

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT D'AGRONOMIE
N° :.....



DOMAINE : SNV
FILIERE : SCIENCE AGRONOMIQUE
OPTION : PRODUCTION VEGETALE

Mémoire présenté pour l'obtention
Du diplôme de Master Académique

Par:

KHADRAOUI HOUSSEM-EDDINNE
OUADAH KHALIL

Intitulé

**Effet du stress salin sur le comportement des plants de
quelques variétés de tomate cultivés dans la région de
M'sila (Algérie)**

Soutenu devant le jury composé de:

M ^r TIAIBA A.	Université de M'sila	MCB	Président
M ^r HADJ KOUIDER B.	Université de M'sila	MCB	Promoteur
M ^{me} LALLOUCHE B.	Université de M'sila	MCB	Co-Promoteur
M ^r ZEDAM A.	Université de M'sila	MCA	Examineur

Année universitaire : 2019 /2020

DEDICACE

Je tien a dédier ce modeste travail :

*A mes chers parents mon père et ma mère pour la
Compréhension, la patience et le soutien Moral et financier.*

A mes frères salah, et seif

Amon oncle Fateh

A la mémoire de mes grands-parents

A toute la famille, mes tantes leïla et majda

A tous mes amis

Khadraoui Housseem-Eddine

DÉDICACE

J'ai le grand plaisir de dédier ce modeste travail :

A mes chers parents (OMAR et HANIA): Affable, honorable, aimable: Vous représentez pour moi le symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessés de m'encourager et de prier pour moi. Tes prières m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études. Je vous dédie ce travail en témoignage de mon profond amour. Puisse Dieu, le tout puissant, vous préserver et vous accorder santé, longue vie et bonheur.

*A mon oncle et son épouse (BEN ALIA et HADDA)
Mes deuxième parents : Aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce que vous méritez pour tous les sacrifices que vous n'avez cessés de me donner depuis ma naissance, durant mon enfance et même à l'âge adulte. Je vous dédie ce travail avec tous mes vœux de bonheur et de santé.*

A Tous ceux qui m'aiment ; Tous ceux que j'aime

OUADAH KHALIL

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier en premier lieu **ALLAH** de tout puissant de nous avoir donné santé, courage et la bonne volonté pour mener à bien ce modeste travail.

Nous tenons à exprimer aujourd'hui, mes profondes reconnaissances à **Mr. HADJ KOUIDER B.**, d'avoir bien voulu diriger ce modeste travail. Je le remercie vivement pour sa contribution positive et enrichissante, pour son soutien et ses encouragements ainsi que pour les conseils judicieux.

Nous tenons à remercier également **M^{me}. LALLOUCHE B.**, mon Co-promoteur d'avoir accepté de diriger ce travail et pour son aide, sa disponibilité et ses conseils précieux.

Nous tenons à remercier **Mr .TIAIBA A.** Maître de conférences à l'université Med. Boudiaf, M'sila, d'avoir bien voulu accepter de présider le jury.

Nous tenons également à remercier **Mr. ZEDAM A.** Maître de conférences à l'université Med. Boudiaf, M'sila. Qui a fait l'honneur d'examiner ce travail.

Nous ne pouvons également nous empêcher de remercier le personnel (Administratifs, laborantins et Bibliothécaires) du département des sciences agronomique pour leur aide et leur soutien.

Nous vifs remerciements à toute personne qui a contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

المخلص

تعتبر ملوحة التربة من أهم المشاكل التي، تسببت في إتلاف 400 مليون هكتار من الأراضي المزروعة مع مطلع 2009 من ضمن 1.5 مليار هكتار من الأراضي المزروعة التي تشملها الكرة الأرضية. أراضي المسيلة (الجزائر) تحتوي في محيطها المسقي على أراضي معرضة لظاهرة الملوحة بقوة، خاصة المناطق الجافة والشبه جافة، وذلك حسب المنظمة العالمية للتغذية. في منطقة المسيلة، السقي بمياه تحتوي ولو نسبيا على أملاح، يؤدي إلى تراكمها في التربة وهذا يقود إلى ليس فقط تدهورها ولكن أيضا إلى إبطاء النمو عند النباتات وبالتالي انخفاض مردودها. هذا العمل عبارة عن مساهمة لدراسة آثار الإجهاد الملحي على سلوك نبات الطماطم.

الكلمات المفتاحية: الطماطم، الملوحة، الإجهاد الملحي، سلوك النبات.

RESUME

La salinisation des sols est l'une des contraintes les plus importantes qui, selon la FAO, touchait déjà en 2009 au moins 400 millions d'ha sur les 1,5 milliard d'ha cultivés sur la terre. Ce phénomène est particulièrement présent dans les zones arides et semi arides. Dans la région de M'sila (Algérie), les sols du périmètre irrigué sont fortement soumis au phénomène de salinisation. En effet, l'irrigation avec des eaux salins entraine une accumulation des sels dans les profils des sols et affectent non seulement la stabilité des sols mais également la croissance des cultures et leurs rendements. Le présent travail contribué à l'étude de l'effet du stress salin sur le comportement de la tomate.

Mots clés : Tomate ; salinisation ; stress salin ; comportement des végétaux.

ABSTRACT

Soil salinization is one of the most important constraints which, according to the FAO, already in 2009 affected at least 400 million ha out of the 1.5 billion ha cultivated on the land. This phenomenon is particularly present in arid and semi-arid zones. In the M'sila region (Algeria), the soils of the irrigated perimeter are strongly subjected to the phenomenon of salinization. Indeed, irrigation with saline water leads to an accumulation of salts in the soil profiles and affects not only soil stability but also crop growth and yields. This work contributed to the study of the effect of salt stress on tomato behavior.

Key words: Tomato; salinization; saline stress; plant behavior.

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.1: Exigence de la tomate en température	12
Tableau 1.2: Valeur nutritionnelle moyenne pour 100g de tomate crue	15
Tableau 1.3: Compositions en vitamines pour 100g de tomate crue	15
Tableau 1.4: Composition en minéraux pour 100g de tomate crue	16
Tableau 1.5: Les principaux ravageurs de la tomate.	16
Tableau 1.6: Les principaux maladies et désordres physiologique de la tomate.....	17

LISTE DES FIGURES

Figure 1.1: Système racinaire de la tomate (Chaux et Foury, 1994)	6
Figure 1.2: La tige de tomate (Pinterest)	7
Figure 1.3: Feuille de tomate (Chougar S, 2011).....	7
Figure 1.4: la fleur de tomate (Chougar, (2011))	8
Figure 1.5: Section transversale et longitudinale d'une tomate (Chougar, 2011).....	9
Figure 2.1: Schématisation du bilan de la circulation du sodium dans les plantes de type inclure ou exclure (Levigneron et al.,1995)	26
Figure 2.2: Synthèse des principaux mécanismes cellulaires de perception, signalisation et réponse au stress salin (NaCl) chez la plante (Hanana et al.;2011).....	29

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENT

DEDICACE

RESUME

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION 1

CHAPITRE I : LA TOMATE

1.1. Généralité sur la tomate..... 4

1.2. Classification botanique de la tomate 4

1.3. Classification génétique..... 5

1.3.1 Variétés fixées..... 5

1.3.2 Variétés hybrides 5

1.4. Caractéristiques culturales..... 5

1.4.1. Variétés à croissance déterminée 5

1.4.2. Variétés à croissance indéterminée 6

1.5. Caractéristiques morphologiques de la tomate 6

1.5.1. L'appareil végétatif 6

1.5.1.1. Le système racinaire 6

1.5.1.2. La tige 6

1.5.1.3. La feuille 7

1.5.2. L'appareil reproducteur 8

1.5.2.1. La fleur 8

1.5.2.2. Le fruit 8

1.6. Cycle biologique de la tomate 9

1.6.1. Phase de germination 9

1.6.2. Phase de croissance 9

1.6.3. Phase de floraison et la pollinisation 10

1.6.4. Phase de fécondation, de nouaison et de fructification 10

I.6.5.Phase de développement et de maturation des fruits	10
1.7. La récolte	11
1.8. Zones de production en Algérie	11
1.9. Ecologie de la tomate	12
I.9.1.Les exigences climatiques	12
I.9.1.1.La température	12
I.9.1.2.La lumière	13
I.9.1.3.L'humidité	13
I.9.2.Les exigences édaphiques	13
1.9.2.1. Le sol	13
1.9.2.2.Le pH	13
1.9.2.3. La salinité	14
1.9.3. Exigences hydriques	14
1.10. La valeur alimentaire et énergétique de la tomate	15
1.11. Ravageurs et maladies	16

CHAPITRE 2

2.1. Salinité et sols salés	18
2.1.1. Définition de la salinité	18
2.1.2. Principaux sels solubles	18
2.1.2.1. Carbonates	18
2.1.2.2. Sulfates	18
2.1.2.3. Chlorures	18
2.1.3. Origine de la salinité	19
2.1.3.1. Salinisation primaire	19
2.1.3.2. Salinisation secondaires	19
2.2. Salinité et plantes	20
2.2.1. Définition du stress	20
2.2.2. Types du stress	20
2.2.2.1. Le stress biotique	20
2.2.2.2. Le stress abiotiques	21
2.2.3. Stress salin	21

2.2.4. Effet de la salinité sur la physiologie de la plante	22
2.2.4.1. Effets de la salinité sur la germination.....	22
2.2.4.2. Effet de la salinité sur la croissance et de développement	23
2.2.4.3. Effet de la salinité sur la photosynthèse	23
2.2.4.4. Effet sur le rendement	24
2.2.5. Mécanisme d'adaptation des plantes au stress salin	24
2.2.5.1. Adaptation morphologique	24
2.2.5.2. Adaptation physiologique	25
2.2.5.2.1. Exclusion	25
2.2.5.2.2. Inclusion :	25
2.2.5.2.3. Compartimentation vacuolaire	26
2.2.5.3. Adaptation métabolique	26
2.2.5.3.1. Accumulation des solutés organiques	26
2.2.5.3.2 Accumulation des antioxydants.....	28
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	30

INTRODUCTION

Dans les zones arides et semi-arides, la rareté des eaux, leur salinité ainsi que celle du sol, figurent parmi les principaux facteurs limitant la productivité des cultures (**Ashraf, 1994**). Selon les estimations de la **FAO (2008)**, la salinité touche environ un milliard d'hectares dans le monde et elle est observée sur tous les continents. En effet, parmi les 200 millions d'hectares irrigués, 45 millions sont affectés par la salinité, cette dernière s'étend sur plus de 6% de la superficie totale de la planète (**Manchanda et Garg, 2008**), dont 3,8% sont situés en Afrique (**Eynard et al., 2006**). Chaque année, Les surfaces perdues à cause de la salinité des sols varient autour de 20 millions d'hectares dans le Monde (**Cheverry, 1995**).

