

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Ibn Khaldoun –Tiaret–
Faculté Des Sciences de la Nature et de la Vie
Département Des Sciences de la Nature et de la Vie



Mémoire de fin d'études
En vue de l'obtention du diplôme de Master académique
Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Filière : Sciences biologiques
Spécialité : Génétique moléculaire et amélioration des plantes

Présenté par :

BRAHIM Radja

MEZIANI Meriem

Thème

Effet des phytohormones sur la germination des
graines de la tomate cerise stressée à la salinité
(*Solanum lycopersicum var. cesariforme*)

Soutenu publiquement le

Jury:		Grade
Président:	Melle SOUALMI N.	M.A.A.
Encadrant:	Mme SOUALEM S.	M.C.A
Co-encadrant:	Mr BOUBEKEUR M.	M.A.A
Examineur :	Mr BOUFARES K.	M.C.B

Année universitaire 2020-2021

Dédicaces

Je dédie affectueusement ce modeste travail,

A mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur amour et pour leur soutien.

A ma sœur Nihal et mes chers frères, Djamel Eddine et Salah Eddine,

A toute ma famille pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire,

Merci pour vos encouragements.

BRAHIM Radja

Dédicaces

Louange à Dieu tout puissant, pour sa miséricorde. C'est lui qui nous a créé, c'est lui qui nous a donné le savoir, c'est grâce à lui que le fruit de mon travail est entre vos mains et je le dédie à :

La plus merveilleuse de toutes les femmes au monde, celle qui m'a transmis sa générosité, celle qui m'a appris à pardonner, à aimer et à donner le meilleur de moi ; **MAMAN**

Mon père qui m'a soutenu durant toutes mes années d'études et qui m'a appris à compter sur moi-même, qu'il me soit permis aujourd'hui de t'assurer mon profond amour et ma grande reconnaissance ; **PAPA**, laisse-moi te témoigner ma profonde gratitude à travers ce modeste travail.

A mes très chers: qui ont été le meilleur encouragement. Ma promotrice, Mme Soualem Samira, qui m'a beaucoup aidé à aborder un tel sujet.

A tous mes amis et camarades de classe.

Et toute la famille Meziani.

MEZIANI Meriem

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.

Nos vifs remerciements vont tous d'abord à notre promotrice Madame SOUALEM Samira qui a fait preuve d'une grande patience et qui nous a suivi chaque étape de ce mémoire en prodiguant des conseils, et des orientations parfaites afin de nous permettre d'avancer

Nous remercions notre co-encadreur Mr. BOUBEKEUR M.A. Pour sa disponibilité, ses orientations ainsi que pour son soutiens tout au long de notre travail.

Que nos vifs remerciements aillent à **Melle SOUALMI Nadia**, qui nous a fait l'honneur de présider ce travail, et **Mr BOUFARES Khaled** pour avoir accepté examiner ce mémoire

Nous ne pouvons également m'empêcher de remercier le personnel (Administratifs, laborantins et Bibliothécaires) du département des sciences de la nature et de la vie 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.

Table des matières

Introduction.....	1
I. Synthèse bibliographique	3
I. La tomate	3
Historique	3
Classification botanique de la tomate	3
Morphologie de la tomate.....	4
Appareil végétatif	4
Racines.....	4
Tiges4	
I.3.1.2. Feuilles	5
Appareil reproducteur.....	5
Fleurs	5
Fruits.....	6
Graines.....	6
II. La salinité	8
Généralités sur la salinité.....	8
Définition de la salinité.....	8
Origines et causes de la salinité.....	8
Origine primaire	8
Origine secondaire.....	9
III. Notion de stress salin et effets de la salinité sur la plante.....	10
Notion de stress salin.....	10
Définitions de stress salin	10
Stress hydrique	10
Stress ionique.....	10
Stress nutritionnel.....	11
Effets du stress salin sur la plante.....	11
Effet de la salinité sur la germination.....	12
Effet osmotique.....	12
Effet toxique	12
Effet de la salinité sur la croissance et développement	12
effet de la salinité sur le comportement biochimique.....	12

IV. Stratégies d'adaptation et mécanismes de tolérance au stress salin	14
Ajustement osmotique	14
L'exclusion des ions Na ⁺	14
Inclusion et la compartimentation des ions Na ⁺	14
V. Les Phytohormones	16
Introduction	16
L'auxine	16
Les cytokines	16
Éthylène	16
Les gibbérellines.....	16
• Effet de l'acide gibbérellique sur la physiologie de la plante.....	17
Acide abscissique	17
• Effet de l'ABA sur la physiologie de la plante	17
II. Matériels et méthodes	19
I. Objectif de l'expérimentation.....	19
II. Matériel végétal.....	19
III. Conditions d'expérimentation et conduite de l'essai.....	19
Conduite de l'essai.....	19
Conditions de mise en germination des graines	19
Protocole expérimental	20
IV. Paramètres physiques de la germination	21
Taux d'imbibition des graines	21
Taux de germination des graines	21
V. Paramètres de croissance	21
Longueur de la racine et la tige	21
VI. Analyses statistiques.....	21
III. Résultats et discussion	22
I. Résultats	22
Effet de la salinité et régulateur de croissance sur le taux de germination.....	22
Effet de la salinité et régulateur de croissance sur le taux d'imbibition.....	22
Effet de la salinité et régulateur de croissance sur la longueur de la racine.....	24
Effet de la salinité et régulateur de croissance sur la longueur de la tige.....	24

II. Discussion	*Table des matières*	26
Conclusion et perspectives		29
Références Bibliographiques		30

Liste des abréviations

% : pourcentage

C°:degré Celsius

Cl : chlore

cm : centimètre

Control : témoin

Fig: figure

g : gramme (poids)

h : heure

ha : hectares

ml : millilitre

mM: millimole

Na⁺ : sodium

NaCl : chlorure de sodium

P : probabilité

Tab : tableau

Liste des tableaux

Tableau 1 : Classification botanique de la tomate.

Tableau 2 : Effet de la composition du milieu sur les paramètres étudiés (les valeurs représentent, le test F, la probabilité P).

Liste des figures

Figure 1: Système racinaire de la tomate.

Figure 2: Tige de tomate.

Figure 3: Feuille de tomate.

Figure 4: Coupe longitudinale d'une fleur de tomate.

Figure 5: Section transversale et longitudinale d'un fruit de tomate.

Figure 6 : Mise en germination des graines de *Lycopersicon esculentum var. cesariforme*.

Figure 7: Dispositif expérimental.

Figure 8 : Effet de la salinité et les régulateurs de croissance sur le taux de germination

Figure 9 : Effet de la salinité et les régulateurs de croissance sur le taux d'imbibition.

Figure 10. Effet de la salinité et les régulateurs de croissance sur la longueur de la radicule.

Figure 11. Effet de la salinité et les régulateurs de croissance sur la longueur de la tige.

Introduction

Introduction

La tomate a une place importante dans l'alimentation humaine puisqu'elle est consommée toute l'année, dans le monde entier. Elle se positionne au premier rang mondial des fruits cultivés avec une production d'environ 152 millions de tonnes en 2010 (FAO, 2012). En Algérie, plus de mille hectares sont consacrées annuellement à la culture de tomate sous serre. Elle est l'une de la plus importante culture légumière cultivée en plein champs et sous serre avec un rendement très variable chaque année.

La germination des graines est une étape importante et vulnérable dans le cycle de vie des plantes, détermine l'établissement des semis et la croissance des plantes. (Steckel *et al.*, 2004). Plusieurs facteurs environnementaux tels que la température, la salinité, la lumière et l'humidité du sol influent simultanément la germination (El-Keblawy et Al-Rawai, 2006). La germination de la tomate est affectée par des facteurs climatiques (température, salinité et l'humidité), La salinité élevée est le problème du sol le plus répandu qui affectent la germination de la tomate (Qin *et al.*, 2010).

La tolérance à la salinité pendant la germination est critique pour la mise en place de la culture de plantes dans les sols salins des régions arides (Khan et Gulzar, 2003). Une augmentation de la salinité induit une diminution du pourcentage de graines germées (Meot-Duros et Magné, 2008). Le faible taux de germination dans les sols salins est souvent le résultat de fortes concentrations de sels dans les zones de semis à cause du mouvement ascendant de la solution du sol et l'évaporation ultérieure de la surface du sol; ce qui attribue à la fois des effets osmotiques et toxiques (Song *et al.*, 2005).

On pense que l'effet dépressif de la salinité sur la germination pourrait être lié aussi à une baisse des niveaux d'hormones endogènes (Peleg *et al.*, 2011). Toutefois, l'intégration des régulateurs de croissance végétale chez de nombreuses cultures légumières améliore la performance des graines. Par ailleurs, les différentes hormones telles que, l'ABA et la GA3, jouent un rôle important dans la réponse des plantes aux conditions de stress. Les traitements physiologiques afin d'améliorer la germination des graines sous diverses conditions de stress sont intensivement étudiés dans les deux dernières décennies, ainsi, des efforts concertés sont entrepris pour atténuer les effets néfastes de la salinité en application des régulateurs de croissance végétale (Shabala and Munns, 2012). Ainsi, les effets néfastes des sels élevés sur la germination des graines de tomate, peuvent être réduits dans une certaine mesure par des apports exogènes avec la bonne concentration d'une hormone appropriée. La compréhension de l'action hormonale sur le processus de germination est une clé majeure pour améliorer la germination des espèces sensibles

à la salinité et leur développement dans les conditions salines et la réponse de la graine au stress salin.

Le présent travail a pour objectif de suivre, les réponses des graines de tomate cerise, soumises à un régime hormonal sous salinité au NaCl. Nous suivrons les paramètres physiques de la germination. Cette expérimentation s'achève par un examen des paramètres de croissance post germination, pour évaluer la réponse des graines.

Synthèse bibliographique

Chapitre I
La tomate
(Solanum lycopersicum L.)

