salinity, Int.J. Plant Sci. 161: 99-106.

92-SHANNON M.C., NOBLE C.L, 1995.Variation in salt tolerance and ion accumulation among subterranean clover cultivars. CropSci, 35.pp 788-804.iation by mecanism 2 of alkali cation transports.plant physiol ,42 ,319.

93-SHEIDEKER D ,1978. Réaction au sel d'une glycophyte : le haricot ?bull ?soc.Bot.Fr.125 ,3-4 ,137-147.

94-SHUBERT .S et LAICHI A, 1986 .Na⁺ exclusion ,H⁺ release and growth of two different Maize cultivars under NaCl salinity.Plants physio ,Vol 126 ,1456154 pp

95-STROGONOV .B.P,1964 .Physiological of salt tolerance of plants as affected by various types of salinity ,Acd ,Sci ;USSR .irs-proy,scienced translation .

96-SOLTANI A., HAJJI M., GRIGNON C. Recherches des facteurs limitants la nutrition minérale de l'orge en milieu salé, Agronomie 10 (1990) 857–866.

T

97-TAL .M; 1977, Physilogy of polypoid plant DNA ,RNA protein and abscisic acid in autotetraploid and diploid tomato under low and high salinity. Bot gaz ;138 ,119 - 122;

98-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.

100-TORRES J.B., EVANGELISTA J.R., BARRAS R. et GUEDES R.N.C, 2002. Dispersal of *Podiusnigrispinus* (Het., Pentatomidae) nymphs preying station level. Journal Appl. Ent, 126, 326-332.

101-TROTTIN-CAUDAL Y., FOURNIER C., LEYRE J.M., DECOGNET V., ROMITI C., PINOTMP.C. et BARDIN M., 2003. Efficiency of plant extract from *Reynoutria sachalinensis* (Milsana) to control powdery mildew on tomato (*oidium neolyopersici*). Colloque international tomate sous abri. Avignon, 17, 18 et 19 septembre 2003.

W

102-WACQUANT J.P AND PASSAMA .L, 1978, Proportion d'ion K⁺ dans la plante et Résistance au sel de divers halophytes : Relation avec les propriétés d'absorption des racines. Bull .Soc .Bot.Fr; 34; 111-121.

103-WAISEL.M, 1987, Biology of halophytes .Acad-Press, New York ,pp395.

104-WALKER R.R , 2003. "Salinity effects on vines and wines". Bull. OIV. pp 76 201-227.

105-WANG K .G., FERGUSON A. et SHIPP J.L., 1998. Incidence of tomato pinworm *keiferia Lycopersicollor walsingham* (Lepidoptera Géléchiidae) on greenhouse tomato in southern Ontario and its control using mating description. Pp 122-136.

X

106-XU XING, 1994, Comportement au stress salin de plusieurs génotypes de triticum et d'aegilops .Montpellier, Thèse doctorat d'état .

Références Bibliographiques

107-ZIANI, 2001, Comportement de l'orge et du triticale en contraintes hydriques et salines .Thèse ING ; ISA ,11-22pp.

ANNEXES

ANNEXES

Annexe I : Les Photos des matérielle utilisé



Photo 09: Spectrophotomètre



Photo 10 : Balance analytique

ANNEXES



Photo 11 : Etuve



Photo12 : bain marie



Photo 13 : Agitateur

ANNEXES

Annexe II : Les paramètres morphologiques 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).