En Algérie, la salinité touche une grande partie du territoire national, et y couvrent plus d'un million d'hectares (**Chaabane et Benreda, 1997**). La salinité affecte de 10 à 15% des terres arables(**FAO et ITPS,2015**).Les sols salés sont concentrés particulièrement dans les régions à climat aride et semi-aride où les possibilités d'évaporation sont considérables et les précipitations sont limitées et/ou variables, de plus, la plupart des périmètres irrigués ou ceux de la mise en valeur dans les différentes régions du pays sont à risque moyen ou élevé de salinisation, surtout en années sèches où la salinité des eaux mobilisées augmente, engendrant une salinisation croissante des sols et une perte énorme des terres agricoles(**Chaabane et Benreda, 1997**).

En réponses aux divers stress environnementaux, les plantes ont développé un certain nombre de stratégies au niveau anatomique, physiologique, biochimique et moléculaire. De nombreuses études ont montré que des changements au niveau de la conductance stomatique, l'absorption de l'eau et des nutriments, des osmolytes et des antioxydants jouent un rôle dans la tolérance au stress (**Bartels et Sunkar, 2005**). La réponse au sel des espèces végétales dépend de plusieurs variables, commençant par de l'espèce elle même, de sa variété, aussi la

concentration en sel, des conditions de culture et du stade de développement de la plante (Naceur et al., 2001; Alaoui et al., 2013).

Malheureusement, la plupart des espèces cultivées ayant une valeur économique sont très sensibles aux conditions de salinité (Hopkins, 2003). En effet, la tomate est classée parmi les plantes modérément tolérantes vis-à-vis le stress salin (Abdesselam, 2012).

En Algérie, la culture de la tomate occupe une place prépondérante dans l'économie nationale, près de 22 323 ha sont consacrés annuellement à la tomate (maraichère et industrielle), donnant une production moyenne de 1309745 de Tonnes et des rendements moyens d'environ 5682 Kg/ha (FAO, 2018).

Dans ce cadre s'inscrit notre travail qui vise à déterminer l'influence de la salinité, représentée par différentes concentrations, sur le comportement de cinq variétés de tomate *Lycopersicum esculentum* Mill. Cultivé dans la région de M'sila.

Cette étude est une synthèse bibliographique qui traite le sujet du stress salin.

**SYNTHESE
BIBLIOGRAPHIQUE**

CHAPITRE 1

LA TOMATE

I.1 Généralité sur la tomate

La tomate *Lycopersicum esculentum* Mill. de la famille des solanacées, est une plante herbacée annuelle originaire la Cordillères des Andes en Amérique du sud (**Chaux et Foury, 1994**).

Comme c'est une culture à cycle assez court qui donne un haut rendement, elle a de bonnes perspectives économiques et la superficie cultivée s'agrandit de jour en jour. La consommation des fruits de la tomate contribue à un régime sain et équilibré (**Shankara et al. 2005**). Le fruit est riche en potassium, antioxydants, magnésium, phosphore, des vitamines du groupe A, des vitamines du groupe B, des vitamines du groupe C, des vitamines du groupe E, fibres et sels minéraux (**Morard, 2013**).

I.2 Classification botanique de la tomate

La tomate appartient à la famille des Solanacées elle a été classée par Linné en 1753, comme *Solanum lycopersicon*. D'autres botanistes lui ont attribué différents noms : *Solanum lycopersicum*, *Solanum esculentum*, *Lycopersicon lycopersicum*;

Selon **Guignard (2000)**, la tomate appartient à la classification suivant :

Règne	Plantae.
Embranchement	Spermaphytes.
Sous embranchement	Angiospermes.
Classe	Dicotylédones.
Sous classe	Gamopétales.
Ordre	Polémoniales.
Sous ordre	Solanales.
Famille	Solanacées.

Genre	Lycopersicum.
Espèce	<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.

I.3 Classification génétique

La tomate cultivée est une espèce diploïde avec $2n=24$ chromosomes, chez laquelle il existe de très nombreux mutants monogéniques dont certains sont très importants pour la sélection. C'est une plante autogame mais on peut avoir une proportion de fécondation croisée par laquelle la plante peut se comporter comme plante allogame (**Gallais et Bannerot, 1992**). Selon le mode de fécondation, on distingue deux types de variétés de tomate :

I.3.1 Variétés fixées.

Elles se caractérisent par l'homozygotie, c'est-à-dire qu'elles conservent les caractères parentaux (**Chaux et Fourry, 1994**)

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

I.3.2 Variétés hybrides :

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

Elles se caractérisent par un effet hétérosis qui permet un cumul de gènes favorables, de résistance aux maladies, une meilleure nouaison, particulièrement en conditions défavorables(**Chaux et Fourry, 1994**).

I.4 Caractéristiques culturelles

I.4.1 Variétés 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**).

I.4.2 Variétés à croissance indéterminée

Selon **Abdeslam (2012)**, Les variétés à croissance indéterminée présentent un nombre indéfini d'inflorescences sur la tige principale comme les tiges latérales. Cette croissance peut cependant être interrompue par des facteurs extérieurs comme le gel ou régulée en taillant les plantes.

I.5 Caractéristiques morphologiques de la tomate

I.5.1 L'appareil végétatif

I.5.1.1 Le système racinaire

La tomate présente un important système racinaire très ramifié et à tendance fasciculé. Il est très actif sur les 30 à 40 premiers centimètres. De nombreuses racines primaires, secondaires et tertiaires prennent naissance sur un pivot puissant (figure 1.2). Les racines peuvent atteindre une longueur de 85 à 90 cm en sol profond (**Chaux et Foury, 1994**).



Figure 1.1: Système racinaire de la tomate (**Chaux et Foury, 1994**)

I.5.1.2 La tige

D'après Kolev (1976), la tige est de forme anguleuse, épaisse aux entre nœud pubescent couvert de poils, de consistance herbacée en début de croissance, se lignifie en vieillissant. Il

n'y a qu'une tige par pied. Mais cette tige peut se ramifier et donner à la plante un aspect buissonnant (figure 1.2).



Figure 1.2:La tige de tomate (Pinterest)

I.5.1.3 La feuille

Clitment (1981), montrent que les feuilles de la tomate présentent une longueur de 10 à 25 cm. Composés de plusieurs folioles principales et intercalaires, à l'aisselle des feuilles se développent les bourgeons (figure 1.3).Les feuilles sont alternes, simples, et sans stipules. Elles sont imparipennées (**Abbeyes et al.,1963**).



Figure 1.3:Feuille de tomate (Chougar , 2011).

I.5.2 L'appareil reproducteur

I.5.2.1 La fleur

Les fleurs de la tomate sont actinomorphes, de couleur jaune et réunies en inflorescences pentamères. Le gynécée possède entre 2 et 5 carpelles (**Abbeyes et al.,1963**). Le calice compte cinq sépales ou plus, de couleur verte. La corolle compte autant de pétales que de sépales, soudés à la base. L'androcée compte cinq étamines ou plus, à déhiscence latérales, introrse. Les anthères sont allongées et forment un cône resserrée autour du pistil. Ce dernier est constitué de plusieurs carpelles soudés formant un ovaire supère biloculaire ou multiloculaire et à placentation centrale (**Welty et al., 2007**). Selon le cultivar et les conditions environnementales, le style peut être en position interne dans le cône d'étamine (fleurs brévistyle), affleurant, ou dépassant comme affleurant légèrement (fleurlong style) (figure 1.4).



Figure 1.4: Fleur de tomate (**Chougar, 2011**)

I.5.2.1 Le fruit

D'après Renauld(2003), le fruit de la tomate est une baie charnue. L'épiderme est lisse brillant et peut présenter sur des fruits murs des colorations très déversent, selon La variété. Mais le plus souvent du couleur rouge.

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 cylindrique ou piriformes. La taille est extrêmement variable, allant de 1.5 cm de diamètre pour la tomate cerise à plus de 10 cm. La couleur du fruit varie du foncé, rose, bleuâtre, orange, jaune et même blanche (figure 1.5) (**Renauld, 2003**).



Figure 1.5:Section transversale et longitudinale d'un fruit de tomate (Chougar, 2011).

I.6 Cycle biologique de la tomate

Chez la tomate, la durée du cycle végétatif complet (de la graine) varie selon : les variétés, l'époque et les conditions de culture. Il s'étend généralement de 3,5 à 6 mois, du semis jusqu'à la dernière récolte (Gallais et Bannerot, 1992). Le cycle de la tomate comprend cinq phases.

I.6.1 Phase de germination

C'est le passage de la graine de la vie ralentie à la vie active qui se traduit par la sortie des racines radicales et l'émergence de l'hypocotyle en surface. Les réserves sont hydrolysées et fournissent à l'embryon les métabolites nécessaires à ses synthèses et ses divisions cellulaires. La germination s'effectue au bout de 6 à 8 jours après le semis à une température ambiante entre 18 et 24°C (Heller,1996).

I.6.2 Phase de croissance :

Selon (Laumonier 1979) la croissance déroule en deux phases dans deux milieux différents : à la pépinière et en plein champs ou sous serre.

En pépinière : la croissance dure de la levée jusqu'au stade 6 feuilles, où la plante assure la formation de racines fonctionnelles qui vont assurer l'alimentation à la plante en eau et

éléments nutritifs. A la partie aérienne, la tige s'allonge et forme des feuilles.

En plein champ ou serre : A partir du stade six feuilles la plante est transférée de la pépinière pour être repiquée en plein champ et continuer ainsi sa croissance. La tige augmente et le nombre de feuilles va progresser.

I.6.3 Phase de la floraison et de la pollinisation

Selon **Rey et Costes (1965)**, La floraison correspond à l'apparition et le développement des ébauches florales qui se traduit par la transformation du méristème apical en passant de l'état végétatif à l'état reproducteur. L'apex s'aplatit, s'élargit et les protubérances formées sont des ébauches des pièces florales. Celles-ci se transforment par la suite en boutons floraux et s'épanouissent en fleurs. Ces transformations dépendent de plusieurs facteurs : notamment la photopériode, la température et les éléments nutritifs.

En conditions favorables, 6 à 7 semaines après le semis apparaissent les bouquets floraux groupés en inflorescences, durant cette phase les températures nocturnes et diurnes doivent être de 13°C et 23°C.