I. La tomate (*Solanum lycopersicum* L.)**historique**

La tomate est originaire des Andes d'Amérique du Sud. Elle fut ramenée du Pérou ou de Mexique au début du XVIème siècle par les Conquistadors (Jutier, 2007) puis introduite en Europe en 1544. De là, sa culture s'est propagée en Asie du Sud et de l'Est, en Afrique et en Moyen Orient. Plus récemment, la tomate sauvage a été introduite dans d'autres régions de l'Amérique du Sud et au Mexique.

Les tomates ont été cultivées et consommées par les Espagnols et les Italiens il y a environ 400 ans. Considérées comme vénéneuses, elles servirent de plante d'ornement avant d'être considérées comme un fruit comestible.

I. 2 Classification botanique de la tomate

La tomate dont l'appartenance à la famille des Solanacées et en 1753, le botaniste Linné a nommé *Solanum lycopersicon*, mais 15 ans plus tard Philip Miller a remplacé le nom de Linné avec *Lycopersicon esculentum* (Valimunizigha, 2006).

Tableau 1 : Classification botanique de la tomate (Cronquist, 1981)

Règne	Plantae
Sous règne	Trachenobionta
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Sous classe	Asteridae
Ordre	Solanales
Famille	Solanaceae
Genre	Solanum ou Lycopersicon
Espèce	Lycopersiconesculetum

Il existe des variétés diverses de tomate, nous citons quelques-unes : L'espèce *Solanum lycopersicum* compte plusieurs variétés botaniques, *Solanum lycopersicum esculentum* à gros fruits, c'est la tomate cultivée de laquelle découlent presque toutes les variétés trouvées sur le marché et *Solanum lycopersicum cesariforme*, la tomate cerise, c'est la seule forme sauvage du genre rencontrée aussi en dehors de l'Amérique du Sud (Rick, 1986). Connue dans les Antilles et en Guyane françaises sous le nom de tomadose il est possible que la tomate cultivée ait été domestiquée à partir de cette forme sauvage.

Morphologie de la tomate :**Appareil végétatif****Racines**

Le système racinaire est puissant, très ramifié à tendance fasciculée (Chaux et Foury, 1994). Il est de type pivotant important qui pousse jusqu'à une profondeur de 50 cm ou plus. La racine principale produit une haute densité de racines latérales et adventices (Shankara *et al.*, 2005).



Figure 1: Système racinaire de la tomate (Chaux et Foury, 1994)

Tiges

Elles sont vertes, épaisses aux entre-nœuds. Elles disposent de deux types de poils blanchâtres : des poils simples et des poils glanduleux qui contiennent une huile essentielle, qui donne l'odeur de la tomate et la coloration verte (Kolev, 1976). Elles portent les feuilles, les fleurs et les fruits. Une tige peut porter de nombreuses ramifications (appelées axillaires) et a une croissance indéterminée ou déterminée selon les variétés.



Figure 2: Tige de tomate (Pinterest)

I. 3.1.3 Feuilles

Feuilles disposées en spirale, 15 à 50 cm de long et 10 à 30 cm de large. Les folioles sont ovées à oblongues, couvertes de poils glandulaires. Les grandes folioles sont parfois pennatifides à la base. L'inflorescence est une cyme formée de 6 à 12 fleurs. Le pétiole mesure entre 3 et 6 cm (Naika, 2005).



Figure 3: Feuille de tomate (Chougar, 2011).

Appareil reproducteur

Fleurs

Bisexuées, régulières et entre 1,5 et 2 cm de diamètre. Elles poussent opposées aux - ou entre les feuilles. Le tube du calice est court et velu, les sépales sont persistants. En général il y a 6 pétales qui peuvent atteindre une longueur de 1 cm, qui sont jaunes et courbées lorsqu'elles sont mûres. Il y a 6 étamines et les anthères ont une couleur jaune vif et entourent le style qui a une extrémité stérile allongée. L'ovaire est supère avec entre 2 et 9 carpelles. En général la plante est autogame, mais la fécondation croisée peut avoir lieu. Les abeilles et les bourdons sont les principaux pollinisateurs (Naika, 2005).

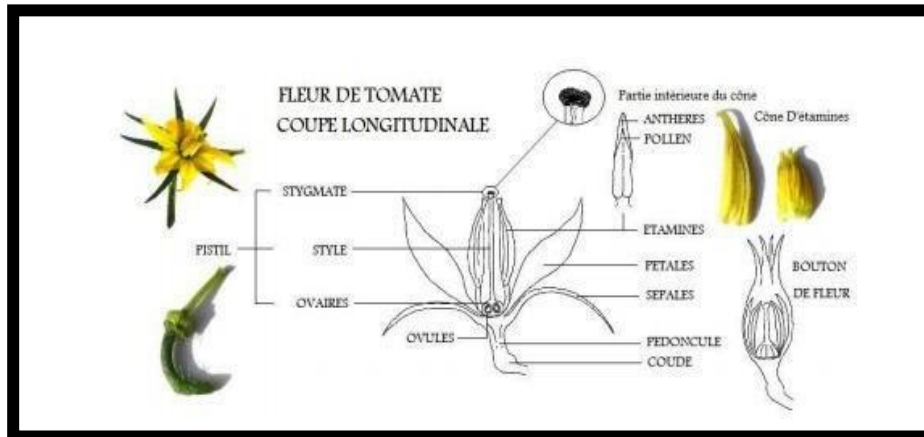


Figure 4: Coupe longitudinale d'une fleur de tomate; Tomodori.com. 24 nov. 2009

I. 3.2.2 Fruits

Baie charnue, de forme globulaire ou aplatie avec un diamètre de 2 à 15 cm. Lorsqu'il n'est pas encore mûr, le fruit est vert et poilu. La couleur des fruits mûrs varie du jaune au rouge en passant par l'orange. En général les fruits sont ronds et réguliers ou côtelés (Naika, 2005).

I. 3.2.3. Graines

Les graines sont nombreuses, réparties dans des loges remplies de gel (fig. 8). En forme de rein ou de poire, poilues, beiges, de 3 à 5 mm de long et de 2 à 4 mm de large. Elles sont recouvertes d'un mucilage, L'embryon est enroulé dans l'albumen. Le poids de mille graines est en moyenne de 3 g (Shankara, 2005 ; Naika *et al.*, 2005). Le cycle de la graine à la graine, est variable selon les variétés et les conditions de culture, il est en moyenne de 3.5 à 4 mois (7 à 8 semaines de la graine à la fleur et 7 à 9 semaines de la fleur au fruit) (Gallais et Bannerot, 1992).

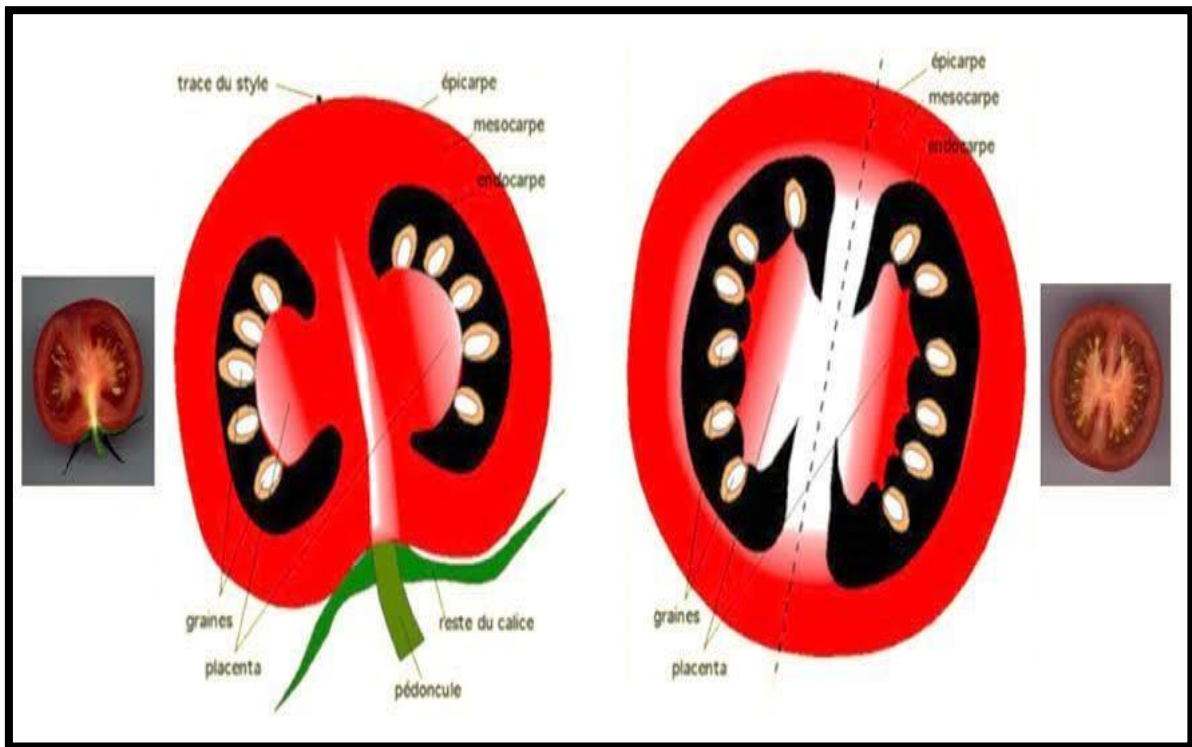


Figure 5: Section transversale et longitudinale d'un fruit de tomate (Chougar, 2011).