	Camb				Riog			
Concentration Les valeurs	S0	S1	S2	S3	S0	S1	S2	S3
LR	9,94	6,91	5,93	4, 58	12,16	10,33	6,92	4,5
LT	7,24	6,82	6,21	5,55	6,9	6,03	5,25	4,75
NF	3,27	3,23	3,26	2,75	3,85	3,03	2,95	2,54

Tableau XVI: Les valeurs de la matières sèches(Ms) et fraîches (MF) et teneur en Eaux (TER)

	Camb				Riog			
Concentration Les valeurs	S0	S1	S2	S3	S0	S1	S2	S3
MF	2,19	1,75	0,96	0,74	2,18	1,37	0,98	0,44
MS	0,28	0,13	0,08	0,07	0,225	0,115	0,11	0,045
TER	99	98	96	74	99	98	90	57

ANNEXES

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

TER %	S0	S1	S2	S3
Camb	99	98	96	74
Riog	99	98	90	57

Annexe III : 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.

-Corrélation entre les paramètres morpho physiologiques et biochimiques chez les deux variétés dans les conditions saline

Matrice de corrélation :

Variables	salinit e-S	salinit e-S0	salinit e-S1	salinit e-S2	salinit e-S3	Var- Camb	Var- Riog	LT	LR	NF	TER	MF	MS	suc	CHL(a)	CHL(b)	CHL(t)
salinite-S	1,000	-0,107	-0,120	-0,120	-0,120	0,209	-0,209	0,422	0,224	0,259	0,123	0,270	0,413	0,226	0,434	0,325	0,405
salinite-S0	-0,107	1,000	-0,296	-0,296	-0,296	-0,103	0,103	0,179	0,565	0,296	0,173	0,705	0,770	0,845	0,578	0,763	0,711
salinite-S1	-0,120	-0,296	1,000	-0,333	-0,333	0,000	0,000	0,286	0,200	0,223	0,356	0,195	-0,051	-0,433	-0,029	-0,085	-0,059
salinite-S2	-0,120	-0,296	-0,333	1,000	-0,333	0,000	0,000	-0,164	-0,193	-0,065	0,230	-0,323	-0,283	-0,366	-0,166	-0,318	-0,262
salinite-S3	-0,120	-0,296	-0,333	-0,333	1,000	0,000	0,000	-0,484	-0,641	-0,555	-0,806	-0,657	-0,578	-0,097	-0,547	-0,463	-0,533
Var-Camb	0,209	-0,103	0,000	0,000	0,000	1,000	-1,000	0,717	-0,297	0,239	0,307	0,147	0,122	-0,259	-0,083	-0,175	-0,134
Var-Riog	-0,209	0,103	0,000	0,000	0,000	-1,000	1,000	-0,717	0,297	-0,239	-0,307	-0,147	-0,122	0,259	0,083	0,175	0,134
LT	0,422	0,179	0,286	-0,164	-0,484	0,717	-0,717	1,000	0,294	0,642	0,645	0,599	0,561	0,068	0,350	0,296	0,344
LR	0,224	0,565	0,200	-0,193	-0,641	-0,297	0,297	0,294	1,000	0,616	0,563	0,727	0,719	0,533	0,604	0,829	0,761
NF	0,259	0,296	0,223	-0,065	-0,555	0,239	-0,239	0,642	0,616	1,000	0,596	0,581	0,515	0,127	0,251	0,457	0,377
TER	0,123	0,173	0,356	0,230	-0,806	0,307	-0,307	0,645	0,563	0,596	1,000	0,544	0,504	-0,049	0,356	0,403	0,404
MF	0,270	0,705	0,195	-0,323	-0,657	0,147	-0,147	0,599	0,727	0,581	0,544	1,000	0,906	0,557	0,704	0,785	0,793
MS	0,413	0,770	-0,051	-0,283	-0,578	0,122	-0,122	0,561	0,719	0,515	0,504	0,906	1,000	0,686	0,837	0,863	0,905
Suc	0,226	0,845	-0,433	-0,366	-0,097	-0,259	0,259	0,068	0,533	0,127	-0,049	0,557	0,686	1,000	0,585	0,756	0,710
CHL(a)	0,434	0,578	-0,029	-0,166	-0,547	-0,083	0,083	0,350	0,604	0,251	0,356	0,704	0,837	0,585	1,000	0,781	0,942
CHL(b)	0,325	0,763	-0,085	-0,318	-0,463	-0,175	0,175	0,296	0,829	0,457	0,403	0,785	0,863	0,756	0,781	1,000	0,944
CHL(t)	0,405	0,711	-0,059	-0,262	-0,533	-0,134	0,134	0,344	0,761	0,377	0,404	0,793	0,905	0,710	0,942	0,944	1,000