La pollinisation nécessite l'intervention des agents extérieurs, le vent ou certains insectes comme le bourdon qui provoque la vibration des anthères, libérant ainsi le pollen pour la pollinisation (**Chaux et Foury, 1994**).

I.6.4 Phase de fécondation, de nouaison et de fructification

D'après **Rey et Costes (1965)**, le temps écoulé entre la pollinisation et la fécondation est 2 à 3 jours. Une bonne nouaison se produit à une température nocturne comprise entre 13°C et 15°C. Les nuits chaudes à l'inférieur 22 °C sont défavorables à la nouaison.

I.6.5 Phase de développement et de maturation des fruits :

La maturation de fruit se caractérise par un grossissement du fruit, changement de couleur, en passant du vert au rouge.

La lumière intense permet la synthèse active des hydrates de carbone qui sont transportés rapidement vers les fruits en croissance, les températures favorables à ce là sont aux environs de 18.1°C la nuit et 27.1°C le jour nécessaire. **(Rey et Costes, 1965).**

I.7 La récolte

Les tomates fraîches peuvent être récoltées à divers stades de maturation, depuis la " maturité verte" jusqu'au rose pâle, selon l' éloignement et le temps de transport jusqu'au marché. Généralement, les fruits récoltés avant maturité complète ont tendance à être de moins bonne qualité que les mûris sur la plante. Au contraire des tomates de table, les fruits destinés à l'industrie sont récoltés à pleine maturité. **(Grubben, 2004)**

I.8 Zones de production en Algérie

Selon **Aissat (2008)**, La répartition géographique des cultures légumières est tributaire des conditions climatiques d'une part, et de la vocation des terres d'autre part. Les zones réservées aux cultures légumières sont concentrées au niveau :

- Des plaines du littoral à climat tempéré : Algérois, Bejaia, Oran, Annaba, Skikda. Ces plaines concentrent plus de 70% de la production nationale et les surfaces qui leur sont destinées ne cessent d'augmenter, particulièrement sous abris plastique.
- Des plaines de l'intérieur à climat semi-aride : Chélif ; les surfaces pour les cultures légumières sous abris ont diminué ces dernières années à cause du coût du chauffage qui est indispensable.
- Le Sud à climat aride (Biskra...) : c'est dans ces régions que les investissements sont été les plus importants, du fait du climat qui permet d'avoir des récoltes en Janvier.
- La région de Oued souf, connaît actuellement une extension importante de la culture de tomate et considéré comme zone de production par excellence.
- La culture de la tomate dans la région de M'sila est encore loin des attentes des institutions agricoles. Ainsi, la culture de la tomate dans cette région reste restreinte et est représentée par une agriculture de subsistance qui ne répond pas aux exigences du marché local.

I.9 Exigences de la tomate

I.9.1 Les exigences climatiques

Selon **Chaux (1994)**, il existe trois facteurs essentiels qui interviennent, de façon variable, aux différents stades du développement : température de l'air et du sol, intensité et durée d'éclairement, hygrométrie de l'air.

I.9.1.1 La température

La tomate réagit aux variations de température qui ont lieu pendant le cycle de croissance (**Shankara et al., 2005**). La tomate demande un climat relativement frais et sec pour fournir une récolte abondante et de qualité. Cependant, la plante s'est adaptée à une grande diversité de conditions climatiques, allant du climat tempéré vers le climat tropical chaud et humide.

La température optimale pour la plupart des variétés se situe entre 21 et 24°C (tableau 1.1). Les plantes peuvent surmonter un certain intervalle de températures, mais en-dessous de 10°C et au-dessus de 38°C les tissus des plantes seront endommagés.

Tableau 2.1: Exigence de la tomate en température en fonction des stades de croissance (**Anonyme, 1995**).

Stades de croissance	Températures du sol	Températures de l'air
Germination (avant levée)	30 à 20°C (décroissante)	20°C (constante)
Elevage de plants en pépinière	20 à 25°C	26°C jour et 20°C nuit
Plante en culture : développement végétatif, floraison.	15 à 18°C	Thermo-périodisme journalier 20 à 2°C jours, 15 à 17°C nuits
Fructification: pollinisation, fécondation, nouaison.	15 à 20°C	20 à 25°C jours et 15 à 17°C nuits
Développement des fruits	18 à 20°C	20 à 23°C

I.9.1.2 La lumière

Comme pour tous les végétaux, le développement et la production de la tomate dépendent largement du rayonnement solaire reçu par la plante. Cette énergie agit en particulier sur la transpiration et la photosynthèse, cette dernière permet à la plante, à partir du gaz carbonique prélevé dans l'air et de l'eau puisée dans le sol, de synthétiser des sucres ou assimilât, base de la matière sèche. L'intensité de la photosynthèse est fonction de la quantité d'énergie reçue et de l'interception de cette lumière par le feuillage. Elle est influencée par la température, la teneur en CO₂ de l'air et l'ouverture des stomates (**Navez,2011**).

I.9.1.3 L'humidité

Selon **Bollinger (1970)**, la tomate est une plante sensible à l'hygrométrie. Il faut éviter de mouiller le feuillage, afin de limiter les maladies cryptogamiques et d'éviter également la chute de fleurs. Les vents chauds et desséchants provoquent aussi la chute des fleurs.

I.9.2 Les exigences édaphiques

I.9.2.1 Le sol

La tomate pousse bien sur la plupart des sols minéraux qui ont une bonne capacité de rétention de l'eau, une bonne aération et qui sont libres de sels. Elle préfère les terres limoneuses profondes et bien drainées. La couche superficielle du terrain doit être perméable. Dans les sols d'argile lourde, un labour profond permettra une meilleure pénétration des racines. En général, ajouter de la matière organique stimule une bonne croissance. Les sols qui contiennent beaucoup de matière organique, comme les sols tourbeux, sont moins appropriés, dû à leur forte capacité de rétention d'eau et à une insuffisance au niveau des éléments nutritifs (**Shankara et al., 2005**).

I.9.2.2 Le pH

La tomate tolère une large gamme de pH. Selon **Chaux et Foury (1994)**, ce taux de pH toléré 4,5 à 8,5 et le meilleur équilibre nutritionnel est assuré à des pH compris entre 6 et 7. Néanmoins sur des sols à pH basique certains micro-éléments (Fe, Mn, Zn, Cu) restent peu

disponibles pour la plante. Aussi des valeurs plus basses ou plus élevées induisent des carences minérales ou des toxicités (**Van Der vossen et al., 2004**).

I.9.2.3 La salinité :

La tomate est moyennement sensible à la salinité ; les engrais chlorurés semblent cependant ne pas lui convenir (**Letard, 1995**).

La culture de tomate tolère une conductivité électrique (CE) de l'ordre de 3 à 4,5mmohs/cm. L'impact de la salinité est plus grave sur le rendement suite à la réduction du calibre du fruit. Donc elle doit être maintenue entre 1 et 2 mmohs/cm à 25°C en fonction du stade de la culture et de la saison (**Ammari, 2012**)

I.9.3 Exigences hydriques :

L'eau est un facteur important du rendement et de la qualité du fruit (**Chaux et Foury, 1994**) la tomate requiert une quantité significative en eau (**Jones,2005**), ce besoin en eau est lié au climat, au stade de la plante et à son stade végétatif (**Letard,1995**). Tout stress hydrique à n'importe quel stade de croissance réduira le rendement et la qualité du fruit (**Ezzahirri et al., 2004**). Cependant, les stades où les besoins en eau sont critiques sont la floraison, et le grossissement des fruits(**Merdaci et Atia, 2006**).

La tomate demande 275 à 277 litres d'eau pour synthétiser un kilogramme de matière sèche, ces chiffres passent de 378 et 438 litres sous serre (**Jacob,1978**). Les besoins en eau peuvent être couverts par des apports de 25% des besoins globaux durant la phase végétative, 50% durant la première récolte et 25% durant la dernière phase de la culture (**Skiredj, 2005**).

I.9.4 Exigence minérale

La tomate est une plante facilement cultivable, qui peut se développer sous différentes conditions environnementales mais ses besoins en éléments minéraux sont assez grands (**Jones, 2005**).

Ils demandent à être ajustés en fonction de la technique de production, de la nature du sol ou du substrat et de la stratégie d'irrigation ainsi que du rendement escompté (Peron, 2006).

I.10. La valeur alimentaire et énergétique de la tomate

D'après Kolev, (1976), la valeur alimentaire de la tomate est placée parmi les légumes les plus appropriés. Sa richesse en vitamines, en sels minéraux et en sucre lui donne sa place comme une nourriture excellente, surtout pour les enfants (tableaux 1.2, 1.3 et 1.4).

Depuis que la tomate a été classée parmi les plantes alimentaires majeures (début 20^{ème} siècle), sa place dans l'alimentation humaine n'est plus à démontrer. Elle est utilisée en frais en salade et en jus, ou transformée, sous forme de purée, de concentré, de condiment et de sauce (Bentviresin et al., 1987 en Kramou, 2011).

Tableau 1.3: Valeur nutritionnelle moyenne pour 100g de tomate crue (ARVY, 2007)

Composants	Qte (g)	Min-Max (g)
Eau	94.5	88-6.6
Protéines	0.8	0.5-1.3
Lipides	0.26	0.07-0.8
Glucides	1.72	-
Sucre	1.68	NC-3.5
Fibres	1.41	0.7-3.2
Energie	18 Kcal (75 Kj)	

Tableau 1.4: Compositions en vitamines pour 100g de tomate crue (Laurent B, 2015)

Vitamines	Qté.	Min - Max
Provitamine A Béta-carotène	840 µg	184 - 1200 µg
Equivalent Vitamine A	140 µg	30.67 - 200µg
Vitamine B1	0.06 mg	0.02 - 0.07 mg
Vitamine B2	0.04 mg	0 - 0.4 mg
Vitamine B3	0.6 mg	0.44 - 0.85 mg
Vitamine B5	0.27 mg	0.04 - 0.33 mg
Vitamine B6	0.08 mg	0.05 - 0.15 mg
Vitamine B9	20.5 µg	1 - 52 µg
Vitamine C	14.3 mg	4.7 - 26.5 mg
Vitamine E	1.11 mg	0.39 - 1.3 mg

Tableau 1.5:Composition minéraux pour 100g de tomate crue (Laurent B, 2015)

Minéraux et oligo-éléments	Qté.	Min - Max
Calcium	8.24 mg	3.17 - 60 mg
Cuivre	0.0326 mg	0.01 - 0.13 mg
Fer	0.151 mg	0.01 - 0.95 mg
Iode	2 µg	0.01 - NC µg
Magnésium	10.1 mg	5 - 20 mg
Manganèse	0.0711 mg	0.04 - 0.93 mg
Phosphore	19.3 mg	8 - 53 mg
Potassium	251 mg	92 - 534 mg
Zinc	0.221 mg	0.2 - 42 mg

I.10 Ravageurs et maladies

La prévention des maladies et des ravageurs est extrêmement importante pour la culture de la tomate. Selon Haut (2008), les principaux facteurs limitant la production de la tomate en plein champ sont l'alimentation hydrique, minérale, les maladies et les ravageurs (tableaux 1.5 et 1.6).

