

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Ibn Khaldoun de Tiaret
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences de la Nature et de la Vie



Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Master académique

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Biologie

Spécialité : Génétique moléculaire et Amélioration des plantes

Thème :

**L'effet de la salinité en présence de la mycorhization
et de l'extrait aqueux de *chenopodium album* L sur le
comportement Biochimique de l'aubergine
(*solanum melongena* L).**

Présenté par :

- ADDA AOUALI
- ABDELLAH HADJIRA
- BEKHAOULA DALILA

Membres de jury :

Président : M.ADDA A.
Promoteur : M. CHOUHIM KADA MED AMINE
Examinatrice : M^{elle} SOUALEM S.

Année universitaire : 2018 - 2019

Remerciements

Nous tenons à remercier « ALLAH » en premier Qui nous a donné la force, Qui nous a éclairé le chemin du savoir et Qui nous a donné le courage, la volonté et la patience d'achever ce modeste travail,

Et notre grand salut sur le Premier Educateur notre prophète Mohamed satisfaction et salut de Dieu sur Lui.

Mes plus sincères remerciements s'adressent tout d'abord à Mr. ADDA A. professeur à l'Université de TIARET et responsable de la spécialité génétique moléculaire et Amélioration des plantes, et ce pour la confiance qu'il m'a accordé, pour son soutien, ses critiques constructives, et ses conseils qui m'ont permis d'évaluer dans ma démarche dans m'avoir la recherche scientifique, auquel j'exprime mes sincères reconnaissances et lui voue mon profond respect.

Nos remerciements s'adressent à notre cher encadreur M. CHOUHIM K., pour ses conseils, son aide précieuse, Son soutien et son enthousiasme tout au long de l'élaboration de ce travail.

Nos remerciements s'adressent également aux membres de jury Mr. ADDA A et M^{elle} SOUALLEM S d'avoir accepté de juger la qualité de notre travail.

Nous voudrions également exprimer toute nos reconnaissances à l'équipe du Laboratoire de science alimentaire Mr.A. Haouari , Mr. Mecroussi A , Mr. Bachir et Mr Benflima - Institut de Science de nature et de vie- Université Ibn Khaldoun de Tiaret qui nous a donné une main forte afin de pouvoir terminer notre phase expérimentale.

Merci à tous



Dédicace

J'adresse en premier lieu ma reconnaissance à « ALLAH » le tout puissant, de m'avoir permis d'en arriver là, car sans lui rien n'est possible et qui m'a donné la chance de vivre et la volonté de réaliser ce mémoire de fin d'étude.

A mes chers parents, Benyagoube et Haloma , qui ont veillé jour et nuit qui m'ont donné l'amour, la gentillesse, le respect Q'ALLAH bénisse leur existence et leur accorde santé, longue vie et bonheur.

A mon petite cher sœur Anissa .

A mes chers frères Ahmed et Mahammed Amine.

A toute la famille ADDA et ROUANE .

A mon trinôme « Hadjira et Dalila » .

A tous mes amis

A tous mes enseignants

A tous mes collègues de la promotion d'amélioration des plantes.

A toutes les promotions de 2019.

Aouali

Dédicace

J'adresse en premier lieu ma reconnaissance à « ALLAH » le tout puissant, de m'avoir permis d'en arriver là, et la volonté de réaliser ce mémoire de fin d'étude.

Je dédie ce travail à:

Mes très chers parents sans votre affection, vos conseils, vos sacrifices, vos encouragements, vos prières et vos efforts que vous avez déployés durant toute ma vie, ce travail n'aurait jamais pu être réalisé. Je vous présente ma pleine gratitude et mon profond respect, j'espère que Dieu vous donne la longue vie et la bonne santé, je vous aime énormément.

Mes chères frères : Yousef, Ali et Omar.

Hadjira

Dédicace

Je dédie ce travail

A mon très cher père qui est à l'origine de ce qui je suis.

*A mes chers parents, Tayeb et Fatima, vous êtes les plus importants dans ma vie. Je prie
ALLAH de vous préserver de tous les maux de terre. Le deux ont donné tant de peines et
de sacrifices pour mon instruire.*

A ma petite sœur Ikram .

A mes chers frères Nasir et Morad .

A toute la famille Bekhaoula et Mestour .

A mon trinôme Aouali et Hadjira .

A tous mes enseignants

*Leur générosité et leur soutien m'oblige de leurs témoigner mon profond respect et ma
loyale considération*

A tous mes amis

Dalila

Table des matières

Table des matières

LISTE DES ABREVIATIONS

LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

Sommaire

INTRODUCTION GENERALE.....	1
CHAPITRE 1 : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIE	
1.LA SALINITE	3
1.1. La Salinite.....	3
1.2. Salinisation	3
1.3. Origine et causes sur la salinité	4
1.3.1.Origine primaire.....	4
1.3.2. Origine secondaire	4
1.4. Effet de la salinité de plante	4
1. 4.1. Effet sur la photosynthèse	5
1. 4.2. Effet sur les proteines.....	5
1.5. Effet sur mycètes mycorhiziennes	5
1.6. Mécanismes d'adaptation des plantes à la salinité.....	5
a. L'exclusion	6
b. L'inclusion	6
c. La régulation de la croissance	6
d. L'ajustement osmotique	6
2. LES MYCORHIZES	8
2.1. Généralités	8
2.2. Types des mycorhizes.....	9
2.2.1. Ectomycorhizes	10
2.2.2. Ectendomycorhizes.....	10
2.2.3 Endomycorhizes	10
2.2.3.1.Les mycorhizes à pélon tons	11
2.2.3.2. les mycorhizes à arbuscules	11
a . Le type "Arum "	11
b. Le type « Paris »	12
2.3. Mode de reproduction des endomycorhizes	13
2.4. Résistance aux stress abiotique.....	13
3. L'AUBERGINE (<i>Solanum melongena</i> L)	15
3.1. Généralité.....	15
3.2. Origine	16
3.3. Place dans la systématique	17
3.4. Description botanique de la famille.....	17
3.4.1. Les feuilles	17

3.4.2. Les fleurs.....	17
3.4.3. Les fruits	18
3.4.4. Le système racinaire	18
3.5. Les ravageurs et les maladies.....	18
3.5.1. Ravageurs	18
3.5.2. Maladies	18
3.6. Croissance et développement	19
3.7. Diversité de la variabilité de l'aubergine.....	19
3.8. La qualité nutritionnelle	19
3.9. Propriétés pharmacologique	20
4. LE CHENOPODIUM ALBUM L	21
4.1. Généralité	22
4.2. Noms vernaculaires	22
4.3. Classification et l'embranchement de <i>Chenopodium album L</i>	22
4.4. La description	23
4.5. La composition biochimique	23
4.6. Les usages	24
Chapitre 3 : Matériel et méthodes	25
1. L'objectif de l'étude.....	25
2. Condition de la réalisation de l'essai	25
2.a. Localisation de l'essai.....	25
2.b. Matériel biologique utilisée	25
2.c. Matériel fongique.....	26
3. Préparation de semis des grains.....	26
3.a. La pré-germination	26
3.b. Le repiquage	27
3.c. La transplantation	27
4. Préparation des différents solution d'irrigation.....	28
4.a. Préparation des solutions salines	28
4.b. Préparation de l'extrait aqueux	28
4.c. Préparation de extrait aqueux + NaCl.....	29
5. L'application d'un stress salin	29
6. Préparation de l'inoculum mycorhizien	29
7. Dispositif expérimental	29
8. Les paramètres Biochimiques.....	30
8.a. Teneur en proline	31
8.b. Teneur de sucre soluble	32
8.c. Teneur de chlorophylle	33
Chapitre 4 : Analyse des résultats	
1-Teneur en sucres solubles	34
2-Teneur en proline	36
3-Teneur en Chlorophylle a.....	39
4-Teneur en Chlorophylle b.....	42
5-Teneur en Chlorophylle totale.....	45

Chapitre 5 : Discussions et Conclusion
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES
RESUME

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Racines non mycorhizées qui ont des poils absorbants (racine d'épicea Stérile).	09
.....	09
Figure 2: Les racines mycorhizées (racines d'épicea mycorhizées par un Hébélome).....	09
Figure 3: Représentation schématique des différents types des mycorhizes.	09
Figure 4: Ectomycorhize. A : coupe transversale. B : morphotype d'ectomycorhizes	10
Figure 5: Une mature Arum type arbuscule de Glomus mosseae dans une cellule corticale d'Alliumporrum (poireau)	12
Figure 6:Aspect d'un peloton arbusculaire (ac) dans le mycorhize MA de type «Paris».	12
Figure 7 : Mycélium intracellulaire se propageant entre deux cellules corticales et tonnant arbuscules intercalaires.	12
Figure 8:Les modes de reproduction chez les endomycorhizes(Gavériaux, 2012).....	13
Figure 9: Plante de l'aubergine (Solanum melongena L.).....	15
Figure10:Centres de la diversification d'aubergine et les zones de culture les plus important..	16
Figure 11: Serre en plastique semi-contrôlée	25
Figure12: Grains d'aubergine par la société CLAUSE	25
Figure 13: Echantillon de chenopodium album L	25
Figure 14: La germination des grains d'aubergine	26
Figure 15: Le repiquage des petites plantules dans les gobelets	26
Figure 16: Transplantation des petites plantules d'aubergine	27
Figure 17: La dispositif expérimental des plantes d'aubergine (classic et galine).....	31
Figure 18 : teneur en sucres solubles des feuilles de la variété classic de l'aubergine Solanum melongena L.	35
Figure 19 : Teneur en sucres solubles des feuilles de la variété galine de l'aubergine Solanum melongena L.	36
Figure 20 : teneur en proline des feuilles de la variété classic de l'aubergine Solanum melongena L.	32
Figure 21 : teneur en proline des feuilles de la variété galine de l'aubergine Solanum melongena L.	39
Figure 22 : teneur en Chlorophylle a des feuilles de la variété classic de l'aubergine Solanum melongena L. soumises aux traitements salins au NaCl en présence de l'extrait aqueux du Chenopodium album L et de l'inoculum mycorhizien.	41

Figure 23 : teneur en Chlorophylle a des feuilles de la variété galine de l'aubergine Solanum melongena L.	2
Figure 24 : teneur en Chlorophylle b des feuilles de la variété classic de l'aubergine Solanum melongena L.	44
Figure 25 : teneur en Chlorophylle b des feuilles de la variété galine de l'aubergine Solanum melongena L.	45
Figure 26 : teneur en Chlorophylle total des feuilles de la variété classic de l'aubergine Solanum melongena L.	47
Figure 27 : teneur en Chlorophylle total des feuilles de la variété galine de l'aubergine Solanum melongena L.	48

Liste des tableaux

Tableau 1: Composition chimique de l'aubergine pour 100g de produit cru	21
Tableau 2 : Composition chimique de la solution nutritive a été achetée retenue pour l'irrigation des plantes.	
Tableau 3 : Analyse de variance ANOVA de la teneur en sucres solubles des feuilles de deux génotype de l'aubergine (Solanum melongena L.).....	34
Tableau 4 : Analyse de variance ANOVA de la teneur en proline des feuilles de deux génotype de l'aubergine (Solanum melongena L.)	37
Tableau 5 : Analyse de variance ANOVA de la teneur en Chlorophylle a des feuilles de deux génotype de l'aubergine (Solanum melongena L.).....	40
Tableau 6: Analyse de variance ANOVA de la teneur en Chlorophylle b des feuilles de deux génotype de l'aubergine (Solanum melongena L.).....	43
Tableau 7 : Analyse de variance ANOVA de la teneur en Chlorophylle totale des feuilles de deux génotype de l'aubergine (Solanum melongena L.).....	46

Liste des abréviations

CE	Conductivité Electriques
CMA	Champignon Mycorhizien à Arbuscule
Ddl	Degré de liberté
FAO	Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture
Fig	Figure
H ₂ O ₂	Eau oxygénée
HS	Hautement significatif.
K	Potassium
Mmol	Mili mole
meq	Mili équivalent
Mg	Milligramme
Na	Sodium
NaCl.	Chlorure de sodium
NS	Non significatif.
r.	Coefficient de Corrélation de Pearson
ROS	Espèces réactives de l'oxygène
Sig	Significative
Tab	Tableau

Introduction

INTRODUCTION :

La salinité est considérée comme le principal facteur abiotique qui limite la productivité végétale et le rendement agricole au monde (Rozema et Flower, 2008 ; Abd latef, 2010), dont la superficie affectée est de l'ordre de 340 millions d'hectares, soit 23% des terres cultivées (Guerrouj et *al*, 2015). En Algérie presque 3.2millions d'hectares de la surface sont salins (Ben dob et Khouildat, 2016).

Les plantes répondent aux contraintes de l'environnement par de nombreux changements, révèlent le caractère multifactoriel des mécanismes de tolérance et d'adaptation aux stress abiotiques en développant des mécanismes de défense (Denden *et al.*, 2005). En effet, selon le degré de stress dans le milieu, les plantes sont exposées à des modifications de leur comportement morpho-physiologique, anatomique et biochimique (Nasir- Khan, 2010). L'identification et la compréhension des mécanismes de tolérance des plantes à la salinité présentent l'amélioration variétale des plantes sensibles. Cependant, le mode de tolérance à la salinité des espèces végétales, dépend de l'espèce, de la variété, de la concentration en sel et du stade végétative (Ben Naceur et *al.*, 2005).

Parmi les espèces cultivées en Algérie, l'aubergine (*solanum melongena L*) appartenant à la famille des solanacées, connue pour ses fruits utilisés comme légumes (kashyap et *al.*, 2003; george, 2009), originaire d'Inde (Frary et al., 2007; Daunay, 2008).

Les principaux producteurs de l'aubergine étant la chine avec 29.5 millions de tonnes, ensuite l'Inde avec 13.5 millions de tonnes. La production mondiale serait autour de 50.19 millions de tonnes (FAO, 2014).

L'aubergine offre une qualité nutritionnelle appréciable du fait qu'il est très riche en antioxydants (Noda et *al.* 2000; Hanson et *al.*, 2006). Elle est cultivée dans des pays à climat sec et chaud où les sols salés couvrent de grandes surfaces, ce qui pose le problème de son adaptation à la salinité pour son extension dans les surfaces cultivées. Il a été démontré que la croissance des aubergines est sensible ou modérément sensible à la salinité, selon les variétés ou les cultivars et les conditions environnementales. (Abd el-azeem, Elwan, sung, et Sik ok, 2012).

Cependant, une multitude d'interactions est observée entre les plantes et les microorganismes du sol. Parmi les interactions symbiotiques, hautement bénéfiques pour les plantes, les plus connues sont les symbioses mycorhiziennes (Sanchez et *al.* , 2010), en particulier la symbiose mycorhizienne à arbuscules, qui concerne plus de 80% des plantes terrestres et la quasi-totalité des plantes cultivées, permet à la fois une meilleure croissance et une meilleure résistance des plantes à de nombreux stress biotiques (Dalpé, 2005;

INTRODUCTION

Gianinazzi *et al.*, 2010; Pozo *et al.*, 2013) et abiotiques (Gianinazzi, 1982 ; Smith et Read, 2008 ; Debiane *et al.*, 2008; 2009; Campagnac *et al.*, 2010; Miransari *et al.*, 2010).

Les extraits des plantes sont des biostimulants qui contiennent un grand nombre de composés bioactifs. Ces composés sont capables d'améliorer divers processus physiologiques qui stimulent la croissance des plantes et le développement et augmentent l'efficacité de l'utilisation des nutriments, en réduisant engrais sans effets néfastes sur les rendements et leurs qualités (Bulgari *et al.*, 2015).

En outre, les biostimulants favorisent la croissance et le développement des plantes tout au long du cycle de vie de la culture, du stade de la graine aux plantes matures, en améliorant l'efficacité métabolique, en augmentant le rendement et la qualité de la culture et en facilitant l'assimilation, la translocation et l'utilisation des éléments nutritifs, augmentant ainsi la tolérance des plantes. Récupération du stress abiotique. (Dong *et al.* 2008; Cheng *et al.* 2011; Han *et al.* 2013), et peut atténuer les problèmes liés à la culture continue en aubergines (Wang *et al.* 2015).