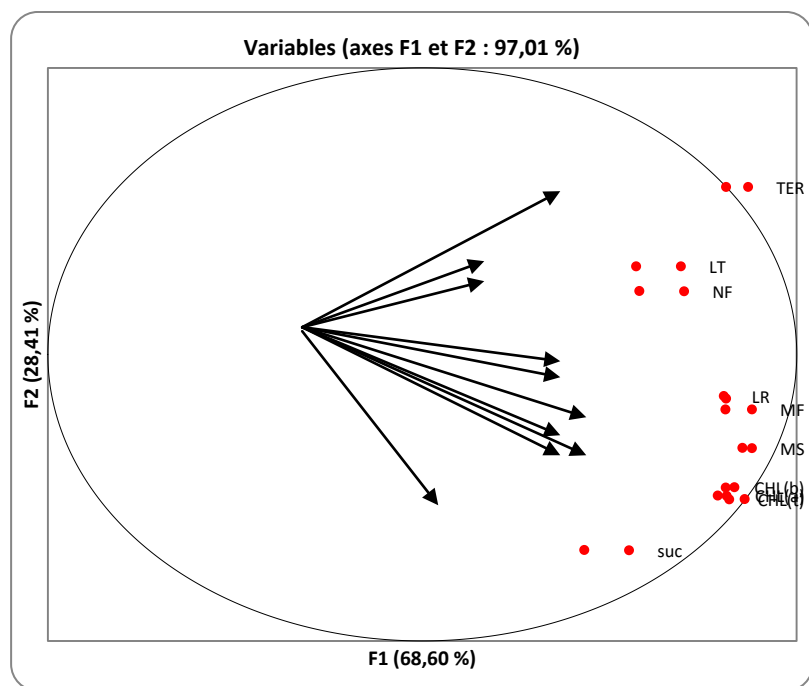


Figure 17 : Cercle de la corrélation des variables étudiée étudiées durant la phase de croissance végétatif.

ANNEXES

1- Le nombre de feuilles de riogrand ;

NF.R	S0	S1	S2	S3
M1	2,91	2,25	2,41	2,08
M2	3,16	2,5	2,66	2,08
M3	3,5	2,83	2,75	2,16
M4	4,08	3,08	3	2,66
M5	4,08	3,5	3	2,83
M6	4,58	3,45	3,3	3
M7	4,66	3,66	3,55	3
moyenne	3,85	3,03	2,95	2,54

2-Le nombre de feuilles de cambell33 :

NF.C	S0	S1	S2	S3
M1	2,25	2,32	2,5	2,4
M2	2,91	3	3,2	2,91
M3	3,08	3,25	2,23	2,91
M4	3,41	3,33	3,3	2,91
M5	3,63	3,58	3,4	3,08
M6	3,83	3,58	3,5	3,25
M7	3,83	3,58	3,54	3,25
moyenne	3,27	3,23	3,26	2,95

3-La longueur des tiges de riogrand :

LT.R	S0	S1	S2	S3
M1	4.91	5,25	4,66	4,45
M2	6,04	5,5	4,79	4,58
M3	6,58	5,37	4,95	4,58
M4	7,04	6,12	5,2	4,62
M5	7,45	6,27	5,25	4,68
M6	7,87	6,86	5,6	4,7