Tableau 1.6: Les principaux ravageurs de la tomate (Anonyme, 1999).

Ravagers	Dégâts	Moyens de lutte
Mineuse de feuille de tomate (<i>Tuta absoluta</i>)	-Mines sur feuille cause par la larve, pouvant évoluer jusqu'à une destruction complète du limbe. -Attaque les jeunes fruits verts.	-Installation des filets insect poof sur les ouvrants des multi chapelles, entre les bâches plastiques des tunnels. -Détruire les mauvaises herbes, les broussailles. -Utilisation des insectesauxillaires.
La mouche blanche (<i>Bemisia tabaci</i>)	-Transmission des virus	-Décaler les dates de semis par apport à la période d'activité de l'insecte. -Arracher les mauvaises herbes qui peuvent héberger les insectes et les virus.
Nématodes (<i>Meloïdogyne incognita</i>)	-Formation de galles sur racines et perturbation de l'absorption racinaire.	- Désinfecter le sol - Utiliser des variétés résistantes.

Tableau 1.7: Les principales maladies et désordres physiologiques de la tomate (**Anonyme, 1999**).

Maladies	Symptômes et dégâts	Moyens de lutte
Alternaria	-Des taches noirâtres sur feuille -Des taches chancreuses sur tige -Des nécroses sur fruit	-Utilisation des variétés résistantes - Rotation culturale -Traitement chimique
Oïdium	-Apparition de taches jaunâtre sur les feuilles	-Assure une bonne aération de serres
Mildiou	-Apparition des taches jaunâtres qui brunissent rapidement	-Eviter les excès d'azote et d'eau, une bonne aération aussi
Chancre bactérien	- Flétrissement unilatéral sur feuilles -Des coupes longitudinales sur tige et pétioles montrent des stries brunâtres	-Eviter les terrains infestés -Aération convenable des serres -Eviter l'apport excessif d'azote -Eviter les excès d'eau -Appliquer des fongicides à base de cuivre -Variétés résistantes -Eliminer les plants malades
Moucheture de la tomate	-Taches noires sur les feuilles -Des taches brunes nécrotiques sur fruit	
Gale bactérienne	-Apparition de taches brunâtres entourées d'un halo jaune sur les feuilles	
Viroses (TYLCV)	-Ralentissement de la croissance -Jaunissement des folioles -Fruit petites et nombreux	-Lutte préventive contre le vecteur <i>Bemisia tabaci</i> - Utiliser les plants sains
Nécrose apicale	-Observations des taches brunâtres sur fruit qui se nécrose par la suite	-Irrigation régulière -Apport azotée à base de nitrate -Ebourgeonnage et effeuillage a temps
Tomate creuse	-Fruits à forme triangulaire, avec loges vides et chair moins épaisse	-Fertilisation potassique avec une bonne maîtrise d'irrigation et bonne fermeture des abris pendant la nuit.

CHAPITRE 2

LA SALINITE

II.1 Salinité et sols salés

II.1.1 Définition de la salinité

Plusieurs auteurs ont défini la salinité des sols comme étant la présence de concentration excessive de sels solubles dans le sol, ou lorsque les concentrations en sodium(Na^+), Calcium (Ca^{+2}), Magnésium (Mg^{+2}) sous formes de chlorures, carbonates, ou sulfates sont présentes en concentrations anormalement élevées (**Asloum, 1990**). Elle est fréquente dans les écosystèmes arides et semi-arides et résulte de la forte évaporation d'eau à partir du sol et d'une irrégularité et une insuffisance de pluviométrie (**Taji et al, 2002**).

II.1.2 Principaux sels solubles

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

II.1.2.1 Carbonates

Les plus rencontrés sont le carbonate de sodium (Na_2CO_3), bicarbonate de sodium (NaHCO_3), carbonate de calcium (CaCO_3) et le carbonate de magnésium (MgCO_3) (**Aubert, 1982**).

II.1.2.2 Sulfates

Les plus fréquents sont, le sulfate de magnésium (MgSO_4), sulfate de sodium (NaSO_4) et le sulfate de calcium (CaSO_4) (**Aubert, 1982**).

II.1.2.3 Chlorures

Principalement le chlorure de sodium (NaCl), le chlorure de calcium (CaCl₂) et chlorure de magnésium (MgCl₂) ce sont les plus solubles et fortement toxique (**Aubert, 1982**).

II.1.3 Origine de la salinité

La salinisation des terres est à 80% d'origine naturelle. On parle alors de salinisation "primaire", due aux sels se formant lors de l'altération des roches ou à des apports naturels externes (**Bryssine, 1961**). Alors que 20% des terres salinisées ont une origine "anthropique". On parle alors de la salinisation "secondaire", induite par l'activité humaine, liée aux pratiques agricoles et en particulier à l'irrigation (**FAO, 2008**).

II.1.3.1 Salinisation primaire

On parle d'une salinisation naturelle (**chamekh, 2010**), lorsqu'elle est le résultat de l'accumulation des sels sur une longue période de temps, dans le sol ou dans les eaux souterraines (**Antipolis, 2003**). Provenant de l'altération de la roche mère saline par les facteurs d'érosion, la dissolution par les eaux de ruissellement des roches sédimentaires qui sont riche en chlorures, sulfate et carbonate, ainsi que provoquée par l'eau de pluie souvent acide (H₂CO₃), mais aussi par des agents physiques (**Hammou, 2010**).

II.1.3.2 Salinisation secondaires

Résultat d'activités agricoles sur un sol déjà formé (**Maniguet, 2003**). Qui modifient l'équilibre du sol entre l'eau appliquée (irrigation ou de pluie et de l'eau utilisée par les cultures (transpiration) (**Noomene, 2011**). Les causes les plus communes sont le défrichement et le remplacement de végétation pérenne par les cultures annuelles ainsi que les systèmes d'irrigation utilisant l'eau riche en sels ou ayant un drainage insuffisant (**Antipolis, 2003**).

II.2 Salinité et plantes

II.2.1 Définition du stress

Le terme de «**stress** » a été inventé par **Hans Selye** en **1935**. Ce dernier a défini le stress comme une « réponse non spécifique de l'organisme a toutes sollicitation» le mot «**Stress**» d'origine anglaise, il était employé en mécanique et en physique qui voulait dire «Force, poids, tension, charge ou effort » ce n'est qu'en **1963 Hans Selye** utilise ce mot en médecine et le définit comme étant «des tensions faibles ou fortes, éprouvées depuis toujours et déclenchées par des événements futur désagréables ou agréable».

La plante dans son environnement est exposée aux différentes contraintes biotiques et abiotiques. La contrainte abiotique est le résultat des différentes conditions environnementales que ce soit climatique et édaphiques défavorables à la croissance des plantes (**Munne-bosch et Alegre, 2004**). La plante du fait qu'elle ne peut pas se déplacer, elle doit s' adapter à ces conditions stressantes de manière à réduire leurs impacts sur son bon fonctionnement (**Lexer, 2005**).Un stress abiotique est toute condition environnementale défavorable empêchant la plante de se développer normalement et de se reproduire (**Kotchouni et al.,2006**).

Ce stress peut être induit par une forte salinité(**Parker et al., 2006**), des hautes températures (**Majoul et al.,2003**),des basses températures (**Renauld et al.,2004**) de la lumière (**Phee et al., 2004**), des métaux (**Sarry et al., 2006**),d' un stress oxydatif (**Couee et al., 2007**), de la pollution et du déficit nutritionnel(**Munne-bosch et Alegre., 2004**) ou d' une combinaison entre eux(**Langridge et al., 2006**).

II.2.2 Types du stress

II.2.2.1 Le stress biotique

Imposé par d' autres organismes (insectes, herbivores...), ils sont nombreux et ont pour origine les virus, les organismes phytophages et les pathogènes. Afin d'y faire face, la plante met en place un système de défense qui fait intervenir une chaine de réactions. Les protéines végétales défensives produites font office de rempart contre les agents nuisibles (**Shilpi et Narendra., 2005**).

II.2.2.2 Le stress abiotiques

Provoqué par un défaut ou excès de l' environnement physico-chimique comme la sécheresse, les températures extrêmes et la salinité. Parmi les conditions environnementales qui peuvent causer un stress abiotique, on distingue : les inondation, la sécheresse, les basses ou hautes températures, la salinité excessive des sols ou des eaux, la présence d' un minéral inadéquat dans le sol, cas des métaux lourd, l' excès de lumière qui stimule la photo inhibition, le cas de faible éclaircissement, les radiations U.V, les composés phyto-toxiques comme l' ozone qui est un haut réacteur oxydant, la pollution de l' air, les produits oxydés formés à partir des réactions de pesticides. La sécheresse, le froid et la salinité sont les stress les plus fréquents et les plus étudiés. Ils peuvent imposer aux plantes des modifications métaboliques, physiologiques et phénologiques. Le stress peut déclencher plusieurs réponses à plusieurs niveaux de la plante (**Shilpi et Narendra., 2005**).

II.2.2.3 Stress salin

Le stress salin est un excès d'ions, en particulier mais pas exclusivement les ions Na^+ et Cl^- (**Hopkins, 2003**). La présence d'une importante quantité de sels réduit fortement la disponibilité de l'eau pour les plantes, on parle alors de milieu "physiologiquement sec" (**Tremblin, 2000**). Les conséquences d'un stress salin peuvent résulter de quatre types d'effets que le sel provoque chez les plantes:

Stress hydrique : Une forte concentration saline dans le sol est tout d'abord perçue par la plante comme une forte diminution de la disponibilité en eau. Cela nécessite un ajustement osmotique adapté, afin que le potentiel hydrique cellulaire demeure inférieur à celui du milieu extracellulaire et à celui du sol (**Alam, 1994**).

Stress ionique : En dépit d'un ajustement osmotique correct, la toxicité ionique survient lorsque l'accumulation de sels dans les tissus, perturbe l'activité métabolique (**Alam, 1994**).