Chapitre II
Salinité

II. La salinité

Généralités sur la salinité

Plusieurs auteurs ont défini la salinité des sols et des eaux comme étant la présence de concentration excessive de sels solubles, ou lorsque les concentrations en (Na^+), (Ca^{++}), (Mg^{++}) sous formes de chlorures, carbonates, ou sulfates sont présentes en concentrations anormalement élevées (Asloum, 1990). Ce type de stress est essentiellement dû au NaCl en conditions naturelles (Sun et Zheng, 1994). Il caractérise les zones arides et semi arides, surtout là où l'irrigation est pratiquée (Ashraf, 1994). La salinité déclencherait un stress environnemental très significatif chez les plantes cultivées, qui constitue un obstacle majeur sur la productivité agricole

Définitions de la salinité

La salinité peut être définie comme une accumulation excessive de sels dans les sols ou dans les eaux à un seuil pouvant avoir un impact sur les activités humaines et naturelles (plantes, animaux, écosystèmes aquatiques, approvisionnement en eau, agriculture, ...) (Mint El Moukhtar, 2010).

On distingue deux types de salinité, une salinité primaire où l'augmentation de sels est uniquement due à des processus naturels et une salinité secondaire ou induite où les augmentations ont eu lieu en raison des changements des pratiques d'utilisation des terres par les activités humaines (Mint El Moukhtar, 2010).

II. 3 Origines et causes de la salinité

II. 3.1 Origine primaire

La salinisation primaire se produit naturellement là où la roche mère du sol est riche en sels solubles ou bien en présence d'une nappe phréatique proche de la surface. 80% des terres salinisées ont une origine naturelle, on qualifie alors la salinisation de « primaire ». Dans ce cas, elle est entraînée par la formation des sels pendant l'altération des roches ou par des apports naturels externes (Mashali *et al.*, 2005). Dans les régions arides et semi arides, l'évapotranspiration joue un rôle important dans la pédogenèse des sols salins ; ce processus dépend essentiellement du régime hydrique du sol et des sources de sel. Lorsque le climat est chaud et sec, entraînés par les eaux capillaires suivant le flux d'évaporation, les sels sont accumulés en surface (Omami, 2005).

II. 3.2 Origine secondaire

La salinisation secondaire se produit lorsque des quantités significatives d'eau chargée de sels sont apportées par irrigation. Elles sont due, à l'absence de drainage qui mène à l'accumulation des sels en surface et à la recharge des nappes phréatiques par une eau salée, ainsi que la déforestation qui induit la remontée des nappes phréatiques engendrant des affleurements salés dans les points bas du paysage (ex : Thaïlande) (Schwartz, 2007). De même, l'accumulation des sels portés par l'air, ou par l'eau à la surface des sols et la contamination de ces surfaces et leurs nappes phréatiques par des produits chimiques, notamment les engrais utilisés dans l'agriculture et un pâturage intense qui mène à une diminution progressive des végétaux qui se termine par une désertification, sont parmi les causes de la salinisation des sols (Omami, 2005)

Chapitre III
Notion de stress salin
et effets de la salinité sur la plante

III. Notion de stress salin et effets de la salinité sur la plante

Notion de stress salin

Le stress est l'ensemble des perturbations physiologiques ou pathologiques provoqué dans un organisme par des agents biotiques (parasites, pathogènes) ou abiotiques (salinité, sécheresse, température, pollution, etc.) (Maarouf et Raynaud, 2007).

Les plantes sont généralement soumises à des stress qui se traduisent par des changements morphologiques, physiologiques, biochimiques et moléculaires qui affectent négativement la croissance de la plante et de sa productivité (Araus *et al.*, 2002). Les stress biotiques (dus à une agression par un autre organisme) et abiotiques (principalement à des facteurs environnementaux) (Vincent, 2006).

définitions de stress salin

Le stress salin est un excès d'ions, en particulier, mais pas exclusivement, aux ions Na^+ et Cl^- (Hopkins, 2003). Le stress salin est dû à la présence de quantités importantes de sels potentiels hydriques. Il réduit fortement la disponibilité de l'eau pour les plantes, on parle alors de milieu "physiologiquement sec" (Tremblin, 2000).

Le stress salin, comme beaucoup d'autres stress abiotiques, inhibe la croissance des plantes. Les concentrations élevées de sel causent un déséquilibre des ions (Zhu, 2001 ; Rontein *et al.*, 2002). Les conséquences d'un stress salin peuvent résulter de trois types d'effets que le sel provoque chez les plantes.

Stress hydrique

La plante est soumise à un manque d'eau ou lorsqu'elle est en présence de salinité, son alimentation hydrique et sa nutrition minérale sont perturbées. De ce fait, la plante va chercher à rétablir son équilibre ionique et nutritionnel pour sa survie, en développant des stratégies spécifiques d'ordre adaptatif ou occasionnel. Ainsi, pour limiter les conséquences d'un stress osmotique, les cellules doivent mettre en place un dispositif permettant le maintien de l'absorption d'eau et la protection des structures les plus sensibles à une déshydratation fatale, c'est la stratégie de l'ajustement osmotique (Radhouane, 2013).

Stress ionique

Le stress salin limite la croissance et la production des plantes par accumulation d'ions toxiques (sodium et chlorure) dans les feuilles, ions capables d'inhiber l'activité enzymatique et le métabolisme de plantes par exemple l'activité photosynthétique (Joseph, 2009).

Stress nutritionnel

L'excès de NaCl, est susceptible de perturber la nutrition minérale des plantes en limitant l'absorption et l'accumulation d'autres éléments nutritifs. Le sodium entre en compétition avec le potassium et le calcium, et le chlorure avec le nitrate, le phosphore et le sulfate (Levigneron *et al*, 1995), et ceci soit par substitution, soit par compétition au niveau des sites d'absorption membranaire (Zid et Grignon, 1991).

De plus, l'augmentation de NaCl diminue l'absorption du potassium et du calcium et interfère avec leurs fonctions physiologiques (Yoshida, 2002). Par conséquent, la capacité de maintenir des niveaux plus élevés de K^+ et de Ca^{2+} et de faibles niveaux de Na^+ dans les tissus des différents génotypes est l'un des mécanismes clés contribuant à l'expression de la tolérance au sel. Chez le blé et l'orge, une corrélation existe entre la croissance en milieu salin, la vitesse d'absorption de K^+ et son efficacité d'utilisation (Tal, 1984).

Effets du stress salin sur la plante

Les plantes qui évitent les effets du sel. Bien qu'elles vivent dans un environnement salin. Peuvent être désignées sous le nom de halophytes facultatives plutôt que halophytes. Par exemple. Les espèces de courte durée accomplissent leur cycle de vie reproducteur pendant des périodes (telle qu'une saison de pluies) quand la concentration en sel est basse afin d'éviter le sel plutôt que de le tolérer. Par contre chez les halophytes au sens propre. Elles peuvent maintenir une concentration interne normale en sel en excréant les sels excessifs par leurs feuilles (Hopkins, 2003).

Les plantes présentes sur des surfaces sèches et salées vont se retrouver exposées à un stress hydrique important, contre lequel elles devront lutter pour survivre. Dans le cas d'un stress salin, une double problématique se pose à l'organisme végétal : d'un côté, la présence de sel, en abaissant le potentiel hydrique du sol, menace l'approvisionnement en eau de la plante et de l'autre, l'absorption de sel dans les tissus menace le bon fonctionnement physiologique des cellules. Face à ce danger, toutes les plantes ne sont pas égales. Certaines, nommées glycophytes, ne sont pas capables de supporter la présence de sel. Les halophytes, au contraire, développent des réponses physiologiques pour assurer leur approvisionnement en eau tout en préservant leur métabolisme (Calu, 2006).

Effet de la salinité sur la germination

La germination des plantes qu'elles que soient halophytes ou glycophytes est affectée par la salinité. Selon l'espèce, l'effet dépressif peut être de nature osmotique ou toxique (Ismail, 1990).

Effet 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).

Effet 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) signalent qu'une bonne germination des graines et une émergence sous le stress salin est un critère valable pour garantir l'établissement adéquate dans les sols affectés par le sel. Cependant, Ben Ahmed (1996) rapporte que la corrélation entre la tolérance au stade de germination des semences et la tolérance des plantes pendant les autres périodes de croissance n'est pas obligatoire.

Effet de la salinité sur la croissance et développement

Plusieurs recherches ont apporté une réduction de croissance de la plantes en raison de la salinité, cependant, il existe des différences dans la tolérance au stress salin entre les espèces et les cultivars (Omami, 2005 in Gaid, 2015). La croissance des plantes est contrôlée par la division et l'expansion cellulaire. Sous un stress salin la plante augmente sa pression osmotique du milieu cellulaire, ce qui empêche l'absorption de l'eau par le système racinaire (R'him *et al.*, 2013). Ceci entraîne, par conséquent une baisse du nombre de division cellulaires (Benmahioul, 2009 in Alioua *et al.*, 2016). Et aussi une réduction de la vitesse de l'expansion foliaire (Wang et Nil, 2000 in Alioua *et al.*, 2016). Le NaCl peut augmenter la croissance et le développement des plantes, mais à un certain taux, le sel peut nuire et endommager la croissance et le développement des plantes à cause du changement du potentiel osmotique, du déséquilibre ionique et de la toxicité ionique dans les cellules (Rubio *et al.*, 2008).

Effet de la salinité sur le comportement biochimique

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

stress salin induit une perturbation de la composition lipidique et protéique au niveau de la membrane cellulaire, affectant ainsi sa stabilité (Alem et Amri, 2005).

Chez diverses espèces, plus ou moins résistantes, on a observé une augmentation des sucres totaux résultant d'un blocage de la glycolyse ou du saccharose provenant d'une forte hydrolyse de l'amidon (Asloum, 1990). Selon Hadjadj (2009), l'accumulation des sucres solubles est importante dans les feuilles des plantes stressées. D'autre part, Aspinal et Pale(1981) in Aguenral (2001), signalent que la proline est l'acide aminé le plus caractérisé des plantes soumises au stress salin. L'importance de la proline comme indicateur aux agressions semble jouer un rôle dans le maintien des pressions sol- vacuole, mais aussi dans la protection des membranes et des systèmes enzymatiques. Ainsi qu'un régulateur du pH. (Alem et Ameri, 2005).