ANNEXES

M7	8,41	6,88	6,33	5,64
Moyenne	6,9	6,03	5,25	4,75

4-3-La longueur des tiges de cambell33

LT.C	S0	S1	S2	S3
M1	5,95	6,2	5,7	5,25
M2	6,33	6,33	5,87	5,45
M3	6,87	6,5	6,08	5,54
M4	7,25	6,83	6,25	5,5
M5	7,79	7	6,41	5,66
M6	8,16	7,34	6,42	5,72
M7	8,37	7,5	6,77	5,75
Moyenne	7,24	6,82	6,21	5,55

5- la longueur des racines de Riogrand :

LR.R	S0	S1	S2	S3
M1	10	12	7	3
M2	13,5	10	8	5
M3	15,5	13,5	10,5	4
M4	11	7	11,5	5,5
M5	11	10,5	3,5	5
M6	13,5	12	4	mort
M7	12	9	4	mort
M8	13,5	9	mort	mort
M9	9,5	mort	mort	mort
moyenne	12,16	10,33	6,92	4,5

ANNEXES

6- la longueur des racines de cambell33 :

LR.C	S0	S1	S2	S3
M1	11,5	7	6	5
M2	10	9,5	5,5	6
M3	12	5	6	4
M4	11	7	7	5
M5	8	8,5	3,5	3
M6	10,5	4,5	8,5	4,5
M7	8	mort	5	mort
M8	9,5	mort	6	mort
M9	9	mort	mort	mort
moyenne	9,94	6,91	5,93	4,58

7- Les valeurs des teneurs en Chlorophylle (a) de riogrande :

Chl (a).R	S0	S1	S2	S3
DO1	0,3	0,28	0,3	0,26
DO2	0,32	0,3	0,251	0,26
DO3	0,31	0,29	0,275	0,26
Moyenne	0,31	0,29	0, 275	0,26

8-Les valeurs des teneurs en Chlorophylle (a) de cambell 33 :

Chl (a).C	S0	S1	S2	S3
Do1	0,402	0,273	0,241	0,212
Do2	0,391	0,251	0,252	0,172
Do3	0,396	0,262	0,246	0,192
moyenne	0,396	0,262	0,246	0,192

ANNEXES

9-Les valeurs des teneurs en Chlorophylle (b) de riogrande :

Chl(b).R	S0	S1	S2	S3
Do1	0,241	0,222	0,221	0,180
Do2	0,252	0,232	0,183	0,181
Do3	0,246	0,227	0,202	0,180
moyenne	0,246	0,227	0,202	0,180

10-Les valeurs des teneurs en Chlorophylle (b) de cambell 33 :

Chl(b).C	S0	S1	S2	S3
Do1	0,292	0,196	0,18	0,172
Do2	0,281	0,175	0,176	0,168
Do3	0,286	0,185	0,178	0,17
moyenne	0,286	0,185	0,178	0,17

Chl(a) de riogrand :

Chl(a).R	S0	S1	S2	S3
Chl(a)1	31,62	29,5	32,2	28,1
Chl(a)2	33,8	31,8	26,9	28,1
Chl(a)3	32,7	30,7	29,5	28,1
moyenne	32,7	30,6	29,5	28,1

Chl(a) de cambell 33 :

Chl(a).C	S0	S1	S2	S3
Chl(a)1	43,1	29,3	25,7	22,2
Chl(a)2	42	27,1	27,2	17,3
Chl(a)3	42,5	28,2	26,4	19,8
moyenne	42,5	28,2	26,4	19,7

ANNEXES

Chl(b) riogrand :

Chl(b).R	S0	S1	S2	S3
Chl(b)1	41,1	37,7	36,3	29
Chl(b)2	42,7	39	30,2	29
Chl(b)3	54,1	38,4	33,4	9
moyenne	45,9	38,3	33,3	29

Chl(b) de cambell33 :

Chl(b).C	S0	S1	S2	S3
Chl(b) 1	48	32,1	29,9	29,2
Chl(b) 2	46	28,3	28,5	30,4
Chl(b) 3	46,9	30,1	29,4	29,9
moyenne	46,6	30,1	29,9	29,2