Stress nutritionnel : Des concentrations salines trop fortes dans le milieu provoquent une altération de la nutrition minérale, en particulier vis-à-vis des transporteurs ioniques cellulaires. Le sodium Na^+ entre en compétition avec le potassium K^+ , et le calcium Ca^{2+} , et le chlore Cl^- avec le nitrate NO_3^- , le phosphate P^{3-} avec le sulfate SO_4^{2-} (**Alam, 1994**).

Stress oxydatif : Une conséquence des stress environnementaux, comprenant le stress salin, est l'apparition du stress oxydatif (**Hernandez et al.,2001**), c'est-à-dire l'accumulation d'espèces réactives d'oxygène (ROS) à des concentrations élevées (**Azevedo et al., 2006**), qui endommagent les structures cellulaires (**Smirnoff, 1993**). Qui sont ces derniers sont à l'origine des fonctionnements de l'appareil photosynthétique et les autres troubles métaboliques (**Rahnama et Ebrahimzadeh, 2005**). La plupart d'entre eux sont des peroxydes d'hydrogène, des radicaux hydroxyles et des anions super oxyde (**Azevedo et al., 2006**).

II.3 Effet de la salinité sur la physiologie de la plante

II.3.1 Effets de la salinité sur la germination

La germination des graines est le stade le plus sensible aux stress salin et hydrique (**Boulaghlagh et al., 2006**).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**).Selon l'espèce, l'effet dépressif peut être de nature osmotique ou toxique (**Ismail, 1990**).

II.3.1.1Effet osmotique

La salinité inhibe l'absorption de l'eau, la mobilisation des réserves et leur transport vers l'embryon. Cependant il existe un seuil critique d'hydratation que l'embryon doit atteindre avant le démarrage des processus germinatifs (**Rejili et al.,2006**).

II.3.1.2Effet toxique

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

II.3.2 Effet de la salinité sur la croissance et le développement

L'exposition des plantes au stress salin débute habituellement avec l'exposition des racines à ce stress. Etant donné, que la salinité dans le sol affecte la disponibilité des éléments nutritifs et de l'eau, en créant un stress osmotique, c'est la sécheresse physiologique, en provoquant la réduction générale de la croissance des plantes (**Munns et Tester, 2008**). Selon (**Munns et al., 2006**), l'inhibition de la croissance est due à deux raisons, tout d'abord, la présence de sel dans la solution ou le sol qui réduit la capacité de la plante à absorber l'eau, et cela conduit à une croissance plus lente, par effet osmotique et à des quantités de sel dans le flux de transpiration qui endommagent les cellules foliaires responsables de la transpiration qui réduit encore la croissance

Le ralentissement de la croissance peut résulter de plusieurs facteurs, à savoir :

- La concentration élevée en Na^+ et Cl^- diminue l'absorption de Ca^{2+} , l'augmentation de la concentration en Na^+ s'accompagne également d'une réduction de la concentration en Mg^{2+} , K^+ et PO_4^- dans la plante (**Levitt, 1980**).
- La perte de turgescence des cellules due au stress osmotique, induit par les solutés externes (**Serrano et Gaxiola, 1994**).
- L'utilisation des composés carbonés et azotés à des fins de protection et d'osmorégulation aux dépens de leurs implications dans la production de biomasse (**Alarcon et al., 1994**).
- Le déséquilibre nutritionnel causé par l'absorption réduite des ions essentiels, comme le K^+ , Ca^{2+} ou NO_3^- en liaison avec cette accumulation excessive (**Haoualla et al., 2007**).

II.3.3 Effet de la salinité sur la photosynthèse

La présence du sel en forte concentration inhibe principalement le métabolisme cellulaire et la photosynthèse (**Tremblin et Coudret, 1986**) par l'imposition d'un stress osmotique (**Hayashi et Murata, 1998**). La salinité réduit la vitesse photosynthétique suite à une diminution de la conduction stomatique de CO_2 (**Santiago et al., 2000**). En effet, la déshydratation des membranes cellulaires réduit leur perméabilité au CO_2 ce qui réduit l'approvisionnement en CO_2 des cellules, à la sénescence accrue induit par la salinité et au changement dans l'activité des enzymes photosynthétiques (**Parida et Das, 2004**).

II.3.4 Effet de la salinité sur le rendement

L'effet de la salinisation sur les végétaux est semblable à celui de la sécheresse, à mesure que la concentration des sels dissous augmente, la capacité des racines d'absorber à fois l'eau et l'élément nutritifs diminuent. A des concentrations élevées de sels, la croissance normale des plantes cultivées est limitée et le rendement des cultures est réduit (Wiebe et al., 2001).

II.4 Mécanisme d'adaptation des plantes au stress salin

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

II.4.1 Adaptation morphologique

La salinité est connue pour affecter de nombreux aspects des plantes et d'induire de nombreux changements dans leur morphologie. La morphologie et la structure des halophytes sont adaptées dans le sens de l'économie d'eau, les caractères associées à cette adaptation sont:

- 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).

II.4.2 Adaptation physiologique

II.4.2.1 Exclusion

Chez les plantes sensibles au NaCl, le Na⁺ s'accumule dans les racines, puis exclu les feuilles, ces plantes sont dites «excluser» (Haouala et al., 2007). La plante empêche le sel de

remonter jusqu'aux feuilles. Une première barrière existe au niveau de l'endoderme, couche interne de cellules de la racine. Cependant, cette barrière peut être interrompue, en particulier lors de l'émergence des ramifications de la racine (**Sentenac et Berthomieu, 2003**). Dans ce cadre, la sortie de Na^+ des vaisseaux du xylème est en échange d'une entrée de K^+ venant des cellule parenchymateuses du xylème et du parenchyme avoisinant, joue un rôle important dans la tige et les racines (**Luttge et al., 2002**)(figure 2.6).

II.4.2.2 Inclusion

L'inclusion est la stratégie la plus efficace pour éviter la toxicité de Na^+ sur des sites métaboliques dans le cytoplasme (**Jebnoue, 2008**). Les plantes tolérant le NaCl , sont dites «includer» ramassent 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 ou excrété par des glandes vers l'extérieur (**Alem et Amri, 2005**). L'excrétion dans les glandes à sel est très spécifique, Na^+ , Cl^- et HCO_3^- sont excrétés contre le gradient de concentration, alors que des ions comme Ca^{++} , NO_3^- , SO_4^{2-} et PO_4^{3-} sont maintenus contre leur gradient (**Hopkins, 2003**) (figure 2.1).

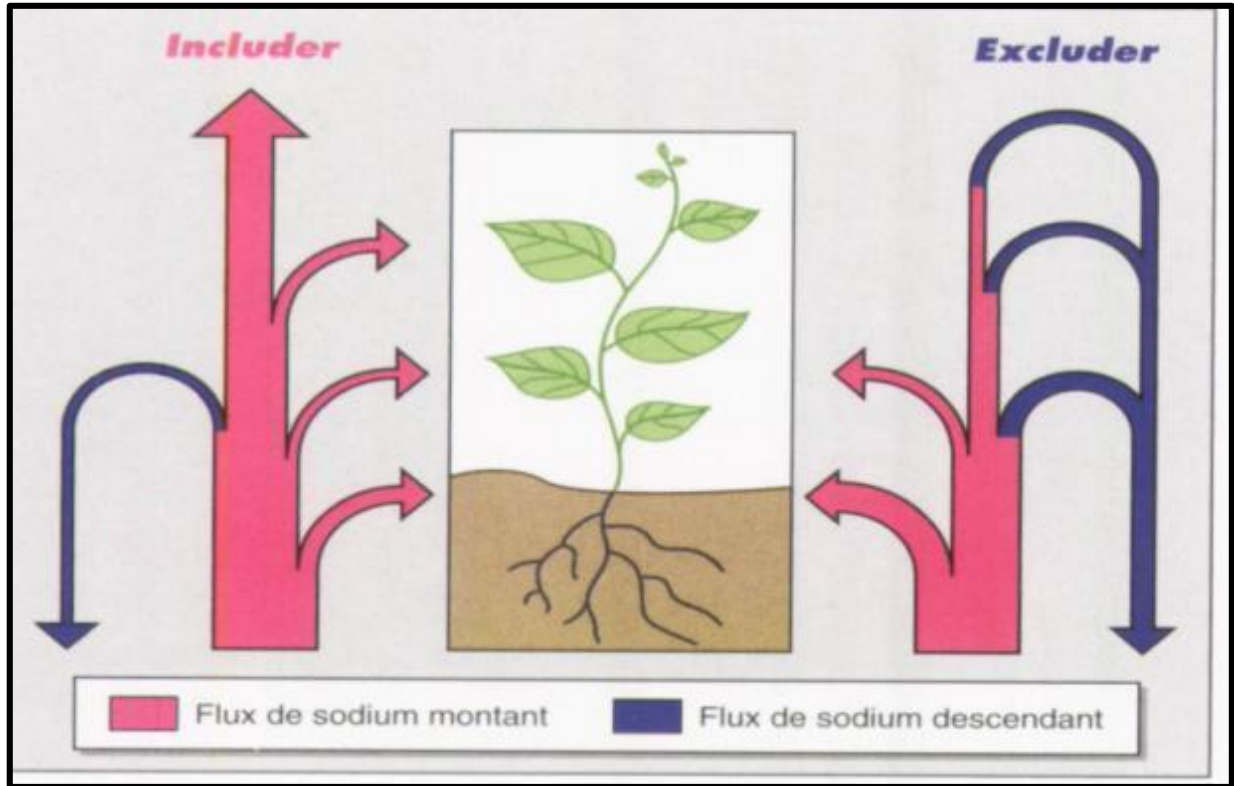


Figure 2.1 Schématisation du bilan de la circulation du sodium dans les plantes de type incluser ou excluser (Levigneron et al.,1995)

II.4.2.3 Compartimentation vacuolaire

La compartimentation est l'un des stratégies les plus efficaces pour éviter la toxicité de Na^+ sur des sites métaboliques dans le cytoplasme (Jebnoue, 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 (Sentenac et Berthomeu, 2003 in Bouchoukh, 2010).

II.4.3 Adaptation métabolique

II.4.3.1 Accumulation des solutés organiques

II.4.3.1.1 Accumulation de la proline

Sous des conditions de concentration en sel élevés, les plantes maintiennent leur potentiel osmotique par l'accumulation des solutés organiques compatibles dans leur

cytoplasme (**Lallouche et al., 2017**). La proline est l'un de ces solutés utilisée par la plante comme osmoprotecteur. Dans plusieurs types de plante, l'accumulation de la proline a été observée comme une réponse au stress salin (**Mcue et Hanson, 1990**). Les études biochimiques ont montré que l'accumulation de composés qui contient plus d'azote tels que les acides aminés et les protéines sont considérées comme une réponse commune pour les plantes comme le blé au stress salin (**Elshintinawy et Hassanein, 2001**).