Chapitre IV
Mécanismes de tolérance au
stress salin

IV. Stratégies d'adaptation et mécanismes de tolérance au stress salin

Ajustement osmotique

L'ajustement osmotique apparaît aujourd'hui comme un mécanisme majeur d'adaptation aux stress ionique et osmotique qui s'exprime par la capacité d'un végétal à accumuler, au niveau symplasmique et de manière active des ions tels que les K^+ , Na^+ et Cl^- ou des composés organiques tels les sucres solubles (fructose, glucose, tréhalose, raffinose, fructanes) et certains amino-acides (proline, glycine bétaine, β -alaninebétaine, prolinebétaine). Parmi les acides aminés pouvant être accumulés, la proline représente l'une des manifestations les plus remarquables des stress hydriques et osmotiques. Son rôle d'osmoticum a été rapporté par de nombreux auteurs. L'accumulation de la proline, induite par les stress, peut être le résultat de trois processus complémentaires: stimulation de sa synthèse, inhibition de son oxydation et/ou altération de la biosynthèse des protéines. La proline serait synthétisée à partir de l'acide glutamique via l'acide 5 carboxylique 1 pyrroline (P5C), mais également via l'arginine et l'ornithine (Tahri *et al.*, 1998).

Exclusion des ions Na^+

L'exclusion des ions toxiques en particulier le Na^+ de la cellule par un mécanisme d'efflux, est une importante stratégie de tolérance au sel (Khan et Marshall, 1981). Les plantes exclure sont généralement sensibles à la salinité et sont incapables de contrôler le niveau de Na^+ cytoplasmique. Ces ions sont transportés vers les feuilles par le xylème sous l'effet du courant de la transpiration, puis en partie re-circulés vers les racines par le phloème. Ces espèces sensibles à la salinité, contiennent ainsi peu d'ions Na^+ dans les feuilles et un excès dans les racines. Chez les glycophytes, l'exclusion d'ions est la seule stratégie de tolérance au sel (Gorham *et al.*, 1985).

Inclusion et la compartimentation des ions Na^+

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

Un nouveau mécanisme a été découvert, la plante protège ses feuilles, donc sa capacité de photosynthèse, en réexportant le sodium vers les racines, par l'intermédiaire de la sève descendante via le phloème, de façon à rendre possible une réexcrétion dans le sol (Berthomieu *et al.*, 2003).

Chapitre V
Phytohormones

V. Phytohormones

Introduction

Les régulateurs de croissance modifient le potentiel de croissance et de rendement de la plante, ce qui facilite la conduite de la culture et permet d'assurer la qualité de récolte. Ces composés ont la capacité de stimuler ou de limiter la croissance végétative des parties aériennes et affectent la productivité des organes reproducteurs. En modifiant l'équilibre métabolique des plantes en culture et leurs processus physiologique par des effets stimulateur ou inhibiteurs (Regnault-Roger, 2014).

L'auxine

C'est la première hormone végétale identifiée que découvrirent les expériences pionnières de Charles Darwin dans les années 1880 une de leurs effet est d'induire l'allongement des cellules végétales en ramollissant la paroi cellulosique en outre les auxines gouvernent plusieurs étapes du développement de la plante (Geossrey, 1997).

Les cytokines

Sont une famille de régulateurs de croissance largement utilisée dans la micro propagation des plantes. En fait, les cytokinines sont ajoutées au milieu de culture pour favoriser la division, la différenciation et la croissance cellulaire. Elles agissent en affectant la concentration des hormones végétales endogènes, ce qui se traduit par diverses réponses morphogénétiques. Les cytokinines sont également utilisées pour surmonter la dominance apicale des plantes, favoriser le développement des bourgeons axillaires, stimuler l'induction et la multiplication des bourgeons adventifs et faciliter la germination des graines (Mazri, 2020).

Éthylène

L'Éthylène est une hormone végétale dérivé de la méthionine. Elle est bien connue pour son implication dans de nombreux processus physiologiques comme l'élongation, la floraison ou la maturation des fruits. Elle régule également les réponses des plantes aux stress abiotique et biotique (Roger *et al.*, 2014).

Les gibbérellines

Les gibbérellines sont produit à la fois par les champignons et les plantes supérieurs. Une application exogène de gibbérellines provoque un allongement prononcé de tiges intactes. Les gibbérellines sont également très impliquées dans la germination des grains et dans la mobilisation des réserves de l'albumen lors des stades précoces de la germination ainsi que dans le développement des fleurs et des fruits (Hopkins, 2003).

- **Effet de l'acide gibbérellique sur la physiologie de la plante**

Heller (1995) montre que le rôle de cette hormone est dans la synthèse des enzymes et notamment dans la production de α -amylase dans la graine. Cet effet favorise la mobilisation des réserves en produit simples solubles susceptibles de fournir l'énergie. Selon le même auteur les acides gibbérelliques (GA3) lèvent la dormance des semences et ont généralement une action stimulante sur la germination. L'acide gibbérellique(GA3) peut lever l'inhibition de la germination causée par l'acide abscissique, s'oppose également à l'induction de la dormance par des températures élevées et stimule ainsi la germination des semences dont la dormance est normalement éliminée par un traitement au froid (Eagle in Corbineau et Come, 1981).

Gomath *et al.* (2005) ont été montré que la salinité diminuée la croissance et le rendement. L'application de l'acide gibbérellique réduit cet effet. Quelques études ont montré que l'application externe de la gibbérelline en condition de salinité sur *Hibiscus sabdariffa* L. stimulant la synthèse de la catalase, réduit les effets négatifs de la salinité et améliore les condition de croissances des plantes (Parvaneh, 2015).

Acide abscissique

Hormone végétale qui agit en cas de stress hydrique de la souche entraînant une diminution de la transpiration de la plante entraînant une période turgescence inhibant sa croissance et son développement normal. (Jorge lucendo, 2020) Est produit par la plante il induit la dormance, inhibe la croissance et la germination des grains, stimule par la germination. (Roger Corbaz 1990).

- **Effet de l'ABA sur la physiologie de la plante**

On sait que l'ABA inhibe la synthèse d'enzymes (ou d'acide nucléique) spécifiques de la germination chez les embryons immatures comme chez les semences mûres. Mais dans le seul système étudié de façon vraiment approfondie qui est celui de l'induction de la biosynthèse d' α -amylase dans le grain d'orge, ce processus est considéré comme post-germinatif. L'action de l'ABA sur la germination sensu stricto est souvent associée à la phase d'élongation cellulaire. Le contrôle de l'ABA à ce niveau pourrait se faire en limitant l'absorption d'eau. Les mécanismes par lesquels l'ABA inhibe la germination sont loin d'être chez des plantes soumises à un stress hydrique ; l'ABA agit alors comme un déclencheur de diverses voies d'adaptation permettant à la plante de mieux résister au stress hydrique (Bulard, 2014).

L'ABA agit comme un déclencheur de diverses voies d'adaptation permettant à la plante de mieux résister au stress hydrique. L'action de l'ABA est la fermeture des stomates, une réponse physiologique mise en place par les végétaux supérieurs pour limiter la perte d'eau par

transpiration. Les stomates sont de petits pores à la surface des feuilles. Chaque pore est entouré par une paire de cellules oblongues et légèrement courbées (en forme de rein), appelées cellules de garde, dont les mouvements contrôlent son degré d'ouverture. L'essor de la recherche sur les rôles physiologiques joués par l'ABA au cours du développement de la plante (notamment sur l'abscission des fruits et la dormance des bourgeons) (Leung *et al.*, 2013).

Chapitre II

Matériel et méthodes

I. Objectif de l'expérimentation

Le présent travail consiste à l'étude des effets de quelques régulateurs de croissance sur les aspects physiques de la germination des graines et les paramètres de croissance au stade post germination chez la tomate cerise *Lycopersicon esculentum* var. *cesariforme* soumise à la salinité.

II. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé est la tomate cerise (*Lycopersicum esculentum cesariforme*), variété Red Cherry, variété vigoureuse à portée indéterminée, avec un calibre des fruits qui varie entre 15 et 35 cm et poids moyen de 10 à 35g, bien sucrée. La semence provient du centre de recherche agricole (Egypte).

III. Conditions d'expérimentation et conduite de l'essai

Conduite de l'essai

L'expérimentation est conduite au niveau du laboratoire de physiologie végétale de la faculté des Sciences de la nature et de la vie de l'université IBN KHALDOUN de Tiaret.

Conditions de mise en germination des graines

Les graines sont stérilisées dans une solution l'eau javel pendant 2 min. Par la suite elles sont rincées à l'eau distillée et mises à germer dans des boîtes de Pétri tapissées de papier filtre. Dans chaque boîte de Pétri sont versées : 5ml d'eau distillée (témoin), 5ml d'acide gibbérellique (GA3 à 20 μ mol/l), 5ml Sodium(Na), et 5ml d'acide abscissique (ABA à 50 μ mol/l) additionné ou non à la solution saline à 100Mm. Chaque boîte porte sur 20 graines, soit 4 répétitions pour chaque traitement. La germination est faite dans une étuve à une température de 25°C.



Figure 6 : Mise en germination des graines

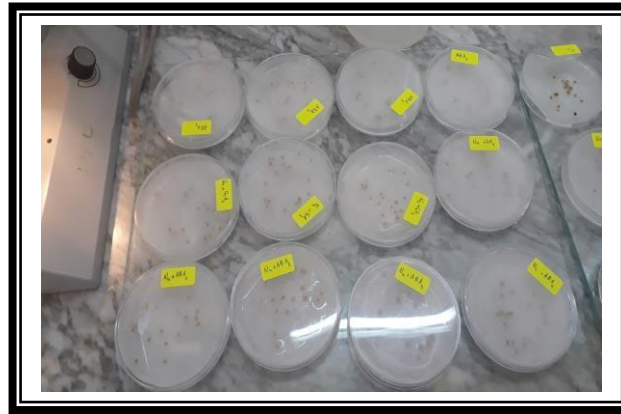
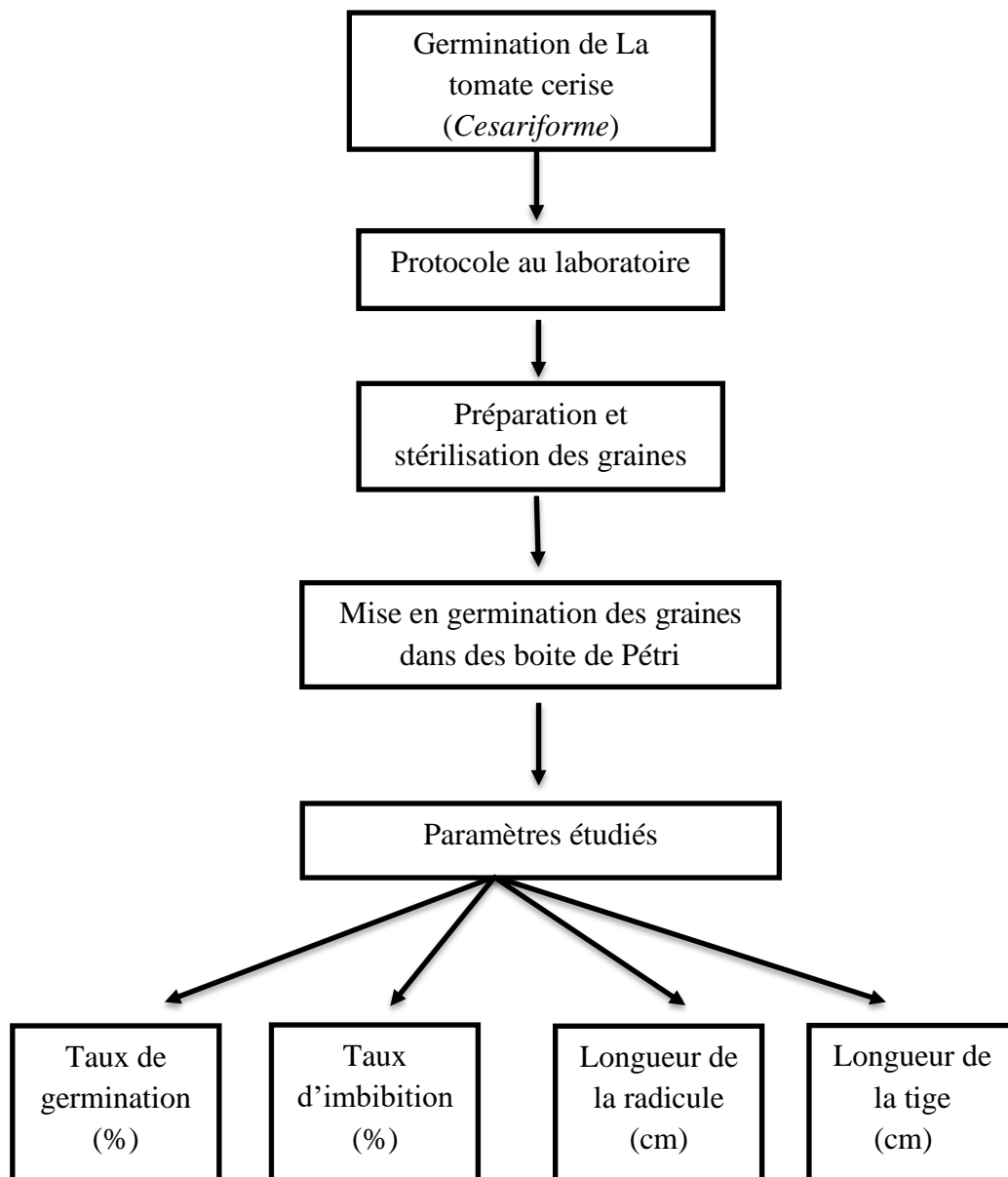


Figure 7: Dispositif expérimental

III.3. Protocole expérimental



IV. Paramètres physiques de la germination

Taux d'imbibition des graines

L'imbibition des graines en germination est évaluée par des pesées effectuées chaque 24h et ce jusqu'à 96h. La prise d'eau par les graines est estimée par la formule suivante :

$$\text{Taux d'imbibition} = \left[\frac{\text{Poids}(t) - \text{Poids}(i)}{\text{Poids}(i)} \right] \times 100.$$

Où Poids (t) représente le poids déterminé à différents temps, et Poids (i) définit le poids initial des graines mises en germination.

Taux de germination des graines

La germination est un processus dont les limites sont le début de l'hydratation de la semence et le tout début de la croissance de la radicule. Les graines sont examinées chaque jour afin de vérifier leur germination. Pour déterminer une semence germée, lorsque sa radicule a au moins 1 mm de longueur. Le taux de germination est déterminé par comptage des graines germées par rapport au nombre total des graines.

V. Paramètres de croissance

Paramètres de croissance processus qui se déroule à la fin de l'expérience (120 heures après la germination), sont retenus : la longueur des racines et la longueur de la tige.

Longueur de la radicule et la tige

La longueur de la radicule est la tige est mesurée à l'aide d'une règle graduée après 120h de la mise en germination.

VI. Analyses statistiques

Les données que comporte cette étude ont fait l'objet d'une analyse statistique (ANOVA) par SPSS Version 16.0.

Chapitre III
Résultats et discussion

I. Résultats

Effet de la salinité et régulateur de croissance sur le taux de germination

Les résultats des pourcentages de germination des différentes graines sont présentés dans le tableau 2. Les résultats montrent que la cinétique de germination varie distinctement avec les traitements. Ceci est confirmé par l'analyse de la variance, qui a révélé un effet très hautement significatif ($P < 0.01$).

Les résultats moyens (Fig.8) montrent que la germination est complètement inhibée au niveau des graines traitées à l'ABA seul ou combiné à NaCl. Néanmoins, cette allure de germination à augmenter pour le témoin et le traitement mené au GA3 ou les taux de germination enregistrent des valeurs avoisinant celle enregistrées chez les graines témoin. Il est important de noter que, l'apport exogène de GA3 chez les graines traitées à la salinité, a fortement amélioré l'effet inhibiteur du NaCl ou les graines enregistrent un taux de germination de 78% et de 91% pour 100+GA et GA seul respectivement.

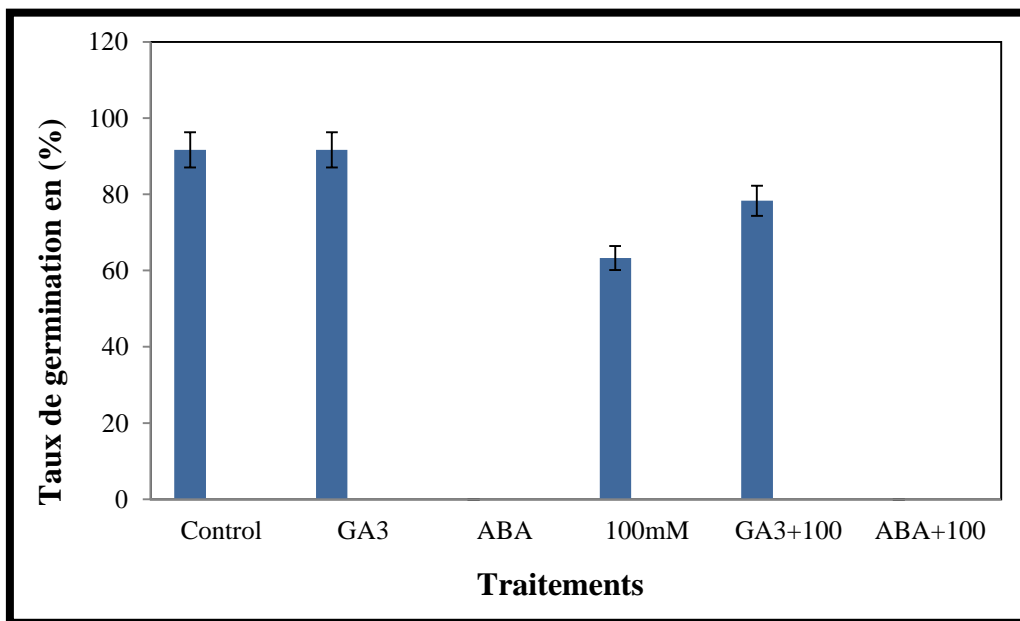


Figure 8 : Effet de la salinité et les régulateurs de croissance sur le taux de germination

Effet de la salinité et régulateur de croissance sur le taux d'imbibition

Les résultats obtenus (Fig.9) montrent que les graines en absence du sel et en présence de GA3, empruntent une évolution parallèle. Durant cette première phase le taux d'imbibition augmente fortement pour atteindre 58% et 57 % chez le traitement témoin et celui conduit au GA3, respectivement. La deuxième phase correspond à un palier où les prises d'eau augmentent lentement dans un premier temps pour se maintenir après et ce jusqu'à la fin de l'expérience. Cependant, le taux d'imbibition diminue fortement en présence de NaCl seul ou

additionné à l'ABA par rapport au témoin. En effet, la présence de l'ABA dans le traitement salin, a fortement retardé la prise d'eau par les graines, où ce taux enregistre les plus faibles valeurs atteignant 49% à la fin de l'expérimentation. L'apport de GA3 a augmenté considérablement le taux d'imbibition chez les graines traitées à la salinité. Cette augmentation atteint des taux 51%.