Dans ce contexte, le présent travail propose une étude de l'effet de la salinité en présence de l'extrait aqueux du *Chenopodium album* L sur le comportement biochimique de l'aubergine mycorhizée.

CHAPITRE 1

Synthèse Bibliographique

Salinité

1.1. La salinité

La salinité de sol est un stress abiotique, qui affecte fortement la production végétale dans différentes régions par l'accumulation des ions toxiques de Na⁺ et de Cl⁻ (ZHU, 2001 ; RAO *et al.*, 2002 ; JOSEFA *et al.*, 2013 ; DADACH *et al.*, 2015). Elle a été reconnue comme un problème depuis des milliers d'années, particulièrement dans les régions arides et semi arides où il n'y a pas suffisamment de pluie pour lessiver les sels au-delà de la zone racinaire (LUGAN, 2008). Plus de 40 % des surfaces sur terre sont caractérisées par la présence d'un problème potentiel de salinité (ZAHARAN, 1997). Les régions du bassin méditerranéen sont fortement touchées par ce fléau (MEZNI *et al.*, 2002).

1.2. Salinisation

D'après FAO (2006), la salinisation est un processus d'enrichissement d'un sol en sels solubles qui aboutit à la formation d'un sol salin. Le terme processus intègre la notion d'évolution dans le temps, c'est pourquoi il est impossible de caractériser un processus en dehors du système intégral de production-environnement biophysique en général, et les pratiques hydro-agricoles qui interagissent avec l'évolution des sols (MARLET *et al.*, 2004). Les sols salins sont caractérisés par un niveau toxique des chlorures et sulfates de sodium, leur conductivité électrique est supérieure à 4 DS/m (SHIROKOVA *et al.*, 2000).

Elle est fréquente dans les écosystèmes arides et semi-aride (Belkhoja, 2009), et résulte de la forte évaporation d'eau à partir du sol et d'une irrégularité et souvent mal contrôlée et une insuffisance de pluviométrie, rajoutant aux sols une contrainte de salinisation dite secondaire (LAZREK, 2008). Chaque année, les surfaces perdues à cause de la salinité des sols varient autour de 20 million d'hectare dans le monde. Ainsi ces surfaces sont passés 48 millions à 265 millions d'hectare de terres agricoles touchées par la salinité et aujourd'hui, les surfaces agricoles affectées dans le monde seraient de 340 millions d'hectare soit 23% des terres cultivées dans le monde (TANJI, 2002 ; BELFAKIH *et al.*, 2013).

1.3. Origines et causes de la salinité

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

1.3.1. Origine primaire

Près de 80 % des terres salinisées ont une origine naturelle, on qualifie alors la salinisation de «primaire». Dans ce cas, celle-ci est due à la formation des sels pendant l'altération des roches ou à des apports naturels externes :

*Dans les régions côtières, intrusion de l'eau salée ou submersion des terres basses.

*Inondation périodique par de l'eau de mauvaise qualité.

*Remontée d'une nappe phréatique salée près de la zone racinaire (Mermoud, 2006).

1.3.2. Origine secondaire

Près de 20% des terres salinisées ont une origine humaine ou anthropique et sont qualifiées de «secondaires». L'irrigation est la principale cause anthropique de la salinisation des sols (Anonyme, 2006). Dans environ la moitié des situations, le développement de l'irrigation s'est accompagné de l'apparition de processus de salinisation, ou alcalinisation des sols d'importance variable. Si les situations apparaissent très diverses en raison des caractéristiques du milieu naturel, des pratiques agricoles ou de la gestion de l'eau, ces dégradations ne sont pas inéluctables et apparaissent pour l'essentiel comme la résultante de mode de gestion inappropriée des ressources en sol et en eau. L'irrigation altère le bilan hydrique du sol en générant un apport d'eau supplémentaire ; cet apport est toujours associé à un apport de sels. En effet, même une eau douce de la meilleure qualité contient des sels dissous et, si la quantité de sels apportée par cette eau peut sembler négligeable, les quantités d'eau apportées au fil du temps entraînent un dépôt cumulé de sels dans les sols qui peut s'avérer considérable (Marlet, 2005).

1.4. Effet de la salinité sur la plante

Les symptômes peuvent inclure une croissance racinaire restreinte, un brûlage marginal ou en bout de feuille/brunissement, une floraison inhibée, une vigueur réduite et une diminution du rendement des cultures (SONON *et al.*, 2015).

1.4.1. Effet sur la photosynthèse

L'effet à long terme s'exprime après plusieurs jours de l'exposition au sel et la diminution de l'assimilation du carbone est due à l'accumulation du sel dans les feuilles en développement (Munn et Termatt, 1986 in Parida et Das, 2005), et qu'elle ne diminue pas mais plutôt stimulée par de petites concentrations de sel (Kurban et al., 1999 in Parida et Das, 2005). La diminution de la vitesse photosynthétique est due à plusieurs facteurs : (1) la déshydratation des membranes cellulaires ce qui réduit leur perméabilité au CO₂, (2) la toxicité du sel, (3) la réduction de l'approvisionnement en CO₂ à cause de la fermeture hydroactive des stomates, (4) la sénescence accrue induite par la salinité et (5) le changement dans l'activité des enzymes causée par le changement dans la structure cytoplasmique. (Iyengar et Reddy, 1996 in Parida et Das, 2005).

1.4.2- Effet sur les protéines

La production des protéines de stress chez les plantes fait partie de la stratégie moléculaire de la tolérance au stress salin, pouvant avoir un rôle de protection et de nettoyage, tels que les protéines LEA (Late-Embryogenesis-Abundant) qui assurent la protection de l'ensemble vitales des protéines cellulaires dans le stress hydrique (ALEM ET AMRI, 2005) en réponse à la production des molécules qui peuvent détruire les cellules durant le stress comme le peroxyde déshydrogénase (H₂O₂) (ZHU,2001).

1.4.3. Effet sur les mycètes mycorhiziennes

La salinité au NaCl diminue la capacité de colonisation, la germination de spores, et la croissance de l'hyphe mycètes mycorhiziennes à arbuscules. Le taux de germination des spores des mycorhizes à arbuscules peut également dépendre du type de sel. Les différents sels NaNO₃ et Na₂SO₄ avec des potentiels osmotiques semblables donnent des effets différentiels sur la germination des spores (Porcel et al, 2012).

1.5. Mécanismes d'adaptation des plantes à la salinité

La plante s'adapte par le déploiement de stratégies impliquant des mécanismes cellulaires de réponse visant à contourner et limiter les effets du sel, mais elle ne résiste pas au sens propre du terme, car les enzymes sont toujours sensibles et affectées par le NaCl. Il n'existe pas actuellement d'enzymes sensibles au NaCl ; le sodium est toujours capable de

remplacer le potassium qui agit comme cofacteur au niveau de site de fixation spécifique chez plus de 80 enzymes, et c'est ainsi que l'activité enzymatique n'est plus naturellement catalysée par le potassium mais au contraire inhibée (MOHSEN et *al.*, 2011).

Plusieurs stratégies sont développées par la plante afin de pallier aux contraintes salines et ces stratégies sont :

a- L'exclusion

D'après Berthomieu et *al.*, (2003), la plante empêche le sel de remonter jusqu'au 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 de ramification de la racine. D'autres mécanismes limitent le passage de sel des racines vers les feuilles.

b- L'inclusion

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 stocker dans les vacuoles grâce à des systèmes de pompes moléculaires. Le sel est ainsi isolé des constituants cellulaires vitaux (Berthomieu et *al.*, 2003).

c- La régulation de la croissance

L'effet le plus commun des stress abiotiques sur la physiologie des plantes est ainsi la réduction de la croissance (zhu, 2001). La réduction de la croissance est une capacité adaptative nécessaire à la survie d'une plante exposée à un stress abiotique (zhu, 2001).

d- L'ajustement osmotique

L'ajustement osmotique joue un rôle primordial dans la résistance ou la tolérance de la plante à un stress. La plante devra synthétiser des solutés organiques pour ajuster son potentiel hydrique (BELFAKHIH et *al.*, 2013). L'augmentation des concentrations vacuolaires de sodium induit la nécessité et le besoin d'élever la pression osmotique des autres compartiments cellulaires afin de maintenir leur volume. Quoique la synthèse et

l'accumulation de composés solubles compatibles contribue au maintien de la croissance cellulaire en condition de stress ionique, les plantes ont développé d'autres moyens non moins efficaces tels que l'ajustement ionique afin de réduire et d'équilibrer la concentration d'ions dans le but d'ajuster la pression osmotique au niveau du cytoplasme (MOHSEN *et al.*, 2011 ; KAPOOR *et al.*, 2013).

La tolérance à la salinité, dans le cas d'un abaissement du potentiel hydrique, s'exprime par un maintien de la turgescence (GARGEL *et al.*, 2002) grâce au phénomène d'ajustement osmotique qui apparaît aujourd'hui comme un mécanisme majeur d'adaptation aux stress ionique et osmotique et s'exprime par la capacité d'un végétal à accumuler, au niveau symplasmique et de manière active, des ions tels que les K^+ (PARIDA *et al.*, 2005 ; NAVARRO et ROBIO, 2006), des composés organiques tels que les sucres solubles et certains amino-acides comme la proline (MORANT-MANCEAU *et al.*, 2004).

Parmi ces composés s'accumulant à des moindres degrés lors du stress salin, on trouve les acides aminés comme la proline et la glycine bêtaïne (Hasegawa *et al.*, 2004)

Mycorhize

2.1. Généralités

Dans la nature, la majorité des végétaux terrestres vit en symbiose avec des champignons, cette étroite relation entre les plantes supérieures et ces micro-organismes s'élabore au niveau de racines. Les organes résultants de cette association sont appelés mycorhizes (Goltapeh *et al.*, 2008).

Les champignons mycorhiziens sont des éléments essentiels dans les systèmes agricoles, parce que ces organismes peuvent favoriser la croissance des plantes, la capacité de reproduction des plantes, augmenter la disponibilité des éléments nutritifs en particulier le phosphore. Cette colonisation peut également améliorer la résistance de la plante aux stress biotiques et abiotique (Goltapeh *et al.*, 2008 ; Mallik et Williams 2008 ; Nadeem *et al.*, 2014).

Selon le mode de mobilisation du carbone organique, on classe les champignons en trois groupes (Egli et Brunner, 2002): les champignons symbiotiques (ils vivent en symbiose avec des plantes vivantes, ce sont les champignons mycorhiziens ou les champignons lichéniques), les champignons saprophytes (ils décomposent la matière organique) et les champignons parasites (ils vivent au dépens d'organismes vivants).

Il est actuellement admis que la symbiose mycorhizienne est une association obligatoire et à bénéfice réciproque entre une racine de plante et un champignon filamenteux ; l'ensemble constitue une autre forme de symbiose végétale. D'origine gréco-latine, le mot mycorhize signifie champignon-racine (*μukes*= champignon, *rhiza*= racine) (ANDRE *et al.*, 2004). Les avantages pour les deux partenaires devant outrepasser les coûts de fonctionnement. Ceci est vrai pour la majorité des plantes terrestres et pour la totalité des plantes ligneuses, dont en particulier les arbres forestiers (Béreau *et al.*, 2003).

La plante fournit au champignon des composés carbonés produit par la photosynthèse et, en retour, le champignon approvisionne la plante en éléments minéraux et en eau provenant du substrat (HODGE *et al.*, 2010 ; HOPKINS, 2003 ; ANDRE *et al.*, 2004 ; SMITH et READ, 2008).



Fig .1. Racines non mycorhizées qui ont des poils absorbants (racine d’*épicéa* stérile)

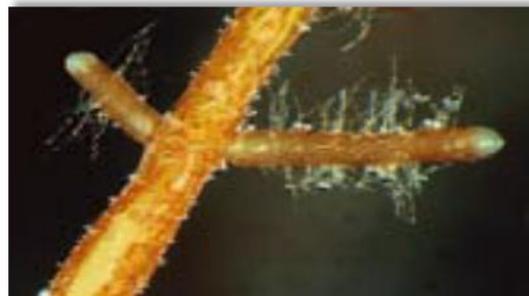


Fig .2.Les racines mycorhizées (racines d’*épicéa* mycorhizées par un *Hébélome*) sont entourées d’un manteau fongique à partir duquel les hyphes se répandent dans le sol.

(Source : Egli et Brunner, 2002).

2.2. Les types de mycorhizes

Tête symbiose prend différentes formes, appelées ectomycorhizes, endomycorhizes ou ectendomycorhizes, selon les caractères anatomiques de l’association (Peyronel et al, 1969), qui dépendent en fait directement des partenaires impliqués (Figure 2). La classification des mycorhizes est basée donc sur le type de champignon associé, selon que celui-ci est asepté, c’est à-dire zygomycète de l’ordre des *Glomales*, ou septé, comme les ascomycètes ou basidiomycètes (Smith et Read, 1997).

On distingue trois groupes principaux d’associations (figure 3) ;

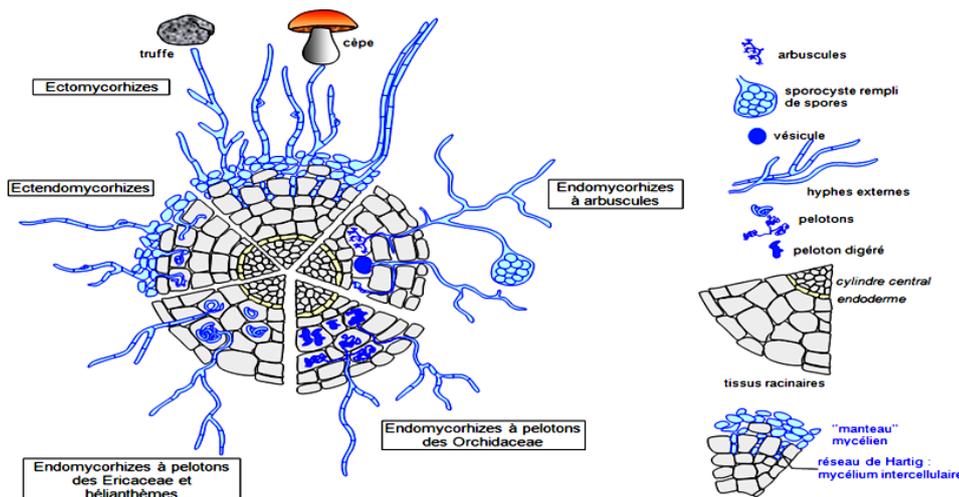


Fig.3.Représentation schématique des différents types des mycorhizes.

(Le Tacon, 1985 ; Belleville et al., 2015).

2.2.1. Les ectomycorhizes (ECM)

Du grec *ectos*, extérieur, les ectomycorhizes sont une association fréquente entre les arbres des régions tempérées (fagacées, bétulacées, pinacées) et les Basidiomycètes ou les Ascomycètes. Environ 5% des trachéophytes ont des ectomycorhizes (MAYER *et al.*,2008). Chez les ectomycorhizes, le mycélium ne se développe pas dans les cellules hôte, mais plutôt à l'extérieure des cellules. Les hyphes en s'accolant les unes aux autres forment un manchon autour des racelles et pénètrent aussi dans la racine, mais en se confiant aux espaces intercellulaires. Les réseaux ainsi formés, porte le nom de Hartig. Le mycélium formé n'est plus cénocytique mais plutôt formé d'hyphe cloisonnée (FORTIN *et al.*,2008).



Fig.4. Ectomycorhize. A : coupe transversale. B : morphotype d'ectomycorhizes (Duponnoiset *al.*, 2013).

2.2.2. Les ectendomycorhizes

Les ectendomycorhizes sont seulement formés avec les genres de Pinacée. Ces mycètes sont les plus susceptibles d'être l'étape imparfaite des ascomycètes (Giri *et al.*, 2005).

2.2.3. Les endomycorhizes (CMA)

Les associations mycorhiziennes varient largement dans leur structure et les fonctions, mais l'interaction la plus commune est l'association mycorhiziens à arbuscules (MA). On estime que plus de 80% de toutes les plantes terrestres, y compris plus agricole, horticole, peuvent établir cette association mutualiste (Goltapeh *et al.*,2008 ; Fusconi et Berta 2012 ; Chen *et al.*,2014 ; Nadeem *et al.*,2014). Dans ce type de mycorhizes, le mycélium colonise les cellules corticales.