II.4.3.1.2 Accumulation des sucres solubles et polyols

Plusieurs études physiologiques ont démontré que l'accumulation des sucres et des polyols, principalement suite à l'hydrolyse de l'amidon (**Hoekstra et al., 2001**), était stimulée par un stress salin chez différentes espèces végétales (**Majumder et al., 2010**).

Les sucres solubles auraient un rôle majeur dans l'ajustement osmotique, leur participation à l'abaissement du potentiel osmotique en condition de stress salin a été mise en évidence par plusieurs auteurs (**Fernandez et al., 2004**). La synthèse des sucres est stimulée par le stress salin chez de nombreuses espèces soit par blocage de la glycolyse ou par hydrolyse de l'amidon (**Rathinasabapathi, 2000**). Le glucose est le sucre majoritairement accumulé dans les feuilles des plantes soumises au stress salin (**Mustardet Renault, 2004**). Le saccharose peut agir en tant que composé soluble compatible et son accumulation peut limiter les dommages au niveau des structures cellulaires (**Neuhaus, 2007**), ainsi que l'accumulation de saccharose contribue au maintien d'une pression osmotique élevée limitant les pertes d'eau par transpiration (**Perez-alfocsa et Larher, 1995**). L'augmentation de la concentration des polyols entraîne une augmentation du potentiel osmotique du cytoplasme, ce qui permet une plus grande compartimentation de sodium dans la vacuole. De plus, ces polyols agissent en tant qu'osmoprotecteurs des membranes et des protéines, probablement en éliminant les radicaux libres d'oxygène (**Bohnert et Jensen, 1996**). Ils peuvent également servir de source de carbone pendant la période de stress durant laquelle les photosynthétats sont peu disponibles (**Vernon et al., 1993**). Le sorbitol, habituellement accumulé au niveau des graines (**Kuo et al., 1990**), servirait à la nutrition carbonée de l'embryon et à sa protection contre la déshydratation au cours du processus de maturation (**Ahmad et al., 1979**).

II.4.3.1.3 Accumulation des antioxydants

Les formes actives d'oxygène, telles que le peroxyde d'oxygène (H_2O_2), les radicaux super-oxydes (O_2^-) et hydroxyl (OH^\cdot), sont produites au cours des processus cellulaires aérobies et de façon plus accrue suite aux stress abiotiques, notamment la salinité (**Brosche et al., 2010**). Ces composés, lorsqu'ils sont accumulés en faible quantité, peuvent servir de signal pour induire l'expression de gènes de réponse et de défense cellulaires (**Parent et al., 2008**).

La production excessive de ces composés provoque des dégâts oxydatifs, et ils deviennent toxiques pour la cellule (**Mahjan et al., 2008**). Le radical hydroxyl, par exemple, risque d'endommager les structures chlorophylliennes, protéines nucléiques et lipides, et par conséquent entraver le métabolisme cellulaire, la physiologie de la plante et finalement la croissance et le rendement (**Imlay et Linn, 1986**)(figure 2.2).

Par conséquent, la plante doit constamment déployer ses mécanismes de défense pour pallier ces dommages. De ce fait, et afin d'éliminer ces formes actives d'oxygène, les plantes possèdent des antioxydants (de nature non enzymatique) de faible masse moléculaire, tels que les composés phénoliques, les flavonoïdes, les anthocyanes et l'acide ascorbique (**Ashraf, 2008**). Mais aussi, elles emploient une vaste panoplie d'enzymes, telles que la superoxyde dismutase (SOD), la catalase (CAT), l'ascorbate peroxydase (APX), la glutathion S-transférase (GST) et la glutathion peroxydase (GPX) (**Ksouri et al., 2010**).

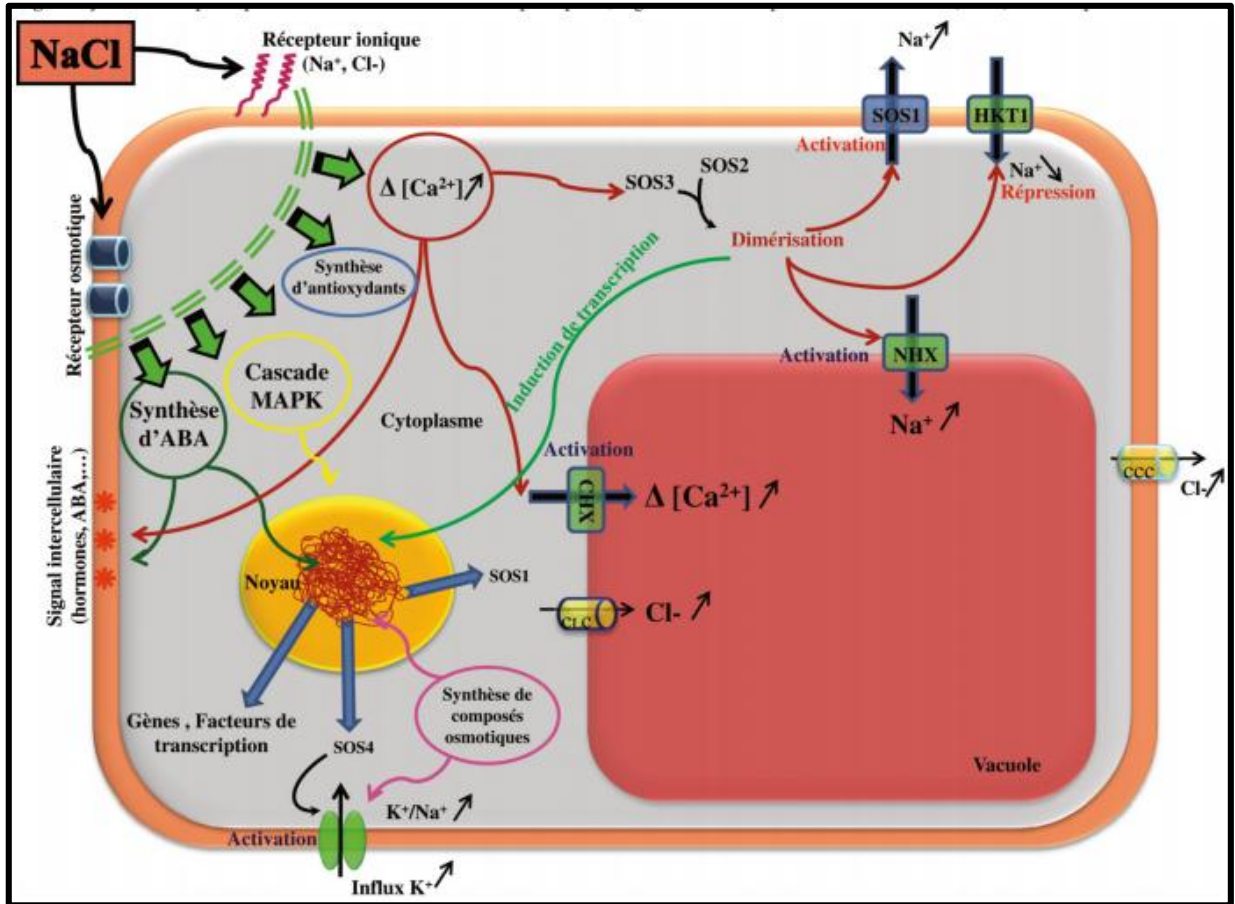


Figure 2.2: Synthèse des principaux mécanismes cellulaires de perception, signalisation et réponse au stress salin (NaCl) chez la plante (Hanana et al.;2011)

REFERENCES

1. **Abbayes H., Chadefaud M., Ferre Y., Felmann J., Gausse H., Grasse P., Lerrede M., Ozenda P., &Prevot A. (1993).** Botanique Anatomie_cycleevolutifs_systematique.masson et Cie.8:pp.52-65 p.
2. **Abdesselam, A. (2012).** Contribution a l'étude de l'impact d'un boom à cyanobactérie toxiques sur la croissance de la tomate industrielle *Lycopersicum esculentum* L. (variété 61.08). mémoire de Magister. « Agriculture et fonctionnement des écosystèmes ».centre universitaire d'El Taref. P : 50, 51,64.
3. **Aissat K. (2008).** Etat sanitaire de la culture de la tomate sous serre et étude épidémiologique de *Botrytis cinerea*(Agent de la pourriture grise). . Thèse de doctorat, Microbiologie, université FERHAT-ABBAS Sétif., 7p.
4. **Alarcon, J.J., Sanchez-blanco, M.J., Bolarin, M.J.,&Torrecillas, A. (1994).** Growth and osmotic adjustment of two tomato cultivars during and after saline stress. Plant Soil, Vol. 66: 75-82 p.
5. **Alam, S.M. (1994).** Nutrient Uptake by plants under stress conditions. In: Pessaraki M. Hand book of plants and crop-stress. New York.
6. **Alaoui, M. M., El Jourmi, L., Ouarzane, A., Lazar, S., El Antri, S., Zahouily, M., &Hmyene, A. (2013).** J. Mater. Environ. Sci.n° 4 :997 p.
7. **Alem, C.,&Amri A. (2005).** Importance de la stabilité des membranes cellulaires dans la tolérance à la salinité chez l'orge. Review in Biology and Biotechnology, Vol. 4(1) :20-31 p.
8. **Ammari, A. (2012).** Etude de l'effet de deux types d'engrais organiques sur la production de la tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) conduite en système biologique cultivée sous serre au sud Algérien (OUED SOUF). Thèse : Ing. Agro. Blida 72p. sol et hors sol. Ed : CTIFL, Paris, 161p
9. **Anonyme, (1999).** Tomate sous serre. *Bulletin Mensuel D'information et de Liaison du PNTTA*, N°57.4 p.
10. **Anonyme, (1995).** Guide pratique : la culture de la tomate sous serre. Ed : ITCMI, Alger, 4-6p.
11. **Antipolis, S. (2003).** les menaces sur les soles dans les pays méditerranéens les cahiers du plan Bleu., n°2 : 44 p.
12. **Ashraf, M.(1994).** Breeding for salinity tolerance in plants. Crit. Rev. Plant Sci. n°13: 17– 42 p.