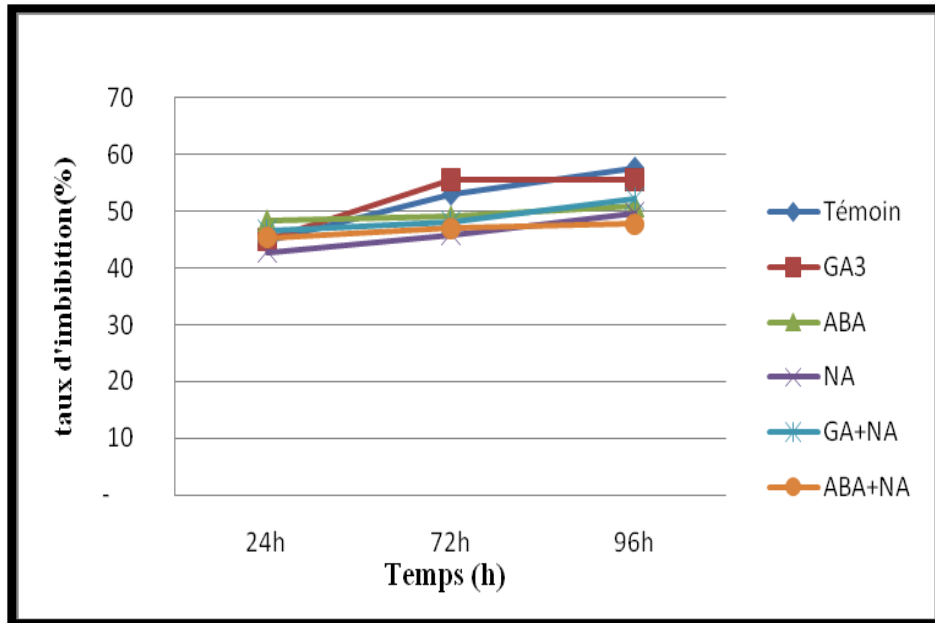


Figure 9 : Effet de la salinité et les régulateurs de croissance sur le taux d'imbibition.

Tableau 2 : Effet de la composition du milieu sur les paramètres étudiés (les valeurs représentent, le test F, la probabilité P).

Paramètres	F	P
Taux de germination	252,413	0,000
Longueur de radicule	41,722	0 ,000
Longueur de la tige	126,591	0,000

1.3. Effet de la salinité et régulateur de croissance sur la longueur de la racicule

Les variations de la nature des milieux de germination semblent, d'un effet remarquable sur la longueur de la racicule. Ceci suggère que la composition des milieux de germination a eu un effet très hautement significatif sur ce paramètre ($P < 0.01$).

La figure 10 montre que les graines traitées à l'acide gibbérellique, seul ou combinés au NaCl, sont distinguées par une longueur de racicule plus marquée (4,7 et 4,1cm chez le traitement mené au GA3 seul et additionné au sel, respectivement). Concernant l'effet de la contrainte saline sur la longueur, elle s'avère d'une influence très importante où les graines enregistrent une régression de la longueur ou la longueur s'évalue à (2cm). Ainsi l'apport de l'acide abscissique exogène semble provoquer de notables inhibitions dans le processus de formation de cette racicule. Il faut noter que, d'une manière générale, l'apport exogène de cette phytohormone en présence de sel, semble même exercer un effet dépressur sur ce paramètre. Suivant l'étude de cette influence, il s'est démontré que la régression s'est montrée par l'absence totale de la racicule.

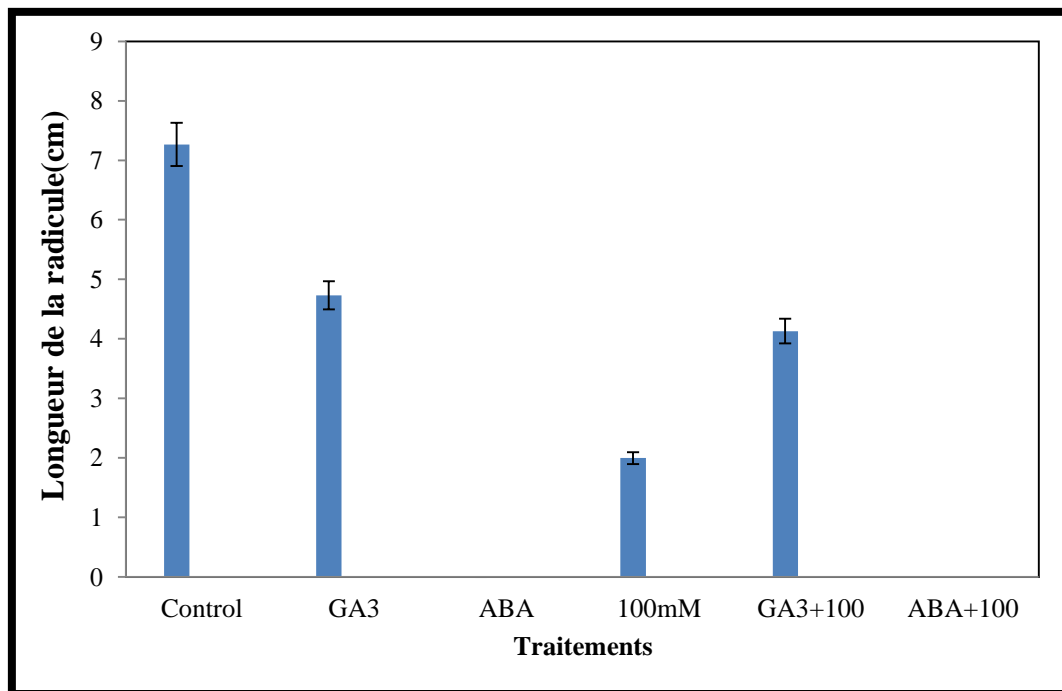


Figure 10. Effet de la salinité et les régulateurs de croissance sur la longueur de la racicule.

I.4. Effet de la salinité et régulateur de croissance sur la longueur de la tige

Les variations de la nature des milieux de germination semblent, d'un effet remarquable sur la longueur de la tige. Ceci suggère que la composition des milieux de germination a eu un effet très important sur ce paramètre ($P < 0.01$).

La figure 11 montre que, la croissance estimée par la longueur de la tige est stimulée chez les graines menées au traitement témoin, ou cette longueur enregistre la plus haute valeur 3,3 cm, Cette effet stimulateur est légèrement inférieur chez les graines traitées au GA seul. Cependant au niveau du traitement conduit à la salinité avec ou sans apport de l'ABA, on a enregistré une inhibition totale de la croissance.

Il est important de noter que bien que le niveau de salinité a péniblement affecté ce paramètre morphologique par rapport aux témoins (0cm). Seule l'application exogène de GA3 à rétablit l'effet dépresseur du sel sur la croissance où les valeurs ont augmenté d'une façon significative (1,4cm).

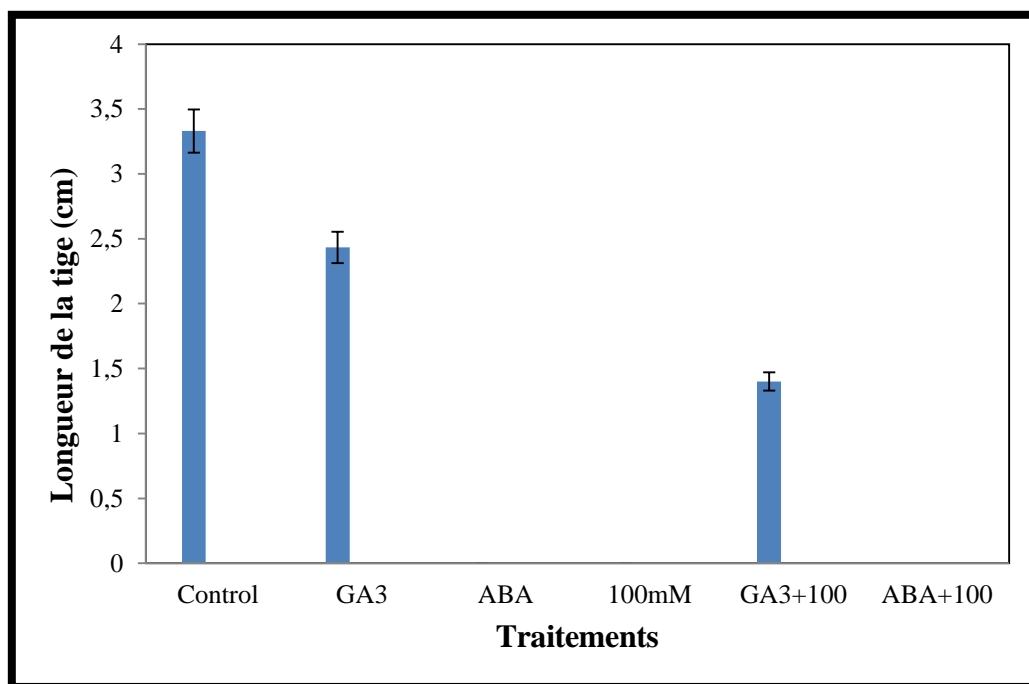


Figure 11. Effet de la salinité et les régulateurs de croissance sur la longueur de la tige.

II. Discussion

Le rôle des hormones de croissance végétale sous stress salin est essentiel dans la variation des réponses physiologiques, qui mèneront éventuellement à l'adaptation à un environnement défavorable. Néanmoins, le niveau fonctionnel d'hormones végétales et leur concentration relative dans les tissus, peuvent avoir différents impacts sur la germination des graines et la tolérance au stress salin.

Des stratégies sont utilisées pour améliorer la germination des graines sous les conditions salines. Les tentatives pour améliorer la tolérance à la salinité par des méthodes de sélection végétale laborieuses, et s'appuient sur la variabilité génétique. En outre, de nombreuses tentatives sont réalisées pour surmonter ce problème, y compris l'application exogène des phytohormones. Dans ce contexte, l'acide gibbérellique (GA3), l'acide abscissique (ABA) sous stress salin sont testés lors de cette expérience, menée sur les graines de tomate cerise en présence ou non de NaCl, au stade de germination. Les résultats ont montré qu'au bout de 92 heures de germination, l'ABA a révélé son effet inhibiteur de la germination des graines. Cet effet inhibiteur de l'ABA sur la germination des graines s'est manifesté également en présence de NaCl. Il est admis que l'ABA a une responsabilité dans l'entrée en dormance de la graine alors qu'il possède un effet inverse lors de la levée (Gavassi *et al.*, 2014). L'action l'ABA présume que le GA3 présente un effet antagoniste à l'ABA et donc permet une activité embryonnaire de la graine résultant de leur levée de dormance (Chitnis *et al.*, 2014).