11-Les valeurs des teneurs en Chlorophylle (t) de deux variétés :

Chl(t)	S0	S1	S2	S3
camb	89,1	58,3	56,3	48,9
riog	78,6	68,9	64,4	57,2

1-Teneurs en sucres solubles chez riogrand :

TS.R	S0	S1	S2	S3
Do1	3,2	0,89	1,05	1,28
Do2	3,71	1,3	1,2	2,28
Do3	3,45	1,1	1,12	1,78
moyenne	3,45	1,09	1,12	1,78

2-Teneurs en sucres solubles chez cambell 33 :

TS.C	S0	S1	S2	S3
Do1	2,71	0,91	1,5	1,31
Do2	2,62	0,65	0,57	1,02
Do3	2,62	0,77	0,82	1,16
moyenne	2,65	0,77	0,96	1,16

ANNEXES

-MF de cambell 33 :

MF.C	S0	S1	S2	S3
M1	2,46	1,62	1,04	0,47
M2	1,92	1,89	0,89	1,01
M3	2,19	1,75	0,96	0,74
moyenne	2,19	1,75	0,96	0,74

-MF de riogrand ;

MF.R	S0	S1	S2	S3
M1	2,34	1,36	1,22	0,4
M2	2,02	1,38	0,74	0,49
M3	2,18	1,37	0,98	0,44
moyenne	2,18	1,37	0,98	0,44

-MFs de riogrand :

MFs.R	S0	S1	S2	S3
M1	2,35	1,37	1,34	0,83
M2	2,03	1,41	0,8	0,66
M3	2,19	1,39	1,07	0,66
Moyenne	2,19	1,39	1,07	0,74

- MFs de cambell 33 :

MFs.C	S0	S1	S2	S3
M1	2,47	1,64	1,09	0,71
M2	1,93	1,93	0,9	1,22
M3	2,2	1,78	0,99	0,96
moyenne	2,2	1,78	0,99	0,96

- MS de riogrand :

MS .R	S0	S1	S2	S3
M1	0,22	0,12	0,12	0,05
M2	0,23	0,11	0,1	0,04
M3	0,225	0,115	0,11	0,045
moyenne	0,225	0,115	0,11	0,045

- MS de cambell 33 :

MS.C	S0	S1	S2	S3
M1	0,27	0,14	0,07	0,08
M2	0,28	0,14	0,09	0,06
M3	0,28	0,13	0,08	0,07
moyenne	0,28	0,13	0,08	0,07

ANNEXES

- Teneur en eau relative (TER) % :

TER %	S0	S1	S2	S3
Camb	99	98	96	74
Riog	99	98	90	57

- Matrice de corrélation :