13. **Ashraf, M. (2008).** Biotechnological approach of improving plant salt tolerance using antioxidants as markers. *Biotechnol. Adv*, 27(1) : 84 –93 p.
14. **Asloum, H. (1990).** Elaboration d'un système de production maraîchère (Tomate, *Lycopersicon esculentum L.*) en culture hors sol pour les régions sahariennes. Utilisation de substrats sableux et d'eaux saumâtres. Thèse de doctorat, développement et amélioration des végétaux, Université de Nice Sophia- Antipolis (France): 24-32 p.
15. **Aubert, G. (1982).** les sols sodiques en Afrique du Nord. Cahier O.R.S.T.O.M.service Pédologie. 194 p.
16. **Azevedo, R.B.R., Lohaus, R., Srinivasan, S., Dang, K.K., &Burch, C.L. (2006).** Sexual reproduction selects for robustness and negative epistasis in artificial gene networks. *Nature* 440(7080): 87—90 p.
17. **Bartels, D.,&Sunkar, R. (2005).** Drought and salt tolerance in plants. *Crit. Rev. Plant Sci.* n° 24(1) : 2 –58 p.
18. **Berthomeu, P., Conjero, G., Nublat, A., Brachenburry, W.J., Lambert, C., Savio, C., Uozomi, N., Oiki, S., Yamada, K., Cellier, F.,Gosti, F., Simonneau, T., Essah, P.A., Tester, M.,Very, A.A.,Sentenac, H.,& Casse, F. (2003).** Functional analysis of AtHKT1 in *Arabidopsis* shows that Na⁺ recirculation by the phloem is crucial for salt tolerance. *EMBO Journal*, Vol. 22: 2004-2014.
19. **Bohnert, H J., & Jensen, R.G. (1996)** Metabolic engineering for increased salt tolerance - the next step. *Aust. J. Plant Physiol*, 23(5) : 661–667 p.
20. **Bollinger, M. (1970).** Cultures maraichères : solanacées fruits, 503p
21. **Bouchoukh, I. (2010).** Comportement écophysioologique de deux Chénopodiacées des genres *Atriplex* et *Spinacia* soumises au stress salin . 16- 29- 6-35 p.
22. **Bouda, S.,&Haddioui, A. (2011).** Effet du stress salin sur la germination de quelques espèces du genre *Atriplex*. *Revue « nature et technologie »*. N° 05/juin 2011. 72-79 p.
23. **Boulghalagh, J., Berrichi, A., El halouani, H.,&Boukroute, A. (2006).** Effet de stress salin et hydrique sur la germination des graines du jojoba(*Simmondsia Chinensis*[link] Schneider). *Proceedings du Premier congrès national « Amélioration de la production agricole »* Settat, les 16 et 17 mars2006.
24. **Brosché, M., Overmyer, K., Wrzaczek, M., &Kangasjarvi, J. (2010).** Stress signaling III: Reactive oxygens Species(ROS).Chap. 5. Dans *Abiotic stress adaptation in plants: Physiological, molecularand genomic foundation*. Sous la direction de A. Pareek, S.K. Sopory, H.J. Bohnert et Govindjee. P. 91 –102 p.

-
25. **Bryssine G. (1961)**. Salinité du sol et ses problèmes. Cahiers de la recherche Agronomique, 12p
 26. **Chaabane, S., & Benreda, Z. (1997)**. inventaires des sols salés d'Algérie. A .N. R. H. Pédologie. 22p.
 27. **Chamekh, Z. (2010)**. Analyse de la réponse de quelques géotypes de blé dur (*Triticum Turgidum* ssp. *durum*) a la contraintes saline dans trois gouvernorats du centre de la Tunisie, Master en agronomie et Biotechnologie Végétale, Institut nationale agronomique de Tunisie, 4 p.
 28. **Chaux, C., & Foury, CL. (1994)**. Productions légumières. Tome 1 : Généralité. Ed : Lavoisier, Paris, 545p.
 29. **Chaux, C., & Foury, CL. (1994)**. Cultures légumières et maraichères. Tom 3. légumineuses potagères, légumes fruit. *Tec et Doc Lavoisier*, Paris, 563 p.
 30. **Chevery, C. (1995)**. Plant behavior in saline environment. Action eau N°4, revue spécialisée du 22 Mars 1995. Ed Acad Agro, France. 49 p.
 31. **Chougar, S. (2015)**. Bioécologie de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta*. (MEYRICK, 1917) (*Lepidoptera : Gelechiidae*) sur trois variétés de tomate sous serre (*Zahra, Dawson et Tavira*) dans la wilaya de Tizi-Ouzou. Memoire de Mag. Universite de Tizi-Ouzou, 122p
 32. **Couée, I., Sulmon, C., Gouesbet, G., & El Amrani, A. (2006)**. Involvement of soluble sugars in reactive oxygen species balance and responses to oxidative stress in plants. *Journal of Experimental Botany* 57, 449–459 p.
 33. **El-shintinawy, F., & Hassanein R.A. (2001)**. Changes in growth, protein patterns and DNA fingerprints of NaCl stressed treated with arginine, putrescine or phenylenediamine. *Egyptian J. Biotechnol.* 10:405-415 p.
 34. **Eynard, A., Lala, R., & Keith, D. W. (2006)**. In Encyclopedia of Soil Science, (C. R. C Press.), n° 323 :1538 p.
 35. **Ezzahirri, B., Bouhache, M., & Erraki, I. (2004)**. Index phytosanitaire du Maroc. Ed 2004. p 257 p.
 36. **FAO. (2018)**. Agricultural production, crop primary database. Food and agricultural organization of the United Nations, Rome. <http://faostat.fao.org/faostat/>.
 37. **FAO & ITPS (2015)**. Status of the World's Soil Resources Report – Main Report 1

-
38. **FAO. (2008).** Annuaire statistique de la FAO.
 39. **Fernandes, F.M., Arrabaca, M.C.,&Carvalho, L.M.M. (2004).**Sucrose metabolism in *Lupinus albus L.* under salt stress. *Biol. Plant*, 48(2):317-319 p.
 40. **Gallais, A.,& Banneront, H. (1992).** Amélioration des espèces végétales cultivées. Objectifs et critères de sélection. INRA Editions.
 41. **Gruben, G.J.H. (2004).** Ressources végétales de l'Afrique tropicale 2, légumes, 425p.
 42. **Guignard, L. (2000).** biochimie végétale. 274p.
 43. **Hammou, B. (2010).** Recherche de marqueurs génétiques liés à la tolérance à la salinité chez des écotypes d'espèces annuelles de médicago. Thèse magister amélioration des plantes, Université d'Oran Essenia, 21 p.
 44. **Hanana, M., Hamrouni, L., Cagnac, O.,&Blumwald, E. (2011).**Mécanismes et stratégies cellulaires de tolérance à la salinité (NaCl) chez les plantes.
 45. **Haoualla, F., Ferjani, H.,& Ben el-hadj, S. (2007).**Effet de la salinité sur la répartition des cations (Na⁺, K⁺ et Ca⁺⁺) et du chlore (Cl⁻) dans les parties aériennes et les racines du ray-grass anglais et du chiendent. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, Vol. 11, N°3 : 235- 244 p.
 46. **Hayachi, H.,& Murata, N. (1998).** Genetically engineered enhancement of salt tolerance in higher plants. In: Sato Murata N, (Ed.), *Stress Response of Photosynthetic Organisms: Molecular Mechanisms and Molecular Regulation*. Elsevier, Amsterdam: 133-148 p.
 47. **Heller, R., Esnault, R.,& Lance, C. (1996).** Physiologie végétale : nutrition. 294p.
 48. **Heller, R., Esnault, R.,& Lance, C. (1998).** Physiologie végétale. Tome1. Nutrition. 6^{ème} édition, DUNOD, Paris: 134-135 p.
 49. **Hernández, JA., Talavera, JM., Martínez-Gómez, P., Dicenta, F.,&Sevilla, F.(2001).** Response of antioxidant enzymes to plum-pox virus in two apricot cultivars. *Physiol*
 50. **Hoekstra, F.A., Golovina, E.A.,&Buitink, J. (2001).** Mechanisms of plant desiccation tolerance. *Trends Plant Sci.* 6(9) : 431–438 p.
 51. **Hogland, D.R.,&Arnon, D. I. (1950).** The water-culture method for growing plants without soil. *Calif. Agric. Exp. Stn. Circular* .

-
52. **Hopkins, W.G. (2003).** Physiologie végétale. 2^{ème} édition. De Boeck, Bruscelles: 476 p.
53. **Imlay, J.A., &Linns, S. (1986).** DNA damage and oxygen radical toxicity. *Science*, 240(4857) : 1302–1309 p.
54. **Ismail, A.M.A. (1990).** Germination ecophysiology in populations of *Zygophyllumqatarense*. Hadidi from contrasting habitats. Effect of temperature, salinity and growth regulators with special reference to fuscocin. *Journal of AridEnvironments*, (18): 185- 194 p.
55. **Jacoub, J. (1978).** culture maraichère spéciales. Tome I Solanacée fruit, cours polycopies, Inst.Nat. Agro. Hassen badi 83-99 p.
56. **Jebnoue, M. (2008).** Adaptation des plantes à l'environnement : Stress salin. PrésentationPower Point.
57. **Jones, J B. (2005).** Hydroponic and soilless culture grower, timber Press es., Portland, Oregon, USA, 124 p.
58. **Kolev, N. (1976).** Les cultures maraichères en Algérie. Tome 1, Ed: FAO, 210p.
59. **Kotchoni, S.O.E.W., Gachomo, B.O., Omafuvbe., &Shonukan, O.O. (2006).** Purification and Biochemical Characterization of CarboxymethylCellulase (CMCase) from a Catabolite Repression Insensitive Mutant of *Bacillus pumilus*. *Int. J. Agri. Biol.* 8: 286–292 p.
60. **Kramou, R. (2011).** Etude de l'effet de deux types d'engrais organiques sur la production de la tomate (*Lycopersicumesculentum Mill.*) conduite en système biologique cultivée sous serre. Thèse : Ing. Agro. Blida 80p.
61. **Ksouri, R., Felleh, H.,&Abdelly C. (2006).**Contenu en polyphénols et activités antioxydants d'une halophyte, Tamarix gallic L. *Revue des Régions Arides-Numéro spécial -Actes du séminaire international "les plantes à Parfum Aromatiques et médicinales" SIPAM.*
62. **Kuo, T.M., Doehlert, D.C.,& Crawford C.G. (1990).** Sugar metabolism in germinating soybean seeds. *Plant Physiol*, 93 (4): 1514 –1520 p.
63. **Lallouche, B., Boutekrabt ,A., Hadjkouider, B., Riahi, L., Lamine, S., &Zoghلامي, N. (2017).**Use of physio-biochemical traits to evaluate the salt tolerance of five opuntia species in the Algerian steppes. *Pak. J. Bot.*, 49(3): 837-845 p.
64. **Langridge, R., Christian-Smith, J., &Lohse, K.L. (2006).** Access and resilience: analyzing the construction of social resilience to the threat of water scarcity. *Ecology and Society* 11(2): 18 p.