Deux groupes sont distingués ; les mycorhizes à arbuscules et les mycorhizes à pelotons d'hyphes cloisonnés (Dexheimer, 1997).

2.2.3.1. Les mycorhizes à pelotons

Dans ce type d'endomycorhizes, le champignon pénètre dans les cellules de la racine mais ne forme que très rarement un réseau intercellulaire. L'infection se propage directement d'une cellule à l'autre. Lorsqu'un hyphes pénètre dans une cellule du cortex racinaire, elle s'enroule sur elle-même pour former un peloton comme dans certaines cellules des mycorhizes vasculaire arbusculaire. Au sein de ce groupe, on distingue les mycorhizes des Ericacées ou éricoïdes et les mycorhizes des orchidées (Dexheimer, 1997).

2.2.3.2. Les mycorhizes à arbuscules

Dans ce type le plus répandu notamment chez les plantes herbacées et beaucoup d'espèces ligneuses (Dexheimer, 1997 ; Giri et al., 2005). Le mycélium se ramifie et se développe dans le parenchyme cortical des racines et forme des arbuscules, des vésicules et des pelotons au sein des cellules. Le plasmalemme de la cellule hôte invagine et enferme les arbuscules (Giri et al., 2005 ; Fusconi et Berta 2012).

Les mycorhizes arbusculaires (MA) sont réparti en deux classes morphologiques majeures, le type *Arum* et le type *Paris*.

a. Le type «Arum »

Les Arbuscules de type *Arum* sont généralement relativement courte durée et leur développement, la maturation et l'effondrement a été étudiée à la fois la lumière et les électrons des niveaux de microscope dans de nombreuses combinaisons plante-champignon, de sorte qu'il est possible de généraliser à propos des changements qui se produisent dans les cellules des deux symbiotes des études détaillées du développement arbuscule et la dégénérescence de plusieurs espèces de plantes ont été faites, en utilisant des techniques morphométriques (Smith et Read, 2010).

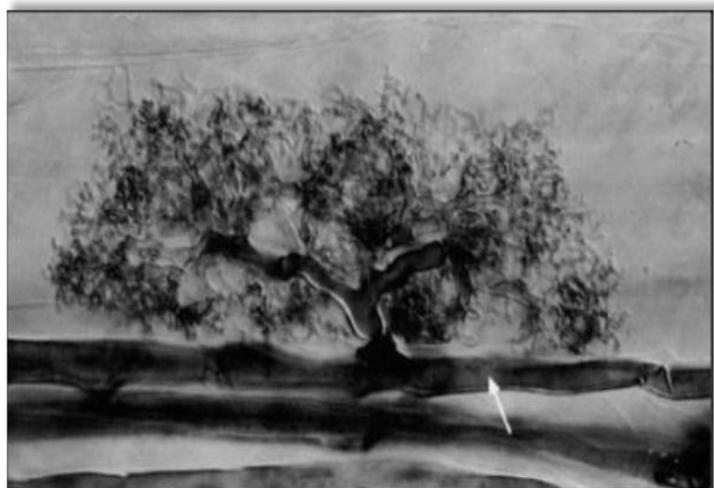


Fig.5. : Une mature *Arum* type arbuscule de *Glomus mosseae* dans une cellule corticale d'*Allium porrum* (poireau) (Mohammadi *et al.*, 2011).

b. Le type « Paris »

Ce type de MA est dominant chez les ligneux (Yamato et Iwazaki, 2002), il est caractérisé par la présence de pelotons intracellulaires (figure 6), et des pelotons arbusculaires (Cavagnaro *et al.*, 2001), des vésicules intracellulaires (Muthukumar et Prakash, 2009), et par l'absence de mycélium intercellulaire (Wubet *et al.*, 2003).

Le champignon se propage directement d'une cellule à une autre à l'intérieur du cortex racinaire et forme plusieurs pelotons, à partir desquels, les arbuscules sont sous forme de structures intercalaires (**figure 7**) (Muthukumar et Prakash, 2009).7

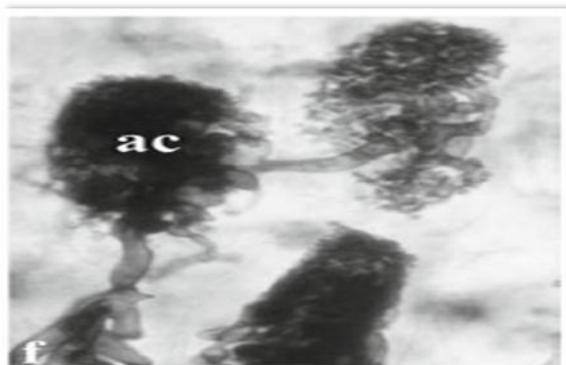


Fig .6. Aspect d'un peloton arbusculaire (ac) dans le mycorrhize MA de type «Paris».

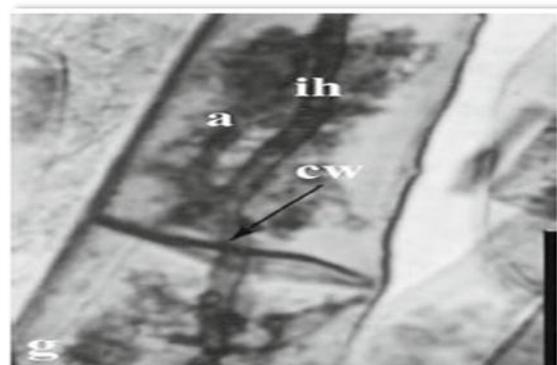


Fig.7. Mycélium intracellulaire se propageant entre deux cellules corticales et donnant des arbuscules intercalaires. a : Arbuscule ; ih : hyphe intracellulaire ; cw : paroi cellulaire.

2.3. Mode de reproduction des endomycorhizes

Ces champignons sont dépourvus de reproduction sexuée et qu'ils forment des spores asexuées (mitospores) selon un processus de multiplication végétative. Les microspores se forment lorsque l'association symbiotique commence à passer en phase de sénescence ou lorsque le champignon commence à réutiliser les nutriments préalablement stockés dans les racines. Cette élaboration peut se faire à partir des hyphes de la racine ou des hyphes du sol. Certaines hyphes mycéliennes coenocytiques, appelées hyphes sporogènes, forment des renflements qui contiennent du cytoplasme, de nombreux noyaux, des réserves, principalement sous forme de lipides; ces renflements s'entourent ensuite d'une paroi plus au moins épaisse et pluristratifiée (mitosporanges), ce qui permet l'individualisation des spores (Gavériaux, 2012).

Chaque spore est entourée d'une paroi qui provient de l'hyphes sporogènes avec laquelle elle reste parfois en continuité. Pendant la croissance de la spore, la paroi différencie plusieurs couches. Lorsque la croissance de la spore est terminée, toutes les couches sont formées, mais peuvent encore subir des transformations qui affectent la couleur, la rigidité. La morphologie des spores a été le premier critère retenu pour l'identification des diverses espèces (appelées parfois morpho-espèces) ; on utilisait la taille, la couleur, l'ornementation, les modalités de groupement dans les sporomes, mais surtout la structure de la paroi (Gavériaux, 2012).

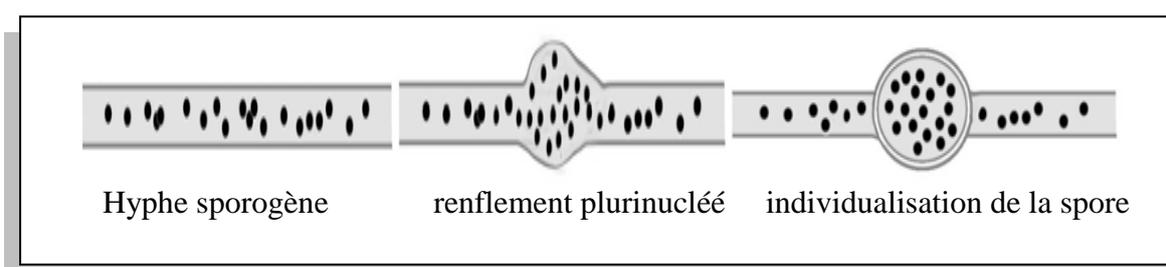


Fig.8. Les modes de reproduction chez les endomycorhizes (Gavériaux, 2012)

2.4. Résistance aux stress abiotiques

Une meilleure croissance des plantes mycorhizées a été observée dans des conditions de sécheresse, de salinité (Garg et Chandel 2010 ; Talaat et Shawky, 2014 ; Abd-Alla et *al.*, 2014) et sur des milieux pollués par les éléments traces

métalliques, les radioéléments, les fongicides et les polluants organiques persistant suggérant un effet protecteur de la mycorhization contre les stress abiotiques (Javaid, 2001).

La tolérance des plantes mycorhizées à différents stress biotiques serait attribuée à un ensemble de processus physiologique dont, une meilleure nutrition minéraliste hydrique conduisant à un meilleur développement de la plante. Le mycélium pouvant explorer un volume de sol beaucoup plus important, peut ainsi aider au maintien de l'équilibre hydrique et minéral de la plante (Labidi, 2012).

D'autre part, il a été démontré que la colonisation mycorhizienne améliore la croissance des plantes sous l'effet de la sécheresse par exemple, indirectement affectant le taux de rétention d'eau le sol grâce à l'effet de la glomaline (Talaat et Shawky, 2014).

Il a également été rapporté que la protection des plantes par la mycorhization contre le stress salin résulterait d'une augmentation et/ou d'une meilleure sélection dans le prélèvement des nutriments, de l'accumulation de composés osmorégulateurs, d'une importante conductance stomatique, d'une augmentation de l'activité photosynthétique ou encore d'une limitation de la déshydratation des feuilles (Nadeem *et al.*, 2014).

La colonisation mycorhizienne induit également l'augmentation de la conductivité hydraulique de la plante hôte et une meilleure régulation des niveaux de l'acide abscissique et par conséquent un meilleur taux de transpiration. L'accumulation de K^+ par les plantes mycorhizées aide, également, au maintien d'un ratio K/Na élevé, prévenant ainsi la perturbation de nombreux processus enzymatiques et l'inhibition de la synthèse protéique en condition de stress salin (Krishnamoorthy *et al.*, 2014).

De plus, une accumulation plus élevée de proline (molécules d'ajustement osmotique), de bêtaïne et de glucides solubles a été décrite chez les plantes mycorhizées. Ces molécules sont connues pour protéger les structures subcellulaires, pour maintenir les activités enzymatiques et limiter les dommages oxydatifs induits par les radicaux libres en conditions de stress (Avio *et al.*, 2013).

Aubergine

3.1. Généralité

L'aubergine représentée par la **figure 9** est originaire de l'Asie du sud, son nom indien **Brinjal** a été progressivement altéré d'une langue latine à l'autre : **beringela** (portugais), **berengena** (espagnol), **merinjano** (provençal), **melanzana** (italien), **alberginya** (catalan), **aubergine** (français) et **baadanjaan** (arabe) (Messiaen, 2009).

Solanum melongena L. un membre de *Solanaceae* est généralement cultivé comme légume-fruit dans les régions subtropicales et tropicales du monde. Il est communément connu sous le nom d'aubergine, de courge d'orbrinjal (en particulier dans le sous-continent indien) (Daunay, 2008). L'aubergine est principalement cultivée en Chine, en Inde, en Egypte, en Iran et en Turquie, etc. En 2018, 1,87 million d'hectares étaient cultivés dans le monde pour une production totale de 51,28 millions de tonnes, dont 62% et 24% de la production mondiale étaient respectivement couverts par la Chine et l'Inde (FAO, 2016).

Parmi les angiospermes, la famille des *Solanaceae* est l'une des plus importantes pour l'alimentation humaine. Cette famille représente le troisième taxon d'importance économique de par la diversité des espèces cultivées. La famille comprend une centaine de genres et de l'ordre de 2500 espèces (Olmstead et al., 2008), dont une moitié appartient au genre *Solanum* (Weese et Bohs, 2007).

L'aubergine (*Solanum melongena*), légume populaire consommé quotidiennement dans le monde entier, est riche en fibres alimentaires et en minéraux, pauvre en calories et en protéines, et contient des vitamines telles que B6, C et du folate (USDA ARS, 2018). L'Institut national du diabète et des maladies digestives et rénales recommande de réduire l'apport calorique et le poids corporel pour prévenir le diabète de type 2, et l'American Diabetes Association a montré que l'aubergine est un légume riche en fibres et sans féculents (NIDDKK, 2016, ADA, 2011). , ADA, 2015).



Fig.9 : Plante de l'aubergine (*Solanum melongena* L.)

3.2. Origine et historique

L'aubergine a deux centres d'origine. L'Inde et l'Indochine sont le centre de diversification primaire et la Chine est probablement le centre de diversification secondaire (**figure 10**) (Nonnecke, 1988 ; Naujeer, 2009). L'aubergine se connaît en Inde depuis le III^e siècle avant J.-C. et elle a été cultivée pour plus de 1500 ans en Asie. L'Inde est la source des cultivars à gros fruits (exploités maintenant partout dans le monde), tandis que la culture des cultivars à petits fruits a débuté en IV^e siècle en Chine et en 9^e siècle en Afrique. De son centre d'origine et de domestication indochinoise, l'aubergine a été transportée à l'Afrique du Nord et la péninsule Ibérique par les Arabes avant le Xe siècle. « melongena » était un nom arabe donné à l'un des cultivars des aubergines (Naujeer, 2009). Les Arabes ont ensuite transporté l'aubergine de la Perse et peut-être de la péninsule arabique à la Méditerranée. Des manuscrits de cuisine arabe du moyen âge comprennent beaucoup de recettes. L'aubergine a été traitée avec suspicion au premier mais bientôt il est devenu un légume favorable. La Sicile a été l'une des premiers endroits en Europe où l'aubergine était cultivée après avoir été introduit par les paysans arabes. Elle a été cultivée en Espagne en Xe siècle (Clifford, 2001).

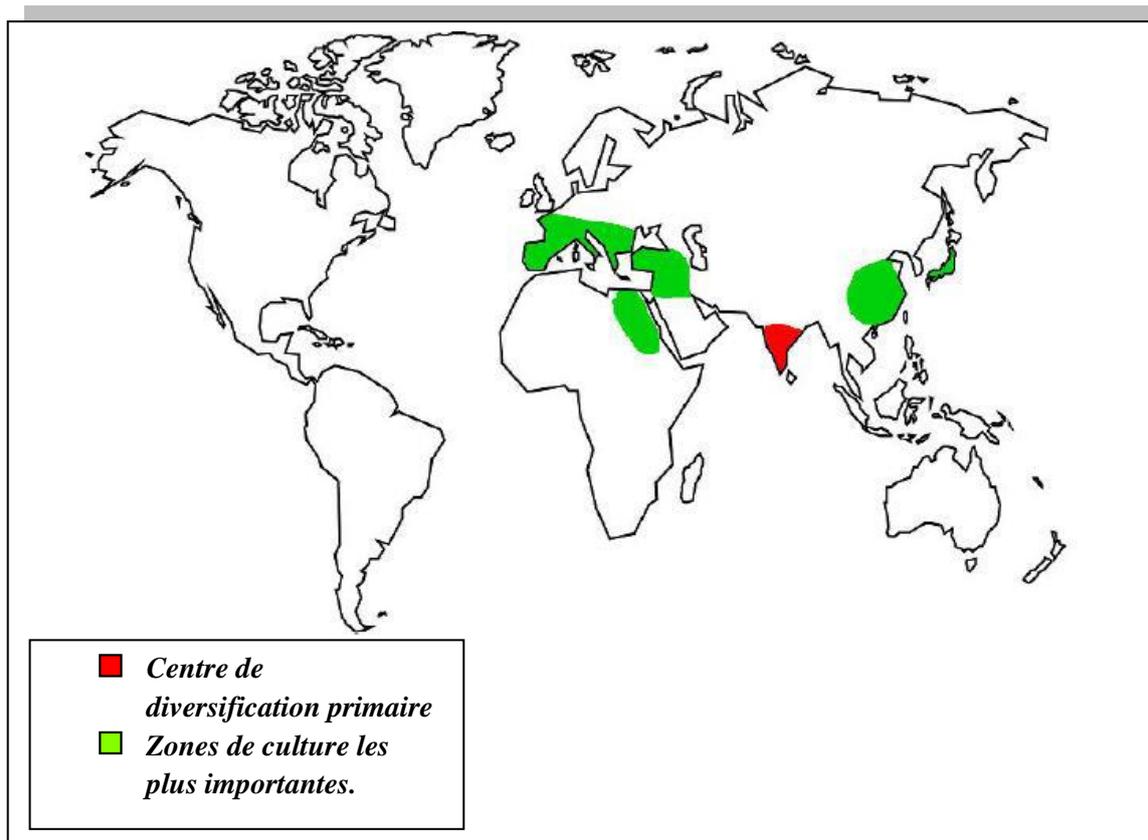


Fig 10 : Centres de la diversification d'aubergine et les zones de culture les plus importantes.

3.3. Place dans la systématique

D'après La classification de Cronquist (1988), nous avons la systématique suivante :

RègnePlantae
 Sous-règne :Tracheobionta
 EmbranchementMagnoliophyt
 Classe :Magnoliopsida
 Sous-classe :Asteridae
 Ordre :Solanales
 Famille :Solanaceae
 Genre :Solanum
 Espèce :Solanum melongena L.

3.4. Description botaniques de la famille

L'aubergine (*Solanum melongena* L.) est une plante bisannuelle et parfois annuelle (Jeshajahu, 2018), ramifiée, ou sous arbrisseau pérenne, et de courte longévité. Elle peut atteindre 1-1,50 m de hauteur et renferme une longue racine pivotante, tige et rameaux à pubescence de poile étoilés à 8-10 bras (Bossler, 2000).

3.4.1. Les feuilles

Les feuilles sont grandes, simples, lobées avec une position alternative sur les tiges. Leur pétiole est de 6-10 cm de long. Le limbe est sous forme ovale à oblong, aigu à obtus au sommet et tronqué à obtus ou oblique à la base **520×4-15 cm**, à pubescence dense sur la face inférieure formée d'un indument de poile étoilé, grisâtre ou gris violète (Chen et al., 2000 ; Grubben et al., 2004).

3.4.2. Les fleurs

Les fleurs sont grandes, de couleur violette ou blanche, souvent solitaires, mais elles sont trouvées en grappes de deux ou plus. Calice campanulé, à tube long de 5 mm, profondément 5-lobé, les lobes longs de 1-1.5 cm, accrescent, tomenteux à l'extérieur et portant quelques aiguillons souples, corolle rotacée-pentagonale, de 2-4 cm de diamètre, bleu ou blanche, à tomenteux pourpre ou violet pâle sur la face externe, formé de poils étoilés: lobes triangulaires-ovales. Les tiges, les feuilles et le calice de certains cultivars sont épineux. N. C. (Chen., H. M ; Li J. Bossler (2000) ; G.J.H. Grubben, O.A. Denton (2004).

3.4.3. Le fruit

Est un pendentif, en baie charnue de forme variable, subglobuleuse à ovoïde. Il est oblongue et fait généralement 2-35 cm de long (parfois plus longue) et de 220cm de large (Chen et al., 2000).

3.4.4. Le système racinaire

La racine de l'aubergine est de type pivotant ou fasciculé avec quelque racine adventive dans le cas du repiquage. Cependant, l'ensemble du système racinaire est

relativement peu profond (50 cm) mais suffisamment puissant pour explorer un grand volume de terre. (Errard, 2003).

Les solanacées cultivées présentent une importante diversité qui porte sur les espèces, mais aussi sur les origines géographiques, les modes de production, les organes utiles et les modes de consommation (Marchoux et al, 2008)

3.5. Les ravageurs et les maladies

L'aubergine est considérée l'une des cultures préférées par certain attaques des ravageurs et maladies cryptogamiques.

3.5.1. Ravageurs

➤ Acariens (*Tetranychus urtica* et *Tetranychus cinnabarius*).Moyen de lutte : utilisation possible du prédateur auxiliaire *Pytoseiulus persimilis* ; application des insecticides commerciales autorisées.

➤ Aleurodes (*trialeurodes vaporariorum* et *Bemisia tabaci*).Moyen de lutte : utilisation possible des prédateurs auxiliaires *Encarsia formosa*, *Eretmocerus* et *Macrolophus caliginosus* et l'application des insecticides commerciales autorisées (Yves, 2006).

3.5.2. Maladies

➤ Mildiou (*phytophthora infestant*) grand taches irrégulières sur feuilles.

Moyen de lutte : application des fongicides certifiés.

➤ Pourriture grise (*botrytis cinerea*) causée par humidité élevée notamment celle de la pourriture des fruits à partir des pièces florales.

Moyen de lutte : application des fongicides certifiés (Yves, 2006).

3.6. Croissance et développement

Dans les climats tempérés, l'aubergine est cultivée comme plante annuelle ; dans les climats tropicaux, c'est une plante vivace à vie courte (atteignant 2 ans en culture commerciale, davantage dans les jardins familiaux). La hauteur des plantes peut dépasser 2m en condition tropicale (GRUBBEN et al, 2004).

La croissance de l'aubergine est monopodiale au début puis sympodiale ce qui lui confère un port buissonnant. La croissance et la floraison sont continues et compte tenu de la compétition entre croissance végétative et fructification l'aubergine produit par vagues. Le fruit est toujours récolté immature, à ce stade l'épiderme est lisse et brillant. Plus le fruit est épais, plus il est ferme (Hortipratic CTIFL, 2003)

3.7. Diversité de la variabilité de l'aubergine

L'aubergine est une espèce présentant une grande variabilité dans ces caractères morphologique (la couleur et la forme des fruits, l'habitat de croissance, et la vigueur de plant etc...), les attributs physiologique (précocité de la floraison, l'absorption de l'eau, et la transpiration, etc. (Chen et Li, 2000). Il existe une multitude de variétés, dont la taille va du petit pois au melon. Bien que l'aubergine d'un beau pourpre foncé soit la plus courante dans les marchés occidentaux, on en cultive aussi de couleur blanche, verte, jaune et orange (Pitrat et al, 2003).

Les variétés d'aubergines à pelure pourpre foncé, causée par une forte concentration d'anthocyanes, sont plus attrayantes pour les consommateurs que les variétés plus pâles (Beecher, 2006).

3.8. La qualité nutritionnelle

L'aubergine (*Solanum melongena* L.) est une culture commercialement importante cultivée et consommée dans de nombreux pays (Cericola et al, 2014). Sur le plan nutritionnel, l'aubergine se caractérise par un apport énergétique réduit lié à sa richesse en eau et sa teneur faible en éléments énergétiques. Il est riche en fibres protopectines essentiellement, pectines et cellulose avec une bonne teneur en éléments minéraux à savoir: le potassium, magnésium, zinc et manganèse. L'aubergine recèle un apport considérable en vitamines. La présence d'acides organiques et de tanins galliques, provoque d'une certaine astringence et du brunissement de la pulpe à l'air (Patricia, 2003).

3.9. Propriétés pharmacologiques

Les études ont prouvé que les extraits d'aubergine suppriment le développement de la tumeur dans le sang et empêchent l'inflammation qui peut mener

à l'athérosclérose (Nisha, 2009). La nasunine, une anthocyanine isolée des peaux des fruits des aubergines violettes pourpres, est un composé phénolique impliqué dans l'inhibition de la génération du radical hydroxyle et le piégeage des radicaux super oxydes (Todaro, 2009). Elle a un effet efficace in vitro contre la peroxydation lipidique (Noda, 2000).

Elles sont communes en Indonésie contiennent des anthocyanes comme antioxydants ainsi qu'un inhibiteur de l' α -glukosidase qui peut inhiber l'augmentation de la glycémie dans le diabète sucré (DM). (ELLISMA, et al, 2013).

L'aubergine a des propriétés antiseptiques, diurétiques et hémostatiques (Brigitte, 2009). Il améliore la digestion et aide à prévenir le risque des maladies dégénératives et les maladies cardiovasculaires (Kahlon, 2007).

Le Tableau (1) illustre les différents constituants de l'aubergine (Mouawad, 2007), il s'agit d'une composition moyenne donnée à titre indicatif : les valeurs sont à considérer comme des ordres de grandeur, susceptibles de varier selon les variétés, la saison, le degré de maturité, les conditions de culture, etc.

Composant	Valeur certifiée (a)	Composant	Valeur certifiée (a)
Energie	82 KCalories	Vitamines	
Eau	92 – 94 g	Vitamines E	30 ug
Proteins totals	0.8 – 1.3 g	Vitamines B1, thiamine	50 ug
Glucides totaux	2 – 2.8 g	Vitamines B2, riboflavine	30 ug
Fructose	1 – 1.4 g	Niacine	8 mg
Glucose	1 – 1.4 g	Tryptophane	6 mg
Fibres	2.4 – 4.2 g	Vitamines B6	0.08 mg
Lipides totaux	0.1 g	Acide Pantothénique	0.22 mg
AG saturé	44 mg	Vitamines C	0.5 mg
AG mono-insaturé	16 mg	Cendres 0.5 – 0.6 g	
AG polyinsaturé	89 mg		

Minéraux			
Sodium, Na	3 – 7 mg	Fer, Fe	0.4 mg
Potassium, K	240 mg	Cuivre, Cu	0.08 mg
Calcium, Ca	8 – 10 mg	Zinc, Zn	0.15 mg
Magnésium, Mg	10 – 13 mg	Iode, I	0.15 mg
Chlore, Cl	50 – 55 mg	Manganèse, Mn	0.14 mg
Carbonate	-	Chrome, Cr	0.7 ug
Phosphore, P	21 mg	Sélénium, Se	0.2 ug
Nickel, Ni	1 ug		
(Selon Danish food composition database: technical university of Denmark, 2004)			

Tableau I.1. Composition chimique de l'aubergine pour 100g de produit cru.

L'aubergine est reconnue pour ces propriétés médicinales, comme les propriétés diurétique, analgésique, antirhumatismale, et aussi la capacité de réduire le taux de cholestérol (GUT, 2001). La concentration en potassium (K), et en sodium (Na) contenue dans se fruit, facilite une bonne rétention d'eau dans les tissus de l'organisme humain, tout en stimulant la sécrétion de l'urine au moment opportun. Il se révèle bénéfique pour le foie, réduit les ucères d'estomac, augmente l'appétit et guérit la constipation (Sudheesh et Sabdhya, 2007).

En médecine traditionnelle haïtienne, il est employé contre les abcès et pas mal d'infection de la peau, avec de l'huile de coco, en cataplasme. La macération des racines et des feuilles mélangées, est utilisée en friction contre le rhumatisme articulaire. Le « jus » de la plante est employé comme substance analgésique dans l'oreille ou dans les cavités des caries dentaires (Huang et Chang, 2000).

***LE CHENOPODIUM
ALBUM L***

4.1. Généralité :

Chenopodium quinoa et *Chenopodium album*, appelés pseudo-céréales, sont communément appelés bathua (hindi) ou amarante en anglais. Pendant des siècles, les cultures précolombiennes d'Amérique latine les considéraient comme les principales cultures. En conséquence de l'invasion et de la conquête par les Espagnols, la culture et la consommation de ces cultures ont ensuite été refusées et ensuite cultivées à une échelle mineure (Mota et al., 2016). Comme les plantes de quinoa sont tolérantes à la salinité et au stress dû à la sécheresse, elles peuvent bien pousser dans les régions marginales. Elle a été sélectionnée par la FAO parmi les cultures destinées à assurer la sécurité alimentaire du 21ème siècle (Jacobsen, Mujica et Jensen, 2003).

Chenopodium album, communément appartient à la famille des 48 familles. *Chenopodiaceae* est une plante herbacée annuelle dicotylédone que l'on trouve partout dans le monde. (Jhade, Paarakh et Gavani, 50 2009). La plante est connue pour produire des céréales comme des graines riches en amidon et a gagné en popularité 51 de nos jours en raison de son adaptabilité et de sa capacité à se développer dans des conditions normalement inhospitalières à 52 autres céréales (Bonifacio, 2003).

C. album est considéré comme un grain alimentaire fonctionnel car il présente une activité antioxydante en raison de la présence de phénols totaux et de glycosides flavonoïdes (quercétine, rutine, kaempférol) (Chludil, 58 Corbino et Leicach, 2008). Les antioxydants jouent un rôle important pour inhiber les réactions radicalaires et les réactions en chaîne oxydantes dans les tissus et les membranes (Carini et al., 1990).

4.2. Noms vernaculaires

C'est le nom latin de *Chénopode blanc*, ansérine blanche (Fr). White goosefoot, lambsquarter (En) (GRUBBEN, 2004).

4.3. Classification et l'embranchement de *Chenopodium album* L

Selon le Cronquist (1981) :

Règne : *Plantae*

Sous embranchement : *Tracheobionta*

Division : *Magnoliophyta*

Classe : *Magnoliopsida*

Sous-classe *Caryophyllidae*

Ordre : *Caryophyllales*

Famille *Chenopodiaceae*

Genre : *Chenopodium*

4.4. La description

Herbe annuelle érigée, ramifiée (parfois non ramifiée), verte, plus ou moins enrobée de pubescence farineuse blanche. Cotylédons pétioles, lancéolés-linéaires, farineux, gris bleuâtre avec une nuance rougeâtre dessous, de 6 à 12 mm de long et de 1,5 à 4 mm de large (Korsmo et al., 1981). Les racines sont robustes et effilées à la fin. De nombreuses branches peuvent émerger du système de racine principal. Les cellules épidermiques ont une forme plus ou moins polygonale. Moins de stomates plus petits sur la face supérieure des feuilles que sur la surface inférieure des feuilles (Srivastava, 1967). Tige dressée, rameuse, anguleuse striée de blanc, vert foncé et souvent rougeâtre, et les feuilles sont alternes, lancéolées à rhombique et dentelées (STICHMANN et al, 2000)

4.5. La composition biochimique

Chenopodium album est une espèce végétale qui joue un rôle potentiel dans le développement et la diversification du secteur agricole et de la production alimentaire (Mir, Riar & Singh, 2018). La teneur en protéines des pseudo-céréales varie de 13,8 à 16,5% sur une base sèche, avec une moyenne de 15%. Parmi les principales cultures céréalières (USDA, 2015). La majorité des protéines stockées dans les pseudo-céréales se compose d'albumines (35%), de globulines (37%) et de faibles concentrations de prolamines. Ces valeurs sont proches de celles spécifiées par la FAO (Abugoch, 2008). En raison des teneurs élevées en pseudo-céréales de la lysine, de l'acide glutamique et de l'arginine, la nourriture de ces plantes est souvent considérée comme plus proche de la protéine équilibrée idéale égale à celle du lait. Avec un équilibre parfait en acides aminés et un contenu riche en acides aminés contenant du soufre, le quinoa et l'album sont l'une des rares plantes à fournir tous les acides aminés essentiels à la vie humaine contrairement aux principales protéines de céréales (Filho, Pirozi, Borges, Sant'Ana). , Chaves et Coimbra, 2015). Les pseudo-céréales contiennent de grandes quantités de

tryptophane non protéique qui est facilement absorbé par l'intestin et sa facilité d'utilisation dans le cerveau a une influence sur la synthèse du neurotransmetteur de la sérotonine (Comai, Bertazzo, Bailoni, Zancato et Allegri, 2007) .Les attributs nutritionnels et fonctionnels du pseudo -les céréales sont considérées comme plus élevées en raison de la qualité et de la quantité élevées de leurs protéines (Pasko et al., 2009).

4.6. Les usages

Un certain nombre d'utilisations ont été signalées pour *C. album*. Les feuilles et les branches tendres peuvent être utilisées comme légume dans de nombreuses régions du monde, mais aussi en Inde pour la production d'un caillé, connu localement sous le nom de Raita (Maheshwari, 1963). Les jeunes pousses sont bouillies et mangées souvent avec d'autres légumes. Ils sont souvent séchés et stockés pour une utilisation ultérieure (Jansen, 2004).

Divers usages médicinaux ont été rapportés. Les feuilles peuvent être consommées sous forme d'infusion ou de décoction sous forme de laxatif et d'anthelminthique. Les médecins hindous l'ont également recommandé pour le traitement des troubles hépatiques et de l'élargissement de la rate (Chopra et al., 1958). La feuille en poudre fine est utilisée par les Zoulous sous forme de poudre pour soulager les irritations des organes génitaux externes des enfants (Watt et Breyer-Brandwijk, 1962). Les graines sont traditionnellement utilisées pour améliorer l'appétit et comme anthelminthique, laxatif, aphrodisiaque et tonique. Ils ont également été utilisés pour traiter les problèmes de biliousness, les douleurs d'estomac, les problèmes aux yeux et à la gorge, les amas et les maladies du sang, du coeur et de la rate (Jansen, 2004). Des études pharmacologiques ont démontré que *C. album* est un bon candidat pour le développement de traitements des spasmes et des douleurs musculaires (Poonia et Upadhayay, 2015). Des extraits de feuilles méthanoliques et aqueux de *C. album* ont démontré des effets antilithiasiques sur l'urolithiase induite expérimentalement chez le rat par rapport à un agent antilithiatique standard, la cystone (Sikarwar et al., 2017).

CHAPITRE II

Matériel et Méthodes

1. Objectif de l'étude :

L'objectif de ce travail vise à étudier la réponse biochimique de l'aubergine (*Solanum melongena* L.) à l'action de la salinité par l'application de chlorure de sodium (NaCl), en présence de l'inoculum mycorhizien et l'extrait aqueux du *Chenopodium album* L.

2. Condition de la réalisation de l'essai

a. Localisation de l'essai

L'essai est réalisé dans la faculté de sciences de la Nature et de la Vie l'université IBN KHALDOUN Tiaret dans une serre semi-contrôlée.



Fig.11. Serre en plastique semi-contrôlée

b. Matériel biologique utilisé

Cette étude comporte deux variétés *galine* et *classic* hydrique 1 de l'aubergine (*Solanum melongena* L.), fournie par la société CLAUSE.



Fig.12. Graines d'aubergine par la société CLAUSE

La collecte de la *Chenopodium album* L a été réalisée d'une façon aléatoire dans la région de la wilaya de TIARET, au stade de maturation.



Fig.13. Echantillons de *Chenopodium album* L

c. Matériel fongique

L'inoculum fongique est constitué d'un mélange de racines de petites fabacées comme le *Lotus corniculatus*, *Trifolium stellatum* L. et de graminées comme l'*Aegilops geniculata*, collectées de façon aléatoire dans une région située près de la ville de sougueur.

3-Préparation et semis des graines

a. La pré-germination

Les graines des deux variétés *galine* et *classic* ont été désinfectées par plusieurs trempages dans solution d'hypochlorite de sodium pendant 5 minutes et puis en les rinçant avec de l'eau distillée. La pré-germination a été effectuée dans des boites en plastique propres et stériles maintenues sous une température au voisinage de 25°C.



Fig.14. La germination des graines d'aubergine**b. Le repiquage**

Après la germination des graines, les plantules ont été repiquées soigneusement dans des gobelets en plastique contenant une tourbe commerciale à raison de deux plantes par pot de culture, irriguées avec de l'eau de robinet trois fois par semaine pendant 15 jours.

**Fig.15.** Le repiquage des petites plantules dans des gobelets**c. La transplantation :**

Les plantules de l'aubergine seines et uniformes ont été transplantés dans cylindre en plastique de diamètre de 20 cm et de hauteur de 40 cm, préalablement remplis de sable stérile (en les mettant sous une température de 120°C pendant une heure dans une étuve ventilée), à raison de deux plantules par cylindre.

**Fig.16.** Transplantation des petites plantules d'aubergine

4-Préparation des différentes solutions d’irrigation

4. a. Préparation des solutions salines

Trois types de solution saline ont été préparés, en plus d’un témoins irrigué seulement à la solution nutritive alors que des concentrations salines qui correspondent graduellement 70 qui correspondent à 4.09g de NaCl, 150 meq correspondant à 8.77g et 230 meq correspondant à 13.45g de NaCl, en plus de témoin (irrigué seulement à la solution nutritive), ont été utilisées pour l’application de la salinité aux plantes de l’aubergine.

La solution nutritive a été appliquée pour favoriser la croissance végétale et éviter les problèmes de déficit nutritionnel.

Tab 03: Composition chimique de la solution nutritive a été achetée retenue pour l’irrigation des plantes

Elément majeur	Oligo-élément
Azote.....20%	Bore..... ...300ppm
Phosphore.....20%	Cuivre..... ...60ppm
Potassium.....20%	Fer(EDTA).....650ppm
Magnésium.....0.4%	Manganèse..... ...650ppm
Soufre.....0.8%	Zinc..... .300ppm

4. b. Préparation de l’extrait aqueux de la *Chenopodium album* L:

Le matériel végétale a été écrasé après le séchage dans un mortier puis subit un broyage afin d’obtenir une poudre plus ou moins fine à l’aide d’un Broyeur, puis laissé à l’air libre au contact du sol pendant 40 jours pour favoriser la dégradation de la matière organique grâce à l’activité microbienne.

La solution a été obtenue par la macération aqueuse à froid qui consiste à mettre en solution, 20 g de la poudre de *Chenopodium album* L pendant 24 heures avec 230 ml de l'eau distillée, dans un flacon hermétique tuniquée par l'aluminiums , sous un Mélangeur magnétique , à la température ambiante du laboratoire.

Après 24 heures, l'homogénat a été filtré et ultrafiltré par le biais de papier Wattman. Ensuite, une dilution a été réalisée à 10 % de la solution mère.

Cette solution diluée à 10 % de la solution mère de l'extrait aqueux a été appliquée aux plantes de l'aubergine en présence de deux concentrations croissantes de NaCl 70 meq ,150 meq et 230 meq.

4. c. Préparation de la solution Extrait aqueux-Na cl:

Les solutions salines ont été ajoutées à l'extrait aqueux de la *Chenopodium album* L aux 10% de telle façon à obtenir les mêmes concentrations salines, 70 meq ,150 et 230 meq de Na Cl.

Les concentrations composées de Na Cl et extrait aqueux de la *Chenopodium album* L ont été mesurées à l'aide d'un conductimètre à une température de 25°C.

5. L'application du stress salin :

Le stress salin a été appliqué aux stades de troisièmes feuilles de la plante de l'aubergine. Les plantes stressées sont irriguées quotidiennement après un lavage avec de l'eau de robinet.

6. Préparation de l'inoculum mycorhizien

Les racines infectées sont soigneusement lavées à l'eau afin d'éliminer la terre adhérente et découpées en petits fragments de 1cm, puis désinfectées à l'hypochlorite de sodium à 12° pendant 1min. Ce dernier est éliminé par un rinçage abondant à l'eau distillée stérile. Les racines sont mélangées à un substrat stérile et puis utilisées comme inoculum. Ce dernier représentait 10% du poids total de substrat utilisé en culture. Cet inoculum est placé à la base des racines des plantules de racine au moment de la transplantation.

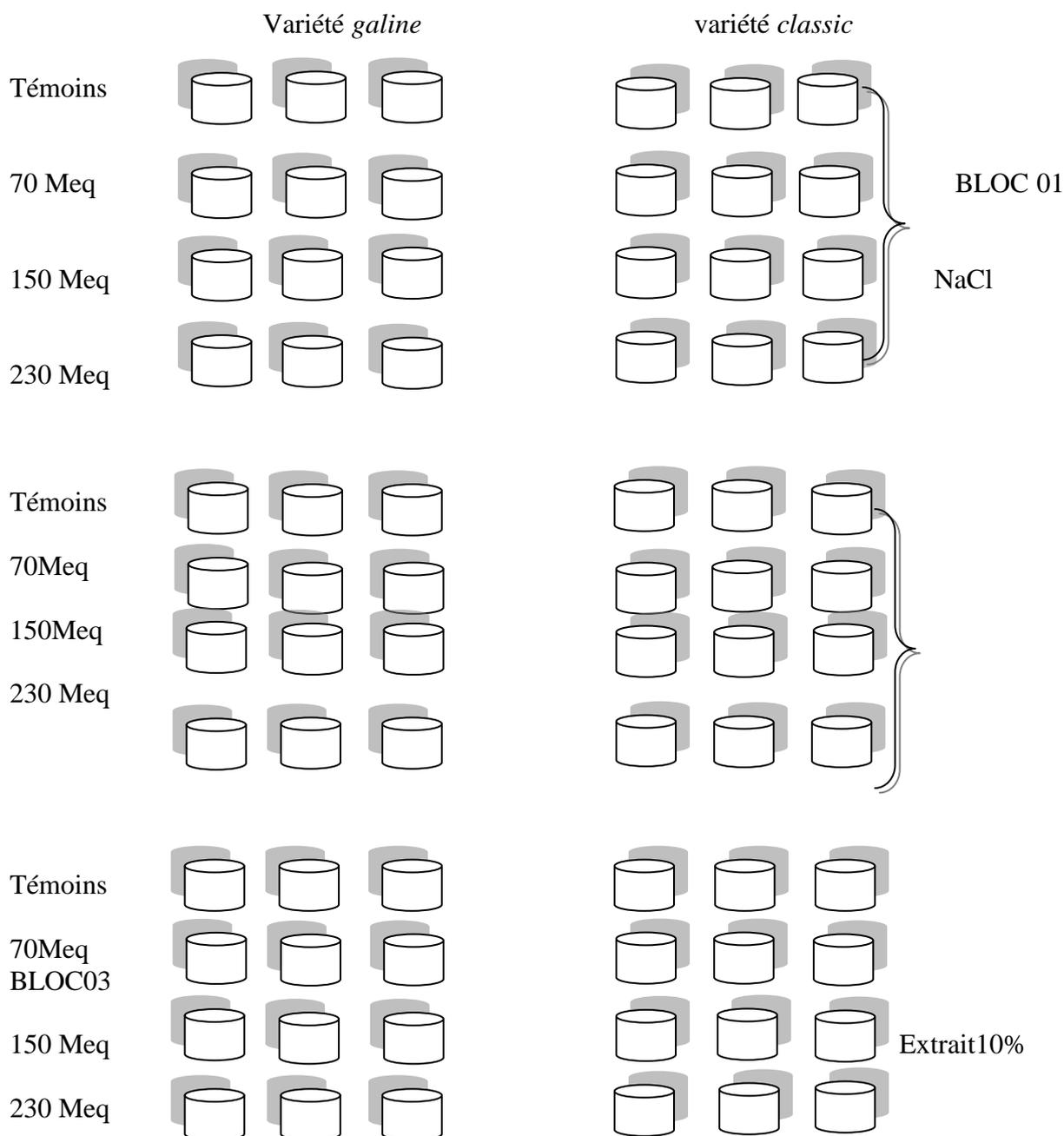
Mais avant l'inoculation, on s'est assuré que le piégeage a réussi et que les racines a été infectées par les champignons mycorhiziens. Pour observer les structures des mycorhizes à arbuscules au niveau des racines, on a suivi le protocole de Kormanik et

McGraw, (1982). On place 0,5 g des racines dans un tube perforé mis dans un bicher. On couvre ces racines avec 10% KOH. On chauffe les échantillons en bain marie à 90°C pendant 1 heure ou en autoclave à 15 psi pendant 10 minutes (Bevege, 1968 ; Brundrett et al., 1984). Après le chauffage, on verse la solution du KOH, on rince bien les racines avec l'eau de robinet. Si les racines sont encore pigmentées, on les place dans un bicher et on les couvre avec la solution alcaline fraîchement préparée de H₂O₂ (ajout de 3 ml de NH₄OH à 30 ml de 10% H₂O₂ et 567 ml d'eau de robinet) en chambre de culture pendant 10 à 20 minute ou jusqu'à ce que les racines blanchissent (la solution alcaline de H₂O₂ doit être immédiatement préparée et ne se conservent pas). Après la décoloration, on lave les échantillons de racines à plusieurs reprises avec l'eau de robinet (au moins trois reprise) pour éliminer la solution alcaline de H₂O₂ et puis on les couvre avec la solution acide de HCl diluée (approximativement 1 à 3,5%). On les laisse trempés dans cette solution pendant 3 à 4 minutes et puis on les récupère. On passe après cette étape à la coloration des racines. Cette coloration est habituellement réalisée en milieu acide contenant l'acide lactique, glycérine et l'eau (Phillips et Hayman 1970, Kormanik et McGraw, 1982 et Brundrett et al., 1984). Phillips et Hayman (1970) ont proposé une méthode pour la visualisation des MA. Leur méthode donne de très bons résultats et elle est utilisée dans de nombreux travaux. Son principe est basé sur l'utilisation de 0,05% trypan bleu en lactophénol comme colorant. Cependant, Trypan bleu est considéré comme étant très cancérigène (IARC, 1975 in Utobo et al., 2011 ; Vierheilig et al., 1998) aussi l'utilisation du phénol est déconseillée actuellement (Koske et Gemma, 1989 ; Vierheilig et al., 1998). Des méthodes alternatives de trypan bleu pour la coloration des racines sont proposées comme l'utilisation de l'acide fuchsine (Kormanik et McGraw, 1982 ; Vierheilig et al., 1998).

En fonction du matériel et produits disponible au laboratoire, on a opté pour l'utilisation de l'acide fuchsine pour la coloration des racines. Les racines déjà décolorées étaient plongées dans une solution de 5% d'acide fuchsine qui n'est soluble qu'en acide acétique (Kormanik et McGraw, 1982 ; Vierheilig et al., 1998). Après 30 minutes, les racines étaient placées entre lames et lamelles et observé au microscope au grossissement 100. Les structures arbusculaires étaient claires indiquant que l'infection des racines de poireau par les champignons mycorhiziens à arbuscules a réussi.

7. Dispositif expérimental :

Ce dispositif est composé de trois blocs, chaque bloc est constitué de trois lignes de quatre répétitions qui correspondent chacune à une dose.



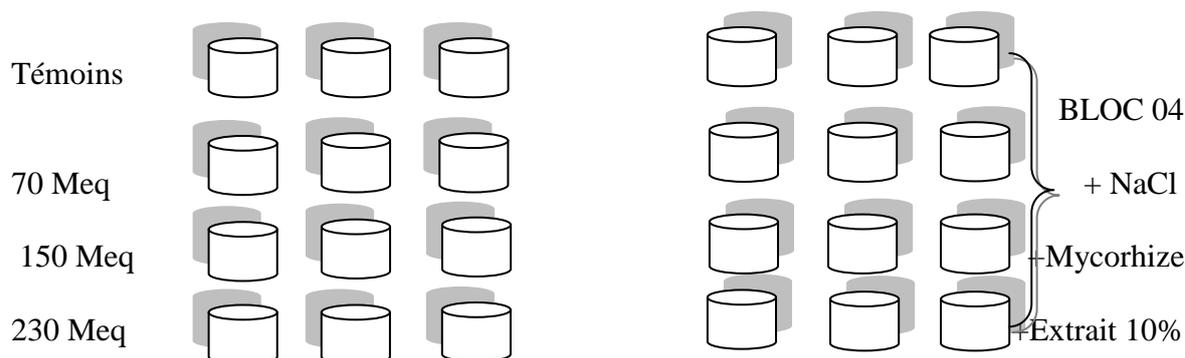


Fig.17. La dispositif expérimental des plantes d'aubergine (*Gline* et *Classic*)

Les plantes du :

- premier bloc ; les plante sont irriguées au Na Cl avec trois concentrations, 70 ,150 et 230 meq.
- deuxième bloc ; l'extrait aqueux de *Chenopodium album* L est ajouté aux concentrations salines.
- Troisième bloc, les plantes mycorhizées sont irriguées au Na Cl.
- quatrième bloc, les plantes mycorhizées sont irriguées au Na Cl en présence de l'extrait aqueux de *Chenopodium album* L.

8- Les paramètres étudiés

➤ Les paramètres biochimiques

a. La teneur en proline :

La technique utilisée pour le dosage de la proline est celle de Troll et Lindsay de 1955 simplifiée et mise au point par Drier et Goring (1979) et modifiée par Monneveux et Nemmar (1986). Le principe est la quantification de la réaction proline- ninhydrine par mesure spectrophotométrique.

La proline se couple avec ninhydrine en formant un complexe coloré. L'intensité de a coloration est proportionnelle à la quantité de proline dans l'échantillon. On met 100 mg de matériel végétal dans des tubes à essai et on ajoute On ajoute 2 ml de l'éthanol a 40%. Les tubes couverts (pour éviter la volatilisation de l'alcool) sont portés à l'ébullition au bain-marie

à 85 °C pendant 60 min. Après refroidissement, 1 ml de la solution a été prélevé de chaque tube et mis dans de nouveaux tubes auxquels, nous avons ajouté 1 ml d'acide acétique et 25 mg de ninhydrine.

Ensuite, on ajoute, dans chaque tube, 1 ml d'un mélange contenant ; 120 ml d'eau distillée, 300 ml d'acide acétique, 80 ml d'acide ortho phosphorique.

On porte les tubes à essai à ébullition au bain-marie durant 30 min.

Après refroidissement des solution, on ajoute 3 ml de toluène dans chaque tube . Après agitation aux vortex deux phases apparaissent.

On prélève la phase supérieure à la qu'elle on ajoute 5 mg de sodium, puis on les laisse au repos pendant 48 h. On procède à la lecture de la densité optique des échantillons avec spectrophotomètre à la longueur d'onde 528 nm .

b. Teneur des sucres solubles :

Les sucres simples (glucose, fructose et saccharose) sont extrais par un solvant capable de les solubiliser et de bloquer les activités enzymatiques successibles de les dégrader (GOMEZ ,2003).

le principe de la réaction est basé sur la condensation des produits de dégradation des oses neutres par l'acide sulfurique. Ce dernier très concentré transforme à chaud les oses en dérivés furfural qui donne une coloration bleu vert avec l'anthrone. Les solutions d'extraction sont dosés par la méthode colorimétrique à 85 nm.

La matériel végétal prélevé, 100 mg des cotylédons de la graine et introduit dans un tube à essai contenant 5.25 ml d'éthanol 80% , pendent 20 heures, 2 ml sont prélevés de l'extrait préalablement dilué 10 fois avec l'éthanol 80% (**réactif A**). 4 ml de réactif composé de 2 g d'anthrone par additionné à 1 litre d'acide sulfurique (**réactif B**) sont ajoutés au réactif A . le réactif B est préparé 04 heures à l'avance avant la réaction de l'essai, l'ensemble est délicatement mélangé et maintenu dans la glace fondante. Après agitation les tubes sont placés dans un bain-marie à 92°C pendant 8 min et ensuit le tout est refroidit pendant 30 min à l'obscurité. L'absorbance est lue au spectrophotomètre à une longueur d'onde de 585 nm et la concentration est exprimée en mg.g⁻¹ de MS.

c. Dosage de la chlorophylle

Les teneurs en chlorophylle a, chlorophylle b et caroténoïdes sont déterminées selon la méthode utilisée par de SHABALA et al., (1998) au niveau de l'avant dernière feuille.

Dans des tubes à essai, on ajoute sur 100 mg d'échantillon frais, coupé en petits fragments, dans 10 ml d'acétone à 95%, l'ensemble est conservé à l'obscurité à 4°C pendant 48 h. Les concentrations de la chlorophylle b et des caroténoïdes sont déterminées à l'aide d'un spectrophotomètre à des densités optiques respectives de 662,644 nm.

Ensuite le calcul des quantités de chlorophylles **a** et **b** se fait à l'aide des formules suivantes :

$$\text{Chl a} = 9,784 \text{ DO (662)} - 0,99 \text{ DO (644)}$$

$$\text{Chl b} = 21,42 \text{ DO (644)} - 4,65 \text{ DO (662)}$$

$$\text{Chlorophylle total} = \text{Chl a} + \text{Chl b}$$

DO: densité optique en nm

9. Traitement statistique

Les résultats obtenus ont subi un traitement statistique par l'analyse de la variance avec un seuil de sécurité de 5% à l'aide du logiciel SPSS.

CHAPITRE III

Analyse des résultats

1-Teneur en sucres solubles

Selon l'analyse de la variance montrée au Tableau (3), les concentrations salines affectent de manière très significative de la teneur en sucres solubles dans les feuilles de l'aubergine ($p < 0.001$). Ainsi que la nature du génotype utilisée provoque des variations notables de ce paramètre ($p < 0.001$).

Cependant aucune distinction génotypique n'est observée à la suite de la conduite du stress salin, même en présence de l'inoculum mycorhizien et de l'extrait aqueux de *Chenopodium album* L. Lorsque l'extrait aqueux de *Chenopodium album* L, est ajouté à la salinité, la teneur en sucres solubles au niveau des feuilles des plantes de l'aubergine inoculées ou non inoculées par les champignons mycorhiziens ne varie pas de façon significative ($P > 0.05$).

Tableau 3 : Analyse de variance ANOVA en seuil ($P = 0.05$) de la teneur en sucres solubles des feuilles de deux génotype de l'aubergine (*Solanum melongena* L.) soumis aux traitements salins au NaCl en présence de l'extrait aqueux du *Chenopodium album* L et de l'inoculum mycorhizien.

Source	D	Sig
Na Cl	18,734	0.000
génotype	41,826	0,000
NaCl * génotype	0,353	0,787 ns
Na Cl* l'inoculum mycorhizien	0,988	0,404 ns
NaCl* l'inoculum mycorhizien* génotype	2,549	0,064 ns
NaCl *extrait aqueux	1,256	0,297 ns
NaCl *extrait aqueux * génotype	0,168	0,918 ns
NaCl *extrait aqueux * l'inoculum mycorhizien	0,557	0,646 ns
NaCl *extrait aqueux * l'inoculum mycorhizien* génotype	1,016	0,392 ns

ns : non significative

Les résultats obtenus dans la figure 18, indique qu'au niveau des feuilles des plantes de la variété classic qui reçoivent la solution saline seule, la teneur en sucres solubles augmente de façon hautement significative en fonction de l'augmentation des concentrations de NaCl. Le taux des sucres solubles chez témoin est de $1,2 \pm 0,54$ mg/g de MF. Il augmente, en inscrivant des valeurs qui oscillent entre $3,09 \pm 1,05$ mg/g de MF et $3,63 \pm 0,19$ mg/g de MF chez les plantes traitées respectivement à 150 et 230 meq de NaCl ($r = 0,506^{**}$).

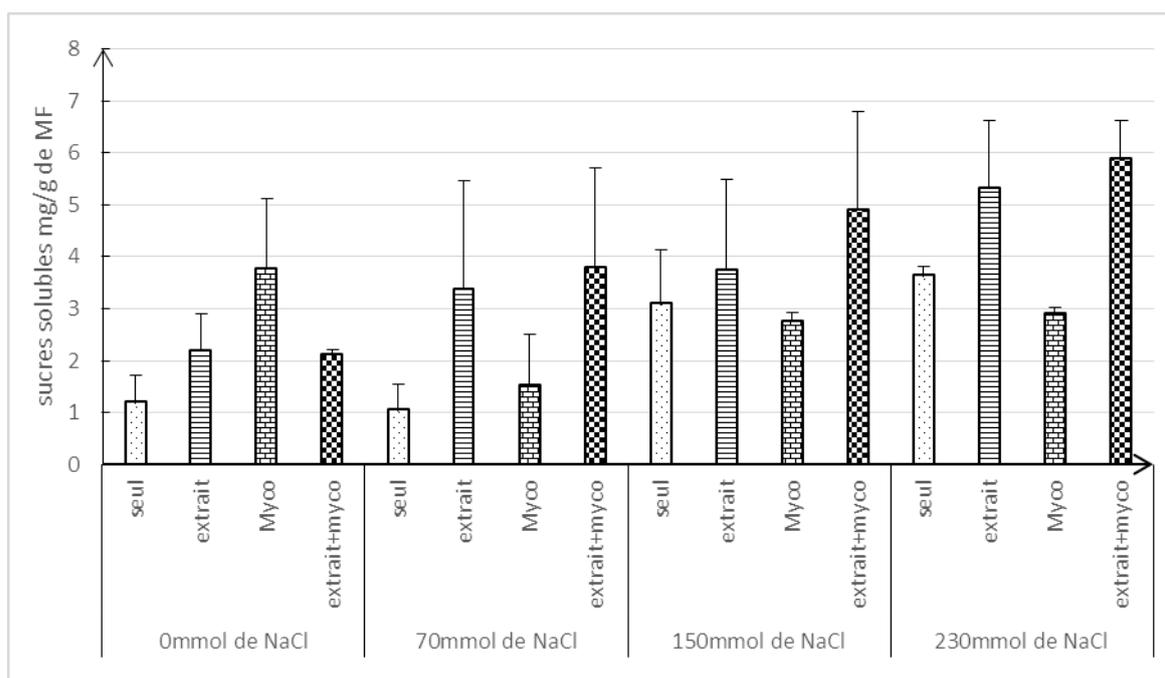


Figure 18 : teneur en sucres solubles des feuilles de la variété classic de l'aubergine *Solanum melongena L.* soumises aux traitements salins au NaCl en présence de l'extrait aqueux du *Chenopodium album L.* et de l'inoculum mycorhizien.

A l'application de la salinité à 150 meq et 230 meq de NaCl en présence de l'extrait aqueux de *Chenopodium album L.*, la teneur en sucres solubles dans les feuilles des plantes non mycorhizées augmente de façon moins importante par rapport aux autres traitements de NaCl seul aux 150 et 230 meq pour enregistrer respectivement $3,75 \pm 1,73$ et $5,33 \pm 1,3$ mg/g de MF.

Les teneurs en sucres solubles chez les plantes mycorhizées irriguées au NaCl en présence de l'extrait aqueux de *Chenopodium album L.* paraissent plus élevées par rapport aux autres traitements salins, en enregistrant une valeur maximale de $5,90 \pm 0,72$ mg/g de MF lorsque la concentration est de 230 meq de NaCl.

La figure 19 montre que la teneur en sucres solubles chez feuilles des plantes de la variété galine non mycorhizée est fortement influencée par l'augmentation des concentrations de NaCl ($r= 0.705^{**}$). La valeur de cette teneur en sucres solubles chez témoin est de $0,88 \pm 0,107$ mg/g de MF. Cependant elle a diminué très légèrement dans les feuilles traitées au 70 meq de NaCl. Chez les lots irrigués aux 150 et 230 meq de NaCl, cette teneur augmente par rapport au témoin en enregistrant respectivement $2,1 \pm 1,1$ mg/g de MF et $2,29 \pm 0,99$ mg/g de MF.

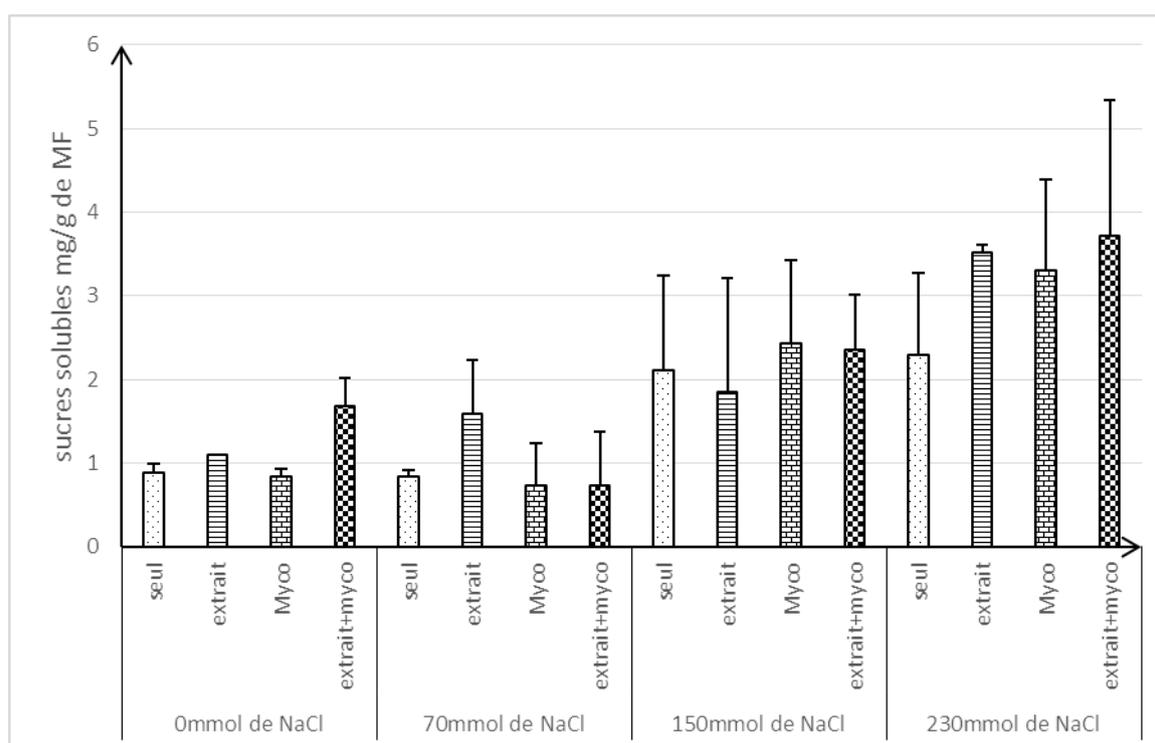


Figure 19 : teneur en sucres solubles des feuilles de la variété galine de l'aubergine *Solanum melongena L.* soumises aux traitements salins au NaCl en présence de l'extrait aqueux du *Chenopodium album L* et de l'inoculum mycorhizien.

Chez les deux variétés, lorsqu'on applique la concentration 230 meq de NaCl en présence de l'extrait aqueux de *Chenopodium album L* sur les plantes inoculées ou non inoculées par les champignons mycorhiziens, les taux des sucres solubles semblent plus élevés par rapport aux autres traitements.

Les teneurs en sucres solubles sont élevées de façon très significative chez la variété classic de l'aubergine que galine ($r= - 0.418^{**}$).

2-Teneur en proline

Les résultats de l'analyse de la variance (tableau 4) démontrent que les concentrations salines seules affectent très significativement la teneur en proline dans les feuilles de l'aubergine ($P < 0.001$). la nature du génotype utilisée provoque des variations notables de ce paramètre ($p < 0.001$). Ainsi que La réponse aux concentrations de NaCl des deux génotypes est très différente ($p < 0.001$).

Les concentrations salines en présence de l'extrait aqueux de *Chenopodium album* L provoque une variation très significative de la teneur en proline au niveau des feuilles des plantes de l'aubergine inoculées par les champignons mycorhiziens ($p < 0.001$), et en même temps significative chez l'aubergine non mycorhizé ($p < 0.05$).

Tableau 4 : Analyse de variance ANOVA en seuil ($P = 0.05$) de la teneur en proline des feuilles de deux génotype de l'aubergine (*Solanum melongena* L.) soumis aux traitements salins au NaCl en présence de l'extrait aqueux du *Chenopodium album* L et de l'inoculum mycorhizien.

Source	D	Sig
Na Cl	38,40	0,000
génotype	233,27	0,000
NaCl * génotype	4,30	0,008
NaCl* l'inoculum mycorhizien	0,22	0,88 ns
NaCl* l'inoculum mycorhizien* génotype	0,55	0,65 ns
Na Cl *extrait aqueux	2,9	0,03
NaCl *extrait aqueux * génotype	2,641	0,057 ns
NaCl *extrait aqueux * l'inoculum mycorhizien	9,293	0,000
NaCl *extrait aqueux * l'inoculum mycorhizien* génotype	2,098	0,109 ns

ns : non significative

Les résultats obtenus dans la figure 20, montre qu'au niveau des feuilles des plantes de la variété classic qui reçoivent la solution saline seule, la teneur en proline augmente de façon hautement significative en fonction de l'augmentation des concentrations de NaCl. Le taux de la proline chez témoin est de $4,1 \pm 0,61$ mg/g de MF. Il augmente, en inscrivant

des valeurs qui oscillent entre $4,92 \pm 0,94$ mg/g de MF et $6,26 \pm 1,3$ mg/g de MF chez les plantes traitées respectivement à 70 et 150 meq de NaCl ($r = 0,580^{**}$). Cependant lorsque la concentration 230 meq de NaCl est appliquée, cette teneur diminue par rapport au traitement 150 meq de NaCl en inscrivant $5,42 \pm 1,2$ mg/g de MF.

Les teneurs en proline dans les feuilles des plantes mycorhizées en non mycorhizées de la variété classic de l'aubergine augmentent de façon significative en fonction de l'augmentation des concentrations de NaCl en présence de l'extrait aqueux de *Chenopodium album* L. Cependant chez les plantes mycorhizées, lorsque la concentration 230 meq de NaCl est appliquée la teneur en proline diminue en enregistrant $10,93 \pm 0,98$ mg/g de MF par rapport au traitement 150 meq de NaCl, au niveau duquel les plantes stockent au maximum de la proline avec une valeur de $11,31 \pm 1,8$ mg/g de MF.

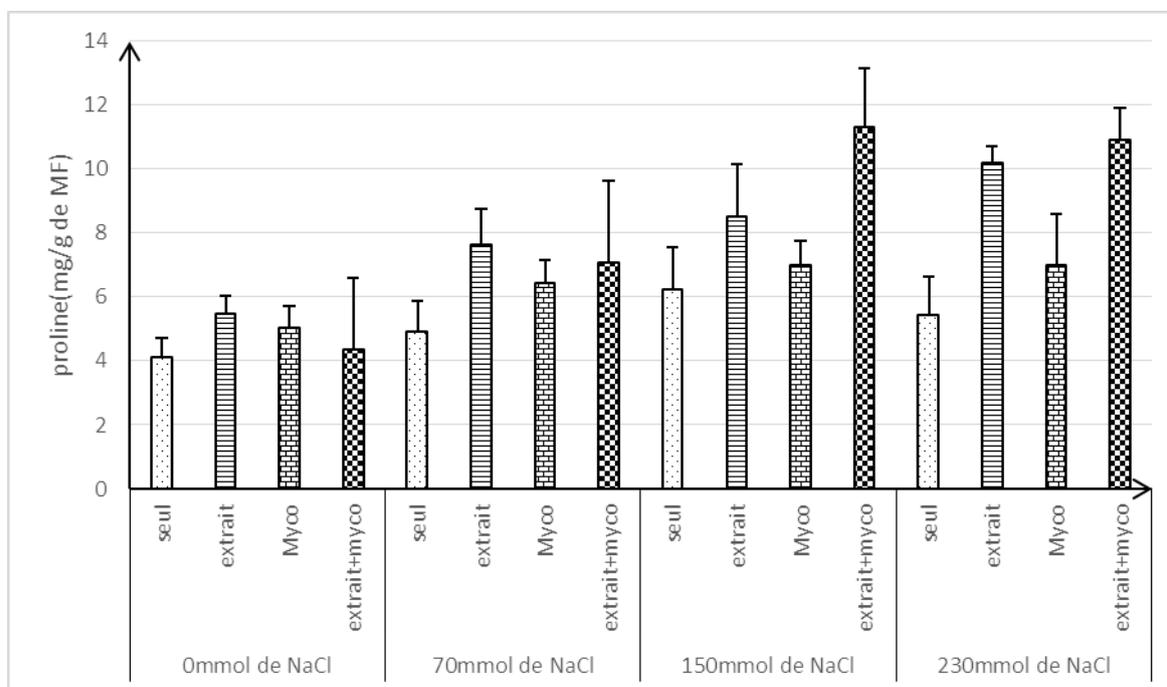


Figure 20 : teneur en proline des feuilles de la variété classic de l'aubergine *Solanum melongena* L. soumises aux traitements salins au NaCl en présence de l'extrait aqueux du *Chenopodium album* L et de l'inoculum mycorhizien.

Chez la variété classic, l'application des concentrations 150 meq et 230 de NaCl en présence de l'extrait aqueux de *Chenopodium album* L sur les plantes inoculées ou non inoculées par les champignons mycorhiziens, montre que les taux de la proline sont plus élevés par rapport aux autres traitements.

La figure 19 montre que la teneur en prolines chez feuilles des plantes de la variété galine non mycorhizée est fortement influencée par l'augmentation des concentrations de NaCl ($r= 0.662^{**}$). La valeur de cette teneur en proline chez témoin est de $2,42 \pm 0,94$ mg/g de MF. Cependant elle a diminué légèrement dans les feuilles traitées au 150 meq de NaCl en enregistrant $2,72 \pm 0,69$ mg/g de MF par rapport au traitement 70 meq de NaCl dont la teneur est évaluée à $3,58 \pm 0,4$ mg/g de MF. Chez les lots irrigués au 230 meq de NaCl, cette teneur augmente par rapport au témoin pour inscrire $4,19 \pm 0,36$ mg/g de MF.

Chez les plantes mycorhizées de la variété galine de l'aubergine, lorsque la concentration 230 meq de NaCl est appliquée en présence de l'extrait aqueux du *Chenopodium album* L la teneur en proline diminue en enregistrant $5,27 \pm 0,89$ mg/g de MF par rapport au traitement 150 meq de NaCl, au niveau duquel les plantes stockent au maximum de la proline avec une valeur de $5,33 \pm 0,42$ mg/g de MF.

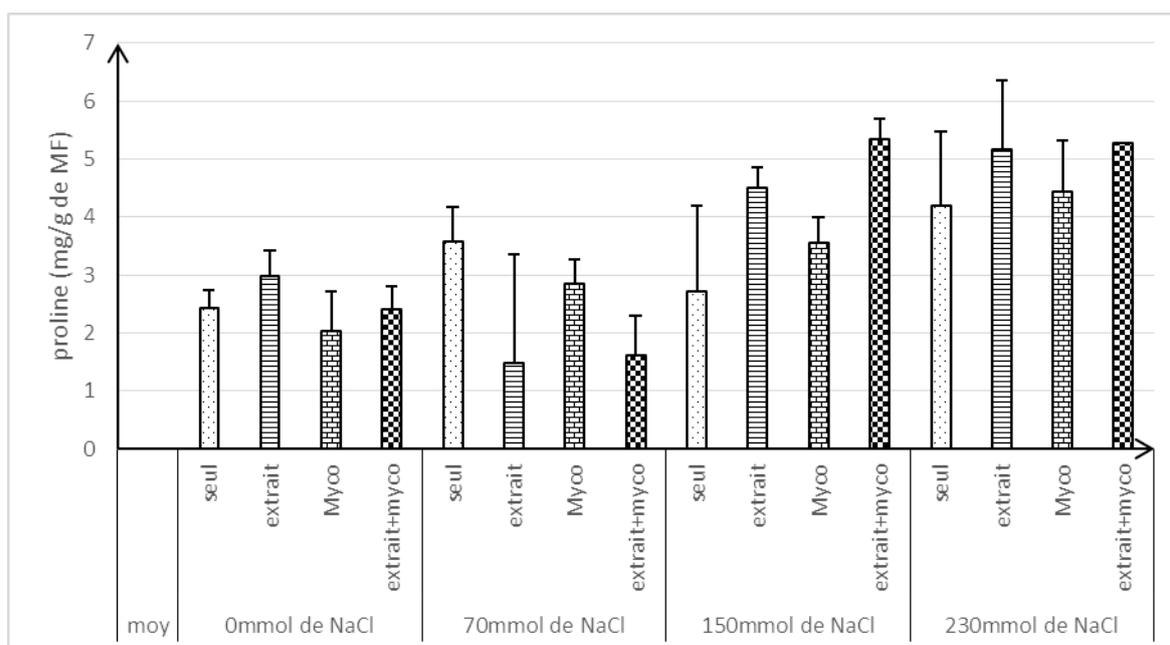


Figure 21 : teneur en proline des feuilles de la variété galine de l'aubergine *Solanum melongena* L. soumises aux traitements salins au NaCl en présence de l'extrait aqueux du *Chenopodium album* L et de l'inoculum mycorhizien.

Pour les deux variétés de l'aubergine, l'application des concentrations 150 meq et 230 de NaCl en présence de l'extrait aqueux de *Chenopodium album* L sur les plantes inoculées ou non inoculées par les champignons mycorhiziens, montre que les taux de la proline sont plus élevés par rapport aux autres traitements.

Les teneurs en proline sont élevées de façon très significative chez la variété classic de l'aubergine que galine ($r = -0.665^{**}$).

3-Teneur en Chlorophylle a

Selon l'analyse de la variance montrée au Tableau (5), les concentrations salines affectent de manière très significative de la teneur en Chlorophylle a dans les feuilles de l'aubergine ($p < 0.001$). La nature du génotype utilisée provoque des variations notables de ce paramètre ($p < 0.001$). Ainsi que La réponse aux concentrations de NaCl en présence ou en absence de l'extrait aqueux *Chenopodium album* L et de l'inoculum mycorhizien des deux génotypes est différente ($P < 0.05$).

Cependant aucune distinction génotypique n'est observée à la suite de la conduite du stress salin seul.

Lorsque l'extrait aqueux de *Chenopodium album* L, est ajouté à la salinité, la teneur en Chlorophylle a au niveau des feuilles des plantes de l'aubergine non inoculées par les champignons mycorhiziens varie de façon très significative ($p < 0.001$).

Tableau 5 : Analyse de variance ANOVA en seuil ($P = 0.05$) de la teneur en Chlorophylle a des feuilles de deux génotype de l'aubergine (*Solanum melongena* L.) soumis aux traitements salins au NaCl en présence de l'extrait aqueux du *Chenopodium album* L et de l'inoculum mycorhizien.

Source	D	Sig
Na Cl	6,920	0,000
génotype	63,061	0,000
NaCl * génotype	2,145	0,103 ns
NaCl* l'inoculum mycorhizien	1,831	0,150 ns
Na Cl* l'inoculum mycorhizien* génotype	3,778	0,015
NaCl *extrait aqueux	5,236	0,003
NaCl *extrait aqueux * génotype	2,944	0,040

NaCl *extrait aqueux * l'inoculum mycorhizien	1,967	0,128 ns
NaCl *extrait aqueux * l'inoculum mycorhizien* génotype	5,032	0,003

ns : non significative

Les résultats obtenus dans la figure 22, montre chez la variété classic de l'aubergine, les variations de la teneur en Chlorophylle a ne sont pas significatives en fonction des concentrations de NaCl ($r = -0.149$).

Le taux de Chlorophylle a du témoin est de $0,64 \pm 0,08$ mg/g de MF. Il augmente, en inscrivant des valeurs qui oscillent entre $1,42 \pm 0,19$ mg/g de MF et $2,28 \pm 0,62$ mg/g de MF chez les plantes traitées respectivement à 70 et 150 meq de NaCl. Cependant lorsque la concentration 230 meq de NaCl est appliquée, cette teneur diminue par rapport au traitement 150 meq de NaCl en inscrivant $1,08 \pm 0,03$ mg/g de MF.

Les teneurs en Chlorophylle a dans les feuilles des plantes mycorhizées de la variété classic de l'aubergine diminuent de façon non significative en fonction de l'augmentation des concentrations de NaCl en présence de l'extrait aqueux de *Chenopodium album* L.

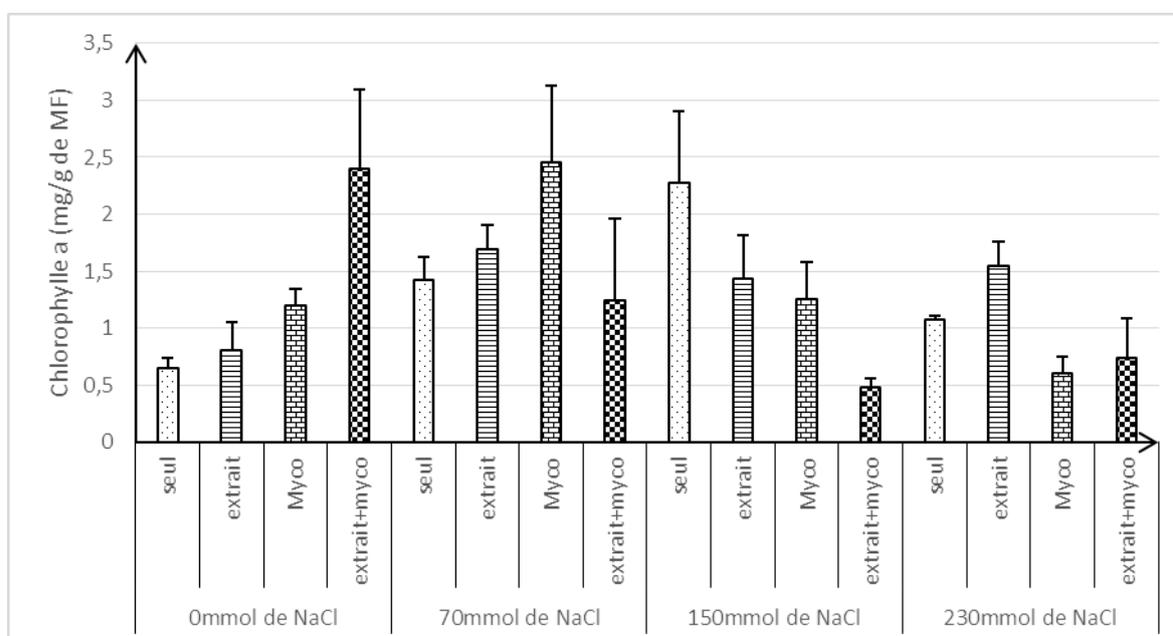


Figure 22: teneur en Chlorophylle a des feuilles de la variété classic de l'aubergine *Solanum melongena* L. soumises aux traitements salins au NaCl en présence de l'extrait aqueux du *Chenopodium album* L et de l'inoculum mycorhizien.

On remarque qu'il y a une diminution non significative de la teneur en chlorophylle a en fonction de l'augmentation des concentrations de NaCl chez les plantes mycorhizées de la variété classic

($r = -0,076$).

La figure 23 indique que la teneur en Chlorophylle a chez feuilles des plantes de la variété galine non mycorhizée diminue en fonction de l'augmentation des concentrations de NaCl seul. La valeur de cette teneur en Chlorophylle a chez témoin est de $1,73 \pm 0,47$ mg/g de MF. Elle a diminué en enregistrant une valeur la plus faibles de $1,18 \pm 0,11$ mg/g de MF dans les feuilles traitées au 230 meq de NaCl.

Chez les plantes mycorhizées de la variété galine de l'aubergine, lorsque la concentration 230 meq de NaCl est appliquée en présence de l'extrait aqueux du *Chenopodium album* L, la teneur en Chlorophylle a est plus élevée par rapport aux autres traitements de 230 meq de NaCl.

Les teneurs en chlorophylle a est élevée de façon significative surtout chez les plantes mycorhizées de la variété galine de l'aubergine que classic ($r = 0,444^{**}$).

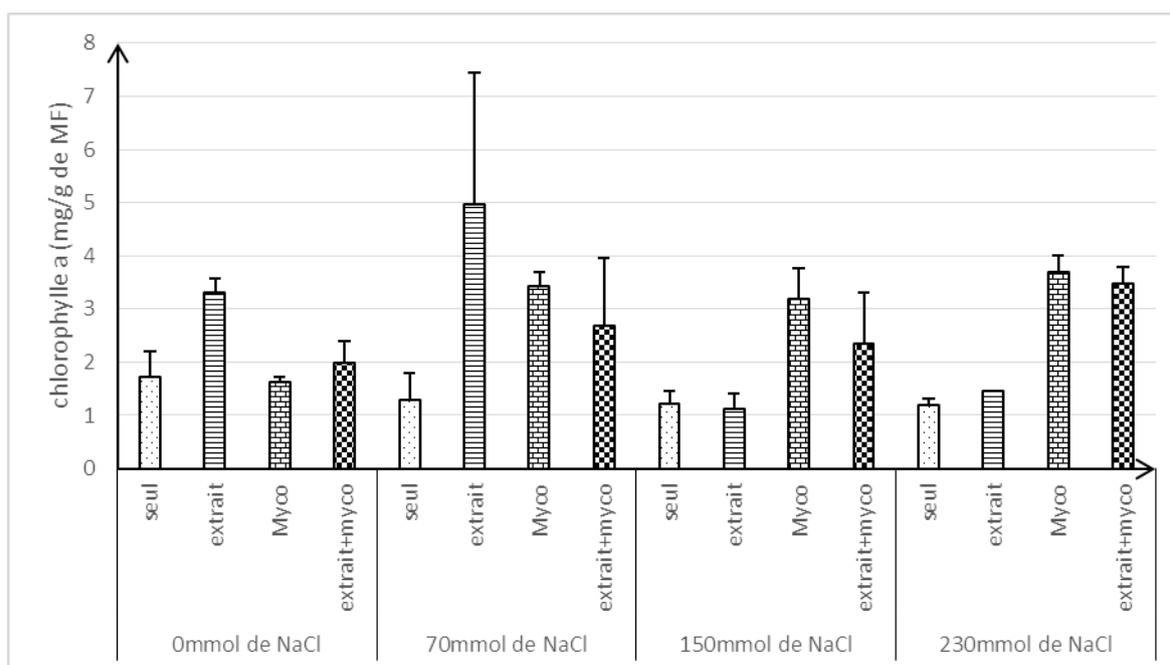


Figure 23: teneur en Chlorophylle a des feuilles de la variété galine de l'aubergine *Solanum melongena* L. soumises aux traitements salins au NaCl en présence de l'extrait aqueux du *Chenopodium album* L et de l'inoculum mycorhizien.

4-Teneur en Chlorophylle b

Selon l'analyse de la variance montrée au Tableau (6), les concentrations salines n'affectent pas de manière significative de la teneur en Chlorophylle b dans les feuilles de l'aubergine ($p > 0.05$). La nature du génotype utilisée provoque des variations notables de ce paramètre ($p < 0.001$). Ainsi que La réponse aux concentrations de NaCl en présence ou en absence de l'extrait aqueux *Chenopodium album* L des deux génotypes non mycorhiziens est différente ($P < 0.05$).

Lorsque l'extrait aqueux de *Chenopodium album* L, est ajouté à la salinité, la teneur en Chlorophylle b au niveau des feuilles des plantes de l'aubergine non inoculées par les champignons mycorhiziens varie de façon significative ($p < 0.01$).

Cependant cette teneur ne varie pas significativement chez les plantes mycorhizées ($p > 0.05$).

Tableau 6 : Analyse de variance ANOVA en seuil ($P = 0.05$) de la teneur en Chlorophylle b des feuilles de deux génotype de l'aubergine (*Solanum melongena* L.) soumis aux traitements salins au NaCl en présence de l'extrait aqueux du *Chenopodium album* L et de l'inoculum mycorhizien.

Source	D	Sig
Na Cl	2,458	0,071
génotype	31,314	0,000
NaCl * génotype	3,915	0,012
NaCl* l'inoculum mycorhizien	0,083	0,969 ns
Na Cl* l'inoculum mycorhizien* génotype	0,583	0,628 ns
NaCl *extrait aqueux	5,141	0,003

NaCl *extrait aqueux * génotype	5,306	0,002
NaCl *extrait aqueux * l'inoculum mycorhizien	0,178	0,911 ns
NaCl *extrait aqueux * l'inoculum mycorhizien* génotype	0,420	0,739

ns : non significative

Les résultats obtenus dans la figure 24, montre chez la variété classic de l'aubergine, les variations de la teneur en Chlorophylle b ne sont pas significatives en fonction des concentrations de NaCl ($r= 0.191$).

Le taux de Chlorophylle b du témoin est de $0,3202 \pm 0,05$ mg/g de MF. Il augmente, en inscrivant des valeurs qui oscillent entre $0,53 \pm 0,07$ mg/g de MF et $0,69 \pm 0,23$ mg/g de MF chez les plantes traitées respectivement à 70 et 150 meq de NaCl.

Cependant lorsque la concentration 230 meq de NaCl est appliquée, cette teneur diminue par rapport au traitement 150 meq de NaCl en inscrivant $0,38 \pm 0,12$ mg/g de MF.

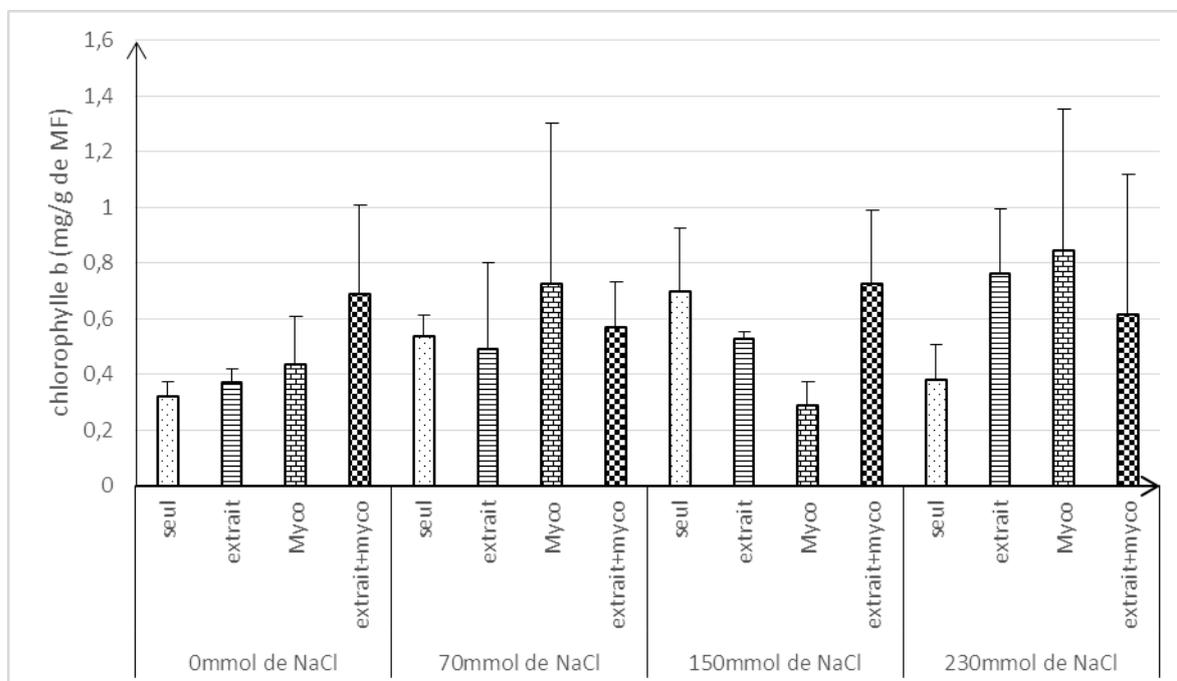


Figure 24 : teneur en Chlorophylle b des feuilles de la variété classic de l'aubergine *Solanum melongena* L. soumises aux traitements salins au NaCl en présence de l'extrait aqueux du *Chenopodium album* L et de l'inoculum mycorhizien.

Chez Les lots des plantes non inoculées par les champignons mycorhiziens, irrigués à 230meq de NaCl seul, la teneur en chlorophylle b semble plus faible par rapport aux autres traitements de 230 meq de NaCl.

La figure 25 indique que la teneur en Chlorophylle b chez feuilles des plantes de la variété galine non mycorhizée diminue significativement en fonction de l'augmentation des concentrations de NaCl seul ($r = -0.303^*$). La valeur de cette teneur en Chlorophylle b chez témoin est de $1,01 \pm 0,15$ mg/g de MF. Elle diminue en enregistrant une valeur de $0,67 \pm 0,12$ mg/g de MF dans les feuilles traitées au 150 meq de NaCl, et augmente légèrement au niveau du lot irrigué au 230 meq de NaCl seul.

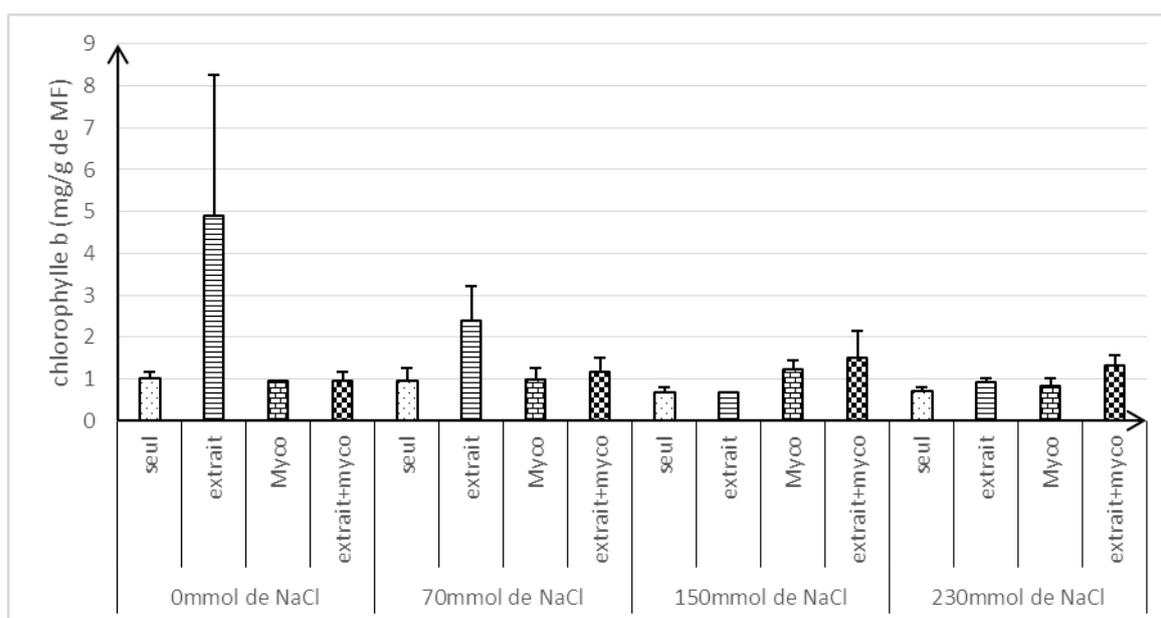


Figure 25 : teneur en Chlorophylle b des feuilles de la variété galine de l'aubergine *Solanum melongena* L. soumises aux traitements salins au NaCl en présence de l'extrait aqueux du *Chenopodium album* L et de l'inoculum mycorhizien.

Pour les deux variétés de l'aubergine, Les lots des plantes non inoculées par les champignons mycorhiziens de la variété galine de l'aubergine, irrigués à 230meq de NaCl seul, la teneur en chlorophylle b semble plus faible par rapport aux autres traitements de 230 meq de NaCl.

Les teneurs en chlorophylle b est élevée de façon significative de la variété galine de l'aubergine que classic ($r= 0,386^{**}$).

5-Teneur en Chlorophylle totale

Selon l'analyse de la variance montrée au Tableau (7), les concentrations salines affectent de manière très significative de la teneur en Chlorophylle totale dans les feuilles de l'aubergine ($p<0.001$). La nature du génotype utilisée provoque des variations notables de ce paramètre ($p<0.001$). Ainsi que La réponse aux concentrations de NaCl en présence ou en absence de l'extrait aqueux *Chenopodium album* L et de l'inoculum mycorhizien des deux génotypes est différente ($P<0.05$).

Cependant aucune distinction génotypique n'est observée à la suite de la conduite du stress salin seul.

Lorsque l'extrait aqueux de *Chenopodium album* L, est ajouté à la salinité, la teneur en Chlorophylle totale au niveau des feuilles des plantes de l'aubergine non inoculées par les champignons mycorhiziens varie de façon très significative ($p=0.001$).

Tableau 7: Analyse de variance ANOVA en seuil ($P= 0.05$) de la teneur en Chlorophylle totale des feuilles de deux génotype de l'aubergine (*Solanum melongena* L.) soumis aux traitements salins au NaCl en présence de l'extrait aqueux du *Chenopodium album* L et de l'inoculum mycorhizien.

Source	D	Sig
Na Cl	4,541	0,006
génotype	74,522	0,000
NaCl * génotype	0,708	0,551
NaCl* l'inoculum mycorhizien	0,996	0,400 ns
NaCl* l'inoculum mycorhizien* génotype	6,058	0,017
NaCl *extrait aqueux	6,058	0,001
NaCl *extrait aqueux * génotype	4,512	0,006

NaCl *extrait aqueux * l'inoculum mycorhizien	0,741	0,531 ns
Na Cl *extrait aqueux * l'inoculum mycorhizien* génotype	3,509	0,020

ns : non significative

Les résultats obtenus dans la figure 26, montre chez la variété classic de l'aubergine non mycorhizée, les variations de la teneur en Chlorophylle totale ne sont pas significatives en fonction de l'augmentation des concentrations de NaCl ($r=0.063$).

Le taux de Chlorophylle totale du témoin est de $0,96 \pm 0,14$ mg/g de MF. Il augmente, en inscrivant des valeurs qui oscillent entre $1,96 \pm 0,26$ mg/g de MF et $2,97 \pm 0,85$ mg/g de MF chez les plantes traitées respectivement à 70 et 150 meq de NaCl.

Cependant lorsque la concentration 230 meq de NaCl est appliquée, cette teneur diminue pour enregistrer $1,45 \pm 0,12$ mg/g de MF.

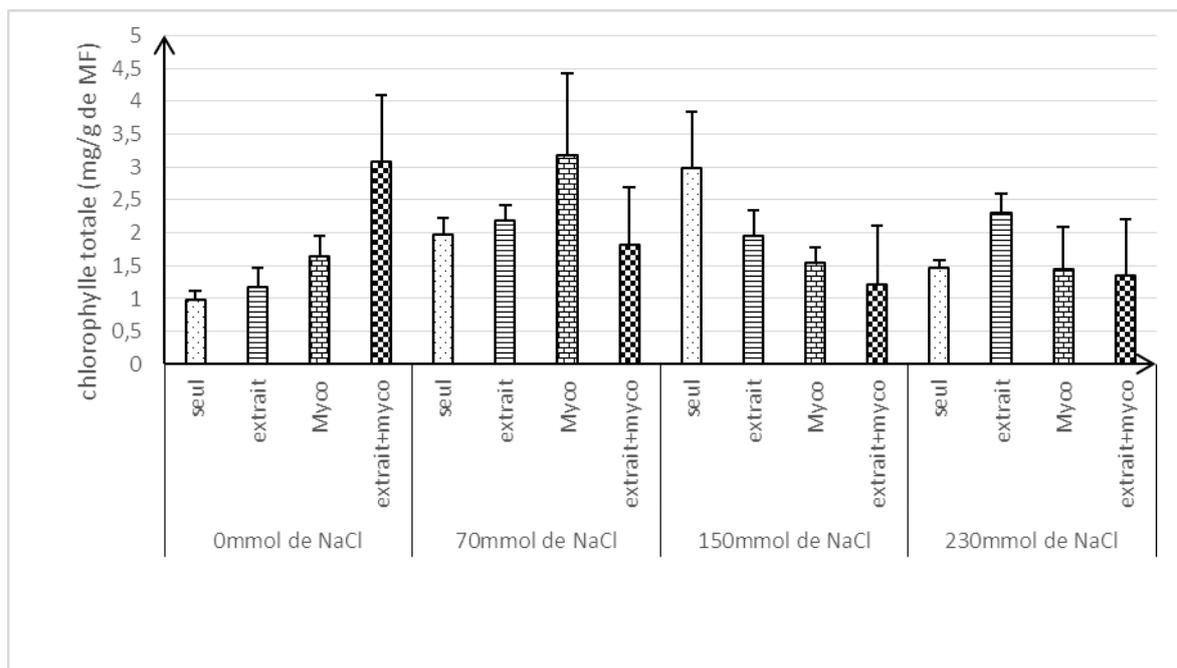


Figure 26 : teneur en Chlorophylle total des feuilles de la variété classic de l'aubergine *Solanum melongena* L. soumises aux traitements salins au NaCl en présence de l'extrait aqueux du *Chenopodium album* L et de l'inoculum mycorhizien.

Chez Les lots des plantes non inoculées par les champignons mycorhiziens, irrigués à 230 meq de NaCl en présence de l'extrait aqueux *Chenopodium album* L la teneur en

chlorophylle totale semble plus importante par rapport aux autres traitements de 230 meq de NaCl.

La figure 27 indique que la teneur en Chlorophylle totale chez feuilles des plantes de la variété galine non mycorhizée diminue significativement en fonction de l'augmentation des concentrations de NaCl seul ($p < 0,05$). La valeur de cette teneur en Chlorophylle totale chez le témoin est de $2,74 \pm 0,46$ mg/g de MF. Elle diminue pour enregistrer la même valeur chez les plantes non mycorhizées soumises aux concentrations 150 et 230 meq de NaCl avec 1.9 mg/g de MF.

Lorsque les concentrations 150 et 230 meq de NaCl sont appliquées en présence de l'extrait aqueux du *Chenopodium album* L sur les plantes mycorhizées de la variété galine de l'aubergine, la teneur en chlorophylle totale est importante par rapport aux autres traitements de 230 meq de NaCl.