Variables	salinite-S	salinite-S0	salinite-S1	salinite-S2	salinite-S3	Var-Camb	Var-Riog	LT	LR	NF	TER	MF	MS	suc	CHL(a)	CHL(b)	CHL(t)
salinite-S	1,000	-0,107	-0,120	-0,120	-0,120	0,209	-0,209	0,422	0,224	0,259	0,123	0,270	0,413	0,226	0,434	0,325	0,405
salinite-S0	-0,107	1,000	-0,296	-0,296	-0,296	-0,103	0,103	0,179	0,565	0,296	0,173	0,705	0,770	0,845	0,578	0,763	0,711
salinite-S1	-0,120	-0,296	1,000	-0,333	-0,333	0,000	0,000	0,286	0,200	0,223	0,356	0,195	-0,051	-0,433	-0,029	-0,085	-0,059
salinite-S2	-0,120	-0,296	-0,333	1,000	-0,333	0,000	0,000	-0,164	-0,193	-0,065	0,230	-0,323	-0,283	-0,366	-0,166	-0,318	-0,262
salinite-S3	-0,120	-0,296	-0,333	-0,333	1,000	0,000	0,000	-0,484	-0,641	-0,555	-0,806	-0,657	-0,578	-0,097	-0,547	-0,463	-0,533
Var-Camb	0,209	-0,103	0,000	0,000	0,000	1,000	-1,000	0,717	-0,297	0,239	0,307	0,147	0,122	-0,259	-0,083	-0,175	-0,134
Var-Riog	-0,209	0,103	0,000	0,000	0,000	-1,000	1,000	-0,717	0,297	-0,239	-0,307	-0,147	-0,122	0,259	0,083	0,175	0,134
LT	0,422	0,179	0,286	-0,164	-0,484	0,717	-0,717	1,000	0,294	0,642	0,645	0,599	0,561	0,068	0,350	0,296	0,344
LR	0,224	0,565	0,200	-0,193	-0,641	-0,297	0,297	0,294	1,000	0,616	0,563	0,727	0,719	0,533	0,604	0,829	0,761
NF	0,259	0,296	0,223	-0,065	-0,555	0,239	-0,239	0,642	0,616	1,000	0,596	0,581	0,515	0,127	0,251	0,457	0,377
TER	0,123	0,173	0,356	0,230	-0,806	0,307	-0,307	0,645	0,563	0,596	1,000	0,544	0,504	-0,049	0,356	0,403	0,404
MF	0,270	0,705	0,195	-0,323	-0,657	0,147	-0,147	0,599	0,727	0,581	0,544	1,000	0,906	0,557	0,704	0,785	0,793
MS	0,413	0,770	-0,051	-0,283	-0,578	0,122	-0,122	0,561	0,719	0,515	0,504	0,906	1,000	0,686	0,837	0,863	0,905
suc	0,226	0,845	-0,433	-0,366	-0,097	-0,259	0,259	0,068	0,533	0,127	-0,049	0,557	0,686	1,000	0,585	0,756	0,710
CHL(a)	0,434	0,578	-0,029	-0,166	-0,547	-0,083	0,083	0,350	0,604	0,251	0,356	0,704	0,837	0,585	1,000	0,781	0,942
CHL(b)	0,325	0,763	-0,085	-0,318	-0,463	-0,175	0,175	0,296	0,829	0,457	0,403	0,785	0,863	0,756	0,781	1,000	0,944
CHL(t)	0,405	0,711	-0,059	-0,262	-0,533	-0,134	0,134	0,344	0,761	0,377	0,404	0,793	0,905	0,710	0,942	0,944	1,000

Résumé

Résumé:

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

- Le nombre des feuilles, la longueur des tiges et, la matière fraîche et sèche, sont diminués par l'augmentation de sel, la variété *Riogrand* a été plus affecté par rapport à *Cambell 33*. Par ailleurs la longueur des racines est aussi affecté par une diminution significative chez *cambell 33* comparativement à *Riogrand*.
- Les teneurs en chlorophylle (a) et en chlorophylle (b) et en sucre soluble sont diminués significativement chez *cambell 33* par rapport à *Riogrand*.
- Mais pour la teneur relative en eau la variété *Riogrand* est affecté par rapport à *Cambell 33*.

Ces résultats montrent que les deux variétés étudiées sont sensibles à la salinité dans les différentes concentrations testées et que la variété *Riogrand* relativement plus sensible que la variété *Cambell 33*.

Mots clés : Tomate, salinité, adaptation, variété, morphologie, affecte

ملخص:

يتمثل عملنا هذا في دراسة تأثير الاجهاد الملحي على المعايير المورفولوجية، الفزيولوجية والبيوكيميائية ومقارنتها عند نوعين من الطماطم (*Cambell 33*, *Riogrand*) في تراكيز ملحية مختلفة يتناقص كل من عدد الاوراق، وطول الساق، الوزن الطازج والوزن الجاف بزيادة التراكيز الملحية، كما تأثر نوع *Riogrand* بالملوحة أكثر من *Cambell 33*.