-
65. **Laumounier, R. (1979).** Cultures légumières et maraichères. Tome 3, Ed : J-B Baillièrè, Paris, 240p.
66. **Letard, M. (1995).** Maitrise de l'irrigation fertilisante ; tomate sous serre et abris en sol et hors sol. Ed : CTIFL, Paris, 161p.
67. **Levigneron, A., Lopez, F., Vansuyt, G., Berthomieu, P., Fourcroy, P., & Casse-Delbart, F. (1995).** Les plantes face au stress salin. Cah. Agric. n° 4, p. 263–266 p.
68. **Levitt, J. (1980).** Responses of plants to environmental stresses. Water radiation, salt and others stresses. Academic Press, New York, Vol. 2: 365-406 p.
69. **Lexer, C. (2005).** Barrier to gene flow between two ecologically divergent *Populus* species, *P. alba* (white poplar) and *P. tremula* (European aspen): the role of ecology
70. **Luttge, U., Kluge, M., & Bauer, G. (2002).** Botanique. 3ème édition, Tec et Doc- Lavoisier, Paris: 439-450 p.
71. **Majoul, T., Bancel, E., Triboi, E., Ben Hamida, J., & Branlard, G. (2003).** Proteomic analysis of the effect of heat stress on hexaploid wheat grain: characterization of heatresponsive proteins from total endosperm. *Proteomics* 3, 175–183 p.
72. **Mahajan, S., Pandey, G.K., & Tuteja, N. (2008).** Calcium- and salt stress vsignaling in plants: Shedding light on SOS pathway. *Arch. Biochem. Biophys*, 471(2) : 146 –158 p.
73. **Majumder, A.L., Sengupta, S., & Goswami L. (2010).** Osmolyte regulation in abiotic stress. Chap. 16. Dans *Abiotic stress adaptation in plants: Physiological, molecular and genomic foundation*. Sous la direction de A. Pareek, S.K. Sopory, H.J. Bohnert et Govindjee. p. 349–370 p.
74. **Manchanda, G., & Garg, N. (2008).** Salinity and its effects on the functional biology of legumes. *Acta Physiol. Plant*, n°30: 595 p.
75. **Maniguet, M. (2003).** les pays secs environnement et développement. Ellipse Edition Marketing. Paris. Thèse magister en science agronomique, Université de EL Hadj lakdar-Batna, Alger, 11 p.
76. **Mcue, K.F., & Hanson, A.D. (1990).** Drought and salt tolerance: towards Understanding and application TIBTECH. 8: 358-362 p.
77. **Merdaci, M., & Attia, I. (2006).** Biologie des plantes cultivées.
78. **Morard, S. (2013).** Guide pratique. Mes tomates du jardin à la cuisine. SMACT, 20 p.
79. **Munné-Bosch, S., & Alegre, L. (2004).** Die and let live: leaf senescence contributes to plant survival under drought stress. *Funct Plant Biol* 31: 203–213 p.

-
80. **Munns, R., & Tester, M. (2008).** Mechanisms of salinity tolerance, *Annu. Rev. Plant Biol.*59-81p
81. **Munns, R., James, R.A., & André Lauchli, A. (2006).**Approches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. *Journ. of Exper. Bot.*, vol. 57, N°. 5, 1025- 1043 p.
82. **Mustard, J., &Renault, S. (2004).** Effects of NaCl on water relations and cell wall elasticity and composition of red-osier dogwood (*Cornus stolonifera*) seedlings. *Physiol. Plant.* 121:265-271 p.
83. **Navez, B. (2011).** Tomate, qualité et préférence. Ed : CTIFL, Paris, 390p.
84. **Neuhaus, H.E. (2007).** Transport of primary metabolites across the plant vacuolar membrane. *FEBS Letters.* 581:2223-2226 p.
85. **Noomene, H. (2011).** Etude la salinité des sols par la méthode de détection électromagnétique dans le périmètre irrigué de kalacatlandelous en Tunisie: cas d'une parcelle de courge, Master de recherche environnement aménagement, faculté de lettres, 22 p.
86. **Parida, A.K., Das, A.B., Sanda, Y., & Mohanty, P. (2004).** Effects of salinity on biochemical components of the mangrove; *Aceras corniculatum*. *Aquat. Bot* 80,77-87 p.
87. **Parent, C., Capelli, N., & Dat, J. (2008).** Formes réactives de l'oxygène, stress et mort cellulaire chez les plantes. *C. R. Biol.*, 331 (4) : 255–261 p.
88. **Parker, S. K., Williams, H. M., & Turner N., (2006).**-Modeling the antecedents of proactive behavior at work. *Journal of Applied Psychology*, 91: 636-652 p.
89. **Pérez-alfocea, F., Larher, F., (1995).** Sucrose and proline accumulation and sugar efflux in tomato leaf discs affected by NaCl and polyethylene glycol 6000 iso-osmotic stresses. *Plant Sci.* 107 p.
90. **Peron, J., (2006).** La production légumière. Ed Lavoisier. Paris p578-592 p.
91. **Phee, BK., Cho, JH., Park, S., Jung, JH., Jeon, JS., Bhoo, SH., & Hahn, TR. (2004).** Proteomic analysis of the responses of *Arabidopsis* chloroplast proteins to high light stress. *Proteomic* 4:3560-3568 p.
92. **Piri, K., Anceau, C., El jaafari, S., Lepoivre, P., & Semal, J. (1994).** Sélection in vitro de plantes androgénétiques de blé tendre résistantes à la salinité. *L'amélioration des Plantes.* Ed. AUPELF-UREF, Paris: 311-320.
93. **Polese, J.M. (2007).** La culture de la tomate. Ed. Arthémis.95p.

-
94. **Rahnama, H., & Ebrahim, H. (2005)**: The effect of NaCl on antioxidant enzyme activities in potato seedling. *Biol Plant*. 93-97 p.
 95. **Rathinasabapathi, B. (2000)**. Metabolic engineering for stress tolerance installing osmoprotectant synthesis pathways. *Ann. Bot.* 86: 709-716 p.
 96. **Rejili, M., Vadel, M. A., & Neffatp, M. (2006)**. Comportements germinatifs de deux populations de *Lotus creticus*(L.) en présence du NaCl. *Revue des Régions Arides*, Vol. 17, N° 1 : 65-78 p.
 97. **Renauld, V. (2003)**. tous les légumes courants, rares ou méconnus cultivables sous nos climats : tomates. Ulmer. Paris, p 135-137 p.
 98. **Rey, Y., & Costes, C. (1965)**. La physiologie de la tomate, étude bibliographique. INRA. 111p.
 99. **Santiago, L.S., Lau, T.S., Melgher, P.J., Steeleo, C., & Goldstein, G. (2000)**. Morphological and physiological responses of hawaiian *Hibiscus tiliaceus* populations to light and salinity, *Int.J. Plant Sci.* 161: 99-106 p.
 100. **Sarry, J-E., Kuhn, L., Lay, P.L., Garin, J. & Bourguignon, J. (2006)**. Dynamics of *Arabidopsis thaliana* soluble proteome in response to different nutrient culture conditions. *Electrophoresis* 27:495–507 p.
 101. **Sentenac, H., & Berthomieu, P. (2003)**. Découverte d'un nouveau mécanisme de tolérance des plantes au sel. UMR Biochimie et physiologie moléculaire des plantes (Unité mixte Ecolenationale supérieure agronomique de Montpellier, Service Presse INRA, 34 p.
 102. **Serrano, R., & Gaxiola, R. (1994)**. Microbial models and salt stress tolerance in plants. *Crit. Rev. Plant Sci*, Vol. 13: 121-138 p.
 103. **Shankara, N., Jeude, J. V. L., Goffau, M., Hilmi, M., & Dam B. V. (2005)**. La culture de la tomate production, transformation et commercialisation. Ed. Protas, 105 p.
 104. **Shilpi, M., & Narendra. (2005)**. Cold, Salinity and Drought Stresses An Overview," *Archives of Biochemistry and Biophysics*, Vol. 444, No. 2, , pp. 139-158 p.
 105. **Skiredj, A., (2005)**. La fertilisation de la tomate en hors sol : transfert des technologies en agriculture. N° 125 A, APPT4-AGADIR.
 106. **Smirnoff, N. (1993)** The Role of Active Oxygen in the Response of Plants to Water Deficit and Desiccation. *New Phytologist*, 125, 27-58 p.
 107. **Taji, T., Ohsumi, C., Iuchi S., Seki, M., Kasuga, M., Kobayashi, M., Yamaguchi, Shinozaki, K., & Shinozaki, K. (2002)**. Important roles of drought- and cold inducible

- genesfor galactinol synthase in stress tolerance in *Arabidopsis thaliana*. *Plant J.* n° 29(4) : 417–426 p.
108. **Tremblin, G. (2000).** Comportement auto-écologique de *Halopeplisamplexicaulis*: plante pionnière des sebkhas de l'ouest algérien. *Sécheresse*, 11(2):109-116 p.
109. **Tremblin, G., & Coudret, A. (1986).** Salinité, transpiration et échanges de CO₂ chez *Halopeplisamplexicaulis*(Vahl.) Ung. *Oecol. Plant*, 7 (21) :417-431 p
110. **Van der vossen, Y., Nono-womdom, R., Messian, C.M. (2004).** *Lycopersicon esculentum* Mill. Fiche Protabase. Gruben, G.J.H & Denton, O.A.(Editeurs). PROTA (Plant Resources of Tropical africa)Wageningen, Pays-bas, 419-427p.
111. **Vernon, D.M., Tarczynski, M.C., Jensen, R.G., & Bohnert, H.J. (1993).** Cyclitol production in transgenic tobacco. *Plant J*, 4(1) : 199–205 p.
112. **Welty, NC., Radovic, T., Meulia, T., & Van der knaaf, E. (2007).** Inflorescence development in two tomato species. *Can J. Bot* :111-118 p.
113. **Wiebe, B. H., Eilers, R.G., Eilers, W.D., & Brierley, J. A. (2001).** Risque de salinisation du sol, l'agriculteur écologiquement durable au Canada : Série sur les indicateurs agro environnementaux .Rapport n°2 : 121 p.