D'après Gimeno-Gilles (2009), les espèces végétales déficientes en GA3 sont incapables d'accomplir cette phase de développement, ce qui explique que la germination des graines de tomate est principalement stimulée par l'action opposée des gibbérellines vis-à-vis de l'ABA. Ce phénomène est rapporté par d'autres chercheurs comme Chitnis *et al.* (2014).

La germination de la graine commence avec son imbibition dans l'eau suivie de l'activation des systèmes biochimiques, conduisant à la rupture de la couche de recouvrement et culmine avec l'émergence de la radicule (Khan *et al.*, 2009).

En conditions de stress salin (NaCl à 100 méq), les graines non traitées aux hormones ont un taux d'imbibition trop faible. En effet, Gimeno-Gilles, 2009 ont rapporté que les semences soumises à des contraintes de salinité ne peuvent pas absorber des quantités suffisantes en eau et en oxygène qui permettent la croissance de l'embryon. Ce processus est inhibé par la salinité du substrat en raison de l'imbibition inadéquate, la toxicité ionique, l'interférence avec le métabolisme, la destruction des enzymes et le déséquilibre des régulateurs de croissance (Ungar, 1995).

L'apport exogène de l'ABA semble même exercer un effet inhibiteur sur la l'absorption d'eau par les graines. Selon (Gimeno-Gilles, 2009), l'analyse de l'impact de l'ABA, un puissant inhibiteur de la germination des graines chez *Brassica napus*, montre que ni le potentiel osmotique de l'axe de la cellule de l'embryon, ni leur capacité d'absorption de l'eau sont affectés par la présence de l'ABA, mais plutôt le relâchement de la paroi cellulaire est empêché, ce qui entraîne l'inhibition de la germination.

L'addition de GA3 dans le milieu salin (100 mM de NaCl) semble stimuler la prise d'eau des graines de la tomate. Nos résultats concordent avec ceux obtenus par Gavassi *et al.* (2014), ces derniers attestent que le GA3 est impliqué dans la réponse des plantes au stress salin et de contrer les effets néfastes du stress.

Dans cette étude les paramètres de croissance retenus sont la longueur de la radicule et la longueur de la tigelle des plantules. En effet, à l'apport de l'ABA combiné ou non au sel, on remarque une absence totale de la croissance estimée par la longueur de la tigelle et de la radicule. Ce résultat est en accord avec ceux de (Gavassi *et al.*, 2014) qui montrent que, l'hormone végétale, acide abscissique (ABA), est impliquée dans le contrôle des processus de développement, telle que la dormance des graines et des bourgeons, elle supprime la croissance et favorise la sénescence.

Il est à noter que les graines traitées à la salinité on observe une croissance limitée des racicules et absence totale de l'émergence de la tigelle. De même, (Gavassi *et al.*, 2014) a montré que la longueur des racines était réduite sous stress salin.

Selon Rivero *et al.* (2014), le choc salin en tant qu'ensemble, peut réduire la capacité d'absorption d'eau de la plante et, finalement, réduire la croissance. Cette diminution de la croissance induite par la salinité chez la tomate est signalée dans d'autres travaux (Wang *et al.*, 2015). La réduction de la croissance des plantes dans des conditions salines peut être due soit à la diminution de la disponibilité d'osmoticum, ou à l'accumulation excessive des ions dans les tissus végétaux (Wang *et al.*, 2015). Ainsi, le chlorure de sodium inhibe la croissance des racines des glycophytes, qu'elles soient réputées très sensible à la salinité, moyennement sensible ou plutôt tolérantes (Wang *et al.*, 2015).

Cependant, l'apport de GA3 en condition saline, a contrarié l'effet néfaste de Na⁺ sur la croissance. Plusieurs auteurs notent que le GA3 en milieu salin améliore la croissance et donne une résistance à la salinité (Bacha *et al.*, 2015).

De même, Iqbal et Ashraf (2013) constatent que le NaCl associé à GA3 améliore la germination des graines, grâce à l'activité d'une enzyme spécifique, qui participe à la synthèse de l'ARN et des protéines. Cela peut s'expliquer aussi par le fait que le GA3 réduit l'action de

l'ABA dans les graines à travers l'activation de leurs enzymes du catabolisme ou en bloquant la voie de sa biosynthèse (Iqbal and Ashraf, 2013).

Conclusion et perspectives

Conclusion

Le présent travail s'est intéressé à l'étude des effets combinés des phytohormones et du sel sur des plantes de *Lycopersicon esculentum* var *cesariformeau* au stade germination, les résultats indiquent que la tomate se comporte comme une plante moyennement tolérante à la salinité. Outre leur bonne capacité germinative. En effet, les expériences menées ont montré que les phytohormones jouent un rôle dans la réponse des plantes à la salinité. Nos résultats ont conclu que l'apport hormonal de l'acide gibbérellique a augmenté la capacité des graines de la tomate à germer dans des conditions salines, alors que l'ABA exogène inhibe cette germination.

Les résultats obtenus dans la présente étude ont montré que l'amélioration des paramètres physiques de la germination a été observé chez les graines traitées au GA3 et ce en absence de la contrainte saline. L'apport de GA3 fortement levé l'effet de la salinité sur le taux d'imbibition. Tandis que l'apport de l'ABA semble d'un effet très marquant.

Les résultats de cette étude ont aussi souligné que l'application du GA3 a amélioré la croissance dans ces conditions. Il est à noter que l'ABA, agit négativement sur l'élaboration des paramètres étudiés lors de cette étude et notamment en conditions salines.

D'autre part, la salinité affecte les paramètres morphologiques de la racicule et de la tigelle. Cependant, une légère amélioration de la croissance de la racicule de la tomate stressée à la salinité est observée.

En perspective, il est souhaitable de s'orienter vers les recommandations suivantes :

- Utiliser ces apports hormonaux aux gibbérellines pour améliorer la germination et la croissance au stade post germination dans les zones salines,
- Poursuivre l'analyse du comportement de la tomate à tous stades de développement dans le but de réunir des informations supplémentaires pour comprendre les mécanismes d'adaptation de cette plante en conditions stressantes.
- Rechercher la variabilité génétique chez la tomate sous l'interaction hormone salinité au stade de la germination des graines.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- Abbayes H, Chadefaud M, Ferre Y., Feldmann J., Gausсен H., Grasse P., Leredde M., Ozenda P. Prevot A. 1963. Botanique Anatomie_Cyclesevolutifs_systématique. Masson et Cie.8 : 52-65.
- Abdesselam, A. 2012. Contribution à 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.
- Andry. 2010. La tomate blamey, M., & GREY_WILSON, C. 2003. La flore d'Europe occidentale. Paris : Flammarion.
- Bacha, H., Ródenas, R., López-Gómez, E., García-Legaz, M.F., Nieves-Cordonés, M., Rivero, RM., Martínez, V., Botella, M.A. and Rubio, F. 2015. High Ca²⁺ reverts the repression of highaffinity K⁺ uptake produced by Na⁺ in *Solanum lycopersicum* L. (var. microtom) plants. *Journal of Plant Physiology*. 180: 72–79.
- Benchalaal. 1983. Généralités sur la tomate, production végétale, production céréalière et fourragère. Aurès agronome. pp2-6.
- Boumendjel M. & Boutebba A. 2001. Effet des traitements thermiques sur les antioxydants de la tomate. *Synthèse (Annaba)* 11:78-85.
- Bramley P.M. 2000. Is lycopene beneficial to human health? *Phytochemistry* 54, 233–236.
- Causse M., Caranta C., Saliba-Colombani V., Moretti A., Damidaux R., Rousselle P. 2000. INRA, Station de génétique et amélioration des fruits et légumes, BP 94, 84143 Montfavet cedex, France.
- Chaux C.L et Foury .C.L. 1994. Cultures légumières et maraîchère, TOME III : légumineuses potagères, légumes fruit. TEC et Doc Lavoisier, Paris. P563.
- Chaux C.L. 1971. Livre Classification de Nic- 2de édition, version

- Chitnis, V. R., Gao, F., Yao, Z., Jordan, M. C., Park, S., and Ayele, B. T. 2014. Afterripening induced transcriptional changes of hormonal genes in wheat seeds: the cases of brassinosteroids, ethylene, cytokinin and salicylic acid. *PloS one*, 9(1), e87543.
- De Broglie L. A. et Guérault D. 2005. Tomates d'hier et d'aujourd'hui. P97.
- Debjit Bhowmik. K.P. Sampath Kumar Shraavan Paswan. Shweta Srivastava. 2012.
- FAO-Stat 2015. Agricultural production, cropprimarydatabase. Food and agricultural.
- FAO-Stat. 2009. World tomatoes, all production by country, 1990-2005, 9p, 10p
- Gallais A et Bannerot H. 1992. Amélioration des espèces végétales cultivées, objectifs et critères de sélection. INRA. Paris, 675p.
- Gavassi, M. A., Fernandes, G. C., Monteiro, C.C., Pereira Peres, L. E., Carvalho, R.F. 2014. Seed Germination in Tomato: A Focus on Interaction between Phytochromes and Gibberellins or Abscisic Acid. *American Journal of Plant Sciences*, 4, 5, 2163-2169.
- Gimeno-Gilles, C. 2009. Etude cellulaire et moléculaire de la germination chez *Medicago truncatula*. Thèse de doctorat en Biologie Cellulaire et Moléculaire Végétale. Université d'Angers (France), 174 pages
- Giovannucci E., Rimm E.B., Liu Y., Stampfer M.J., Willett W.C. 2002. A prospective study of tomato products, lycopene, and prostate cancer risk. *Journal of National Cancer Institute* 94, 391–398.
- Gonde H., Gonde R., Carre G., et Jussiaux P. 1968. Cours d'agriculture moderne, édition N°379 France pp278 et 279-980.
- Gould WA. 1991. Tomato production processing and technology, 3d CTI Publication, inc, Bltimort. P22-24.
- Gruben G.J.H. 2004. Ressources végétales de l'Afrique tropicale 2, légumes, 425p.
- Guignard L. 2000. Biochimie végétale. 274p.
- Heller, R., Esnault, R., & Lance, C. 1996. Physiologie végétale

- IAV : Institut Agronomique et Vétérinaire Hassen II. 1999. Fiche technique : Tomates sous serre. Plan National de Transfert de Technologie en Agriculture (PNTTA) N°57.04 p.
- Iqbal, M., and Ashraf, M. 2013. Alleviation of salinity-induced perturbations in ionic and hormonal concentrations in spring wheat through seed preconditioning in synthetic auxins. *Acta physiologiae plantarum*, 35(4), 1093-1112.
- ITCMI : Institut Technique des Cultures Maraîchères et Industrielles. 1995. Guide pratique : la culture de la tomate sous serre. 20 p.
- Jean P; Catrine T et Gues L. 1998. Biologie des plantes cultivées. Ed. L'Arpers, Paris, 150p.
- Khan, M.A., Shirazi, M.U., Khan, M.A., Mujtaba, S.M., Islam, E., Mumtaz, S., Shereen, A., Ansar R.U. and Ashraf. M.Y. 2009. Role of Proline, K/Na Ratio and Chlorophyll Content in Salt Tolerance of Wheat (*Triticum Aestivum* L.). *Pak. J. Bot.* 41(2): 633-638.
- 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. P30-36.
- Klipstein-Grobush, K., Launer, L.J., Geleijnse, J.M., Boeing, H., Hofmann, A., Witte-man, J.C. 2000. Serum carotenoids and atherosclerosis: the Rotterdam Study. *Atherosclerosis* 148, 49-56.
- Laumonnier R. 1979. Culture légumière et maraîchère, J.B Ballière Eds. Paris, Tome II : p276. Tome III, édition J.B Bablière, Paris, p112, 279
- Marie Nicole St-Cyr. Tomatosphère, [taxonomie-de-la-tomate.aspx](#). Mémento de l'agronome 2003.
- 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.
- PNTTA. 1999. Bulletin Mensuel D'information Et De Liaison Du Pntta .Fiche technique tomate sous serre
- Polese, J.M. 2007. La culture de la tomate. Ed. Arthémis.95p.

- Rajjou L., Gallardo K., Debeaujon I., Vandekerckhove J., Job C et Job D. 2004. The effect of alpha-amanitin on the Arabidopsis seed proteome highlights the distinct roles of stored and neosynthesized mRNAs during germination. *Plant Physiol* 134, 1598-613.
- Renaud V., 2006. Les tomates qui ont du goût, Eugen Ulmer, Paris. Rice-Evans C., Miller N. Paganga G. 1997. "Antioxidant properties of phenolic compounds." *Trends in Plant Science* 2(4): 152-159.
- Rey Y., & Costes C. 1965. La physiologie de la tomate, étude bibliographique. INRA. 111p.
- Riso P., Visioli F., Erba D., Testolin G., Porrini M., 2004. Lycopene and vitamin C, concentrations increase in plasma and lymphocytes after tomato intake. Effects on cellular antioxidant protection. *European Journal of Clinical Nutrition* 58, 1350–1358.
- Rivero, R.M. Teresa C. M., Mittler, R. Francisco Rubio, F. Garcia-Sanchez, F. and Martinez, V. 2014. The combined effect of salinity and heat reveals a specific physiological, biochemical and molecular response in tomato plants *Plant, Cell and Environment* 37, 1059– 1073.
- Scherson RA., Vidal R, Sanderson MJ. 2008. Phylogeny Biogeography and rates of diversification of new world *Astragalus* (leguminosae) with an emphasis on South American radiations *Am J Bot* 95 :1030 – 1039.
- Shankara, Naika., Joep, Van., Lidt, de Jeude., Marja, de Goffau., Martin, Hilmi., Barbara, Van Dam. 2005. La culture de la tomate production, transformation et commercialisation; 6 ; 9 ; 18 ; 19 ; 20p.
- Soltner D. 2007- Les bases de la production végétale tome III, la plante. Ed. Collection sciences et technique agricole Paris, 304p.
- Tan, C.S., Zhang, T.Q., Reynolds, W.D., Warner, J., et Drury, C.F. 2004. Farm-scale processing tomato production using surface and subsurface drip irrigation and fertigation. *Ontario Processing Vegetable Growers 61st Annual Report*. OPVG, London Ontario.
- Ungar, I.A. 1996. Effect of Salinity on Seed Germination, Growth, and Ion Accumulation of *Atriplex patula* (Chenopodiaceae), *American Journal of Botany* 83(5): 604-607.

- Wang, F., Xu, Y. G., Wang, S., Shi, W., Liu, R., Feng, G., and Song, J. 2015. Salinity affects production and salt tolerance of dimorphic seeds of *Suaeda salsa*. *Plant Physiology and Biochemistry*, 95, 41-48.
- Willcox, J.K., Catignani, G.L., Lazarus, S. 2003. Tomatoes and cardiovascular health. *Critical Review in Food Science and Nutrition* 43, 1–18.
- Yamagushi M . 1983 .World vegetables, principles production and nutritive values, Ellis horwoodlimited , westport. P156.

Résumé

La salinité est l'une des principales contraintes environnementales limitant la production agricole, en effet son action néfaste peut se manifester à tous les stades de développement de la plante notamment la germination. De ce fait, l'apport exogène de certaines phytohormones pourrait améliorer la germination des graines lorsqu'elles sont soumises au stress salin.

Cette étude a pour objectif d'évaluer l'action de l'acide gibbérellique (GA3) et de l'acide abscissique (ABA) sur le processus de la germination des graines de tomate cerise (*Lycopersicon esculentum* var *cesariforme*.) soumises à une contrainte saline. Dans ce cadre, les graines sont mises à germer dans des solutions de NaCl à 100 mM, avec ou sans traitement hormonal. Les résultats montrent que les paramètres physiques de la germination sont fortement inhibés suite à l'application du NaCl seul additionné à l'ABA. Néanmoins l'application de GA3 a fortement stimuler la germination et la prise d'eau des graines de la tomate. Il est à noter que la croissance de la radicule et de la tigelle semble affectée par l'apport de l'ABA avec ou sans sel, alors que l'apport du GA3 a atténué l'altération de la croissance en conditions de salinité. Le traitement à l'acide gibbérellique peut donc être envisagé dans l'amélioration de la germination des graines de tomate.

Mots clés : (*Lycopersicon esculentum* var *cesariforme*.), germination, salinité, phytohormones, croissance.

Abstract

Salinity is one of the main environmental constraints limiting agricultural production, indeed its harmful action can occur at all stages of plant development, including germination. As a result, the exogenous supply of certain phytohormones could improve the germination of seeds when they are subjected to salt stress. The objective of this study was to evaluate the action of gibberellic acid (GA3) and abscisic acid (ABA) on the germination process of seeds of cherry tomato (*Lycopersicon esculentum* var *cesariforme*.) Under stress. saline. In this context, the seeds are germinated in 100 mM NaCl solutions, with or without hormonal treatment. The results show that the physical parameters of germination are strongly inhibited following the application of NaCl alone added to ABA. However, the application of GA3 strongly stimulates the germination and water uptake of tomato seeds. It should be noted that the growth of the radicle and the stalk appears to be affected by the intake of ABA with or without salt, while the addition of GA3 attenuated the impairment of growth under salinity conditions. Gibberellic acid treatment can therefore be considered in improving the germination of tomato seeds.

Key words: (*Lycopersicon esculentum* var *cesariforme*.), Germination, salinity, phytohormones, growth.

تعتبر الملوحة من أهم المخاوف البيئية التي تحد من الإنتاج الزراعي ، بل إن تأثيرها الضار يمكن أن يحدث في جميع مراحل تطور الزببات ، بما في ذلك الزببات. نتيجة لذلك ، يمكن أن يؤدي الإمداد الخارجي لبعض الهرمونات الزببانية إلى تحسّن إنبات البذور عن دمّا تتعرض لضغط الملح.

الهدف من هذه الدراسة هو تقييم تأثير حمض الجبريلينك (GA3) وحمض الألبسيسيك (ABA) على عملية إنبات بذور الطماطم الكرزية (*Lycopersicon esculentum* var *cesariforme*). تحت الضغط ، محلول ملحي. في هذا السياق ، نبتت البذور في 100 ملي موالر من محلول كلوريد الصوديوم ، مع أو بدون علاج هرموني. أظهرت النتائج أن المعالجات الفيزيائية للإنبات يتم تثبيطها بشدة بعد إضافة كلوريد الصوديوم وحده إلى ABA. ومع ذلك ، فإن تطبيق GA3 يحفز بؤة إنبات وامتصاص الماء لبذور الطماطم. وتجدر الإشارة إلى أن نمو البذور والساق يبدو أنه يتأثر بتناول ABA مع أو بدون ملح ، في حين أن إضافة GA3 خفف من ضعف النمو في ظل ظروف الملوحة. لذلك يمكن اعتبار معالجة حمض الجبريلينك في تحسّن إنبات بذور الطماطم. الكلمات المفتاحية: (*Lycopersicon esculentum* var *cesariforme*) ، الإنبات ، الملوحة ، الهرمونات الزببانية ، النمو.