إنخفض طول الجذور انخفاضا معتبرا خاصة عند النوع *Cambell 33* مقارنة بالنوع *Riogrand* انخفض مستوى الكلوروفيل (a , t) و مستوى السكر عند النوع *Cambell 33* مقارنة *Riogrand* انخفض معدل الماء النسبي عند *Riogrand* أكثر منه عند *Cambell 33*.

تشير النتائج الى ان كلا الصنفين المدروسين حساسين للملوحة في حدود التراكيز الملحية المختبرة و أن النوع *Riogrand* أظهر حساسية أكبر مقارنة بالنوع *Cambell 33*.

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

Abstract:

Our working is studying the effect of salt stress on physiological, morphological, and biochemical levels. This levels were comparing 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 *Riogrand* was more affected than *Cambell33*.In another side root length also affects by a significant decrease in *cambell 33*compared with *Riogrand*.
- The contents of chlorophyll (a), of chlorophyll (t) and of sugar are significantly decreased in *Cambell33* over than *Riogrand*.
- These results suggest that both varieties studied are sensitive to salinity within the limits of the tested concentrations and the *Riogrnd* variety seems relatively more sensitive than the variety *Cambell 33*.

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

Résumé:

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

- Le nombre des feuilles, la longueur des tiges et, la matière fraîche et sèche, sont diminué par l'augmentation de sel, la variété *Riogrand* a été plus affecté par rapport à *Cambell 33*. Par ailleurs la longueur des racines est aussi affecté par une diminution significative chez *cambell 33* comparativement à *Riogrand*.
- Les teneurs en chlorophylle (a) et en chlorophylle (t) et en sucre soluble sont diminués significativement chez *cambell 33* par rapport à *Riogrand*.
- Mais pour la teneur relative en eau la variété *Riogrand* est affecté par rapport à *Cambell 33*.

Ces résultats montrent que les deux variétés étudiées sont sensibles à la salinité dans les différentes concentrations testées et que la variété *Riogrand* relativement plus sensible que la variété *Cambell 33*.

Mots clés : Tomate, salinité, adaptation, variété, morphologie, affecte

ملخص:

يتمثل عملنا هذا في دراسة تأثير الاجهاد الملحي على المعايير المورفولوجية، الفيزيولوجية والبيوكيميائية ومقارنتها عند صنفين من الطماطم (*Cambell 33*, *Riogrand*) تحت تراكيز ملحية مختلفة يتناقص كل من عدد الاوراق، طول الساق، الوزن الطازج والوزن الجاف بزيادة التراكيز الملحية، تأثر صنف *Riogrand* بالملوحة أكثر من *Cambell 33*. كما سجلنا انخفاض في طول الجذور انخفاضا معتبرا خاصة عند الصنف *Cambell 33* مقارنة بالصنف *Riogrand* ، انخفاض مستوى الكلوروفيل (a , t) ومستوى السكر عند الصنف *Cambell 33* مقارنة *Riogrand*، وانخفاض معدل الماء النسبي عند *Riogrand* أكثر منه عند *Cambell 33*. تشير النتائج الى ان كلا الصنفين المدروسين حساسين للملحة في حدود التراكيز الملحية المختبرة و أن الصنف *Riogrand* أظهر حساسية أكبر مقارنة بالصنف *Cambell 33*.

Abstract:

Our working is studying the effect of salt stress on physiological, morphological, and biochemical levels. This levels were comparing 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 *Riogrand* was more affected than *Cambell33*. In another side root length also affects by a significant decrease in *cambell 33* compared with *Riogrand*.
- The contents of chlorophyll (a), of chlorophyll (t) and of sugar are significantly decreased in *Cambell33* over than *Riogrand*.
- These results suggest that both varieties studied are sensitive to salinity within the limits of the tested concentrations and the *Riogrnd* variety seems relatively more sensitive than the variety *Cambell 33*.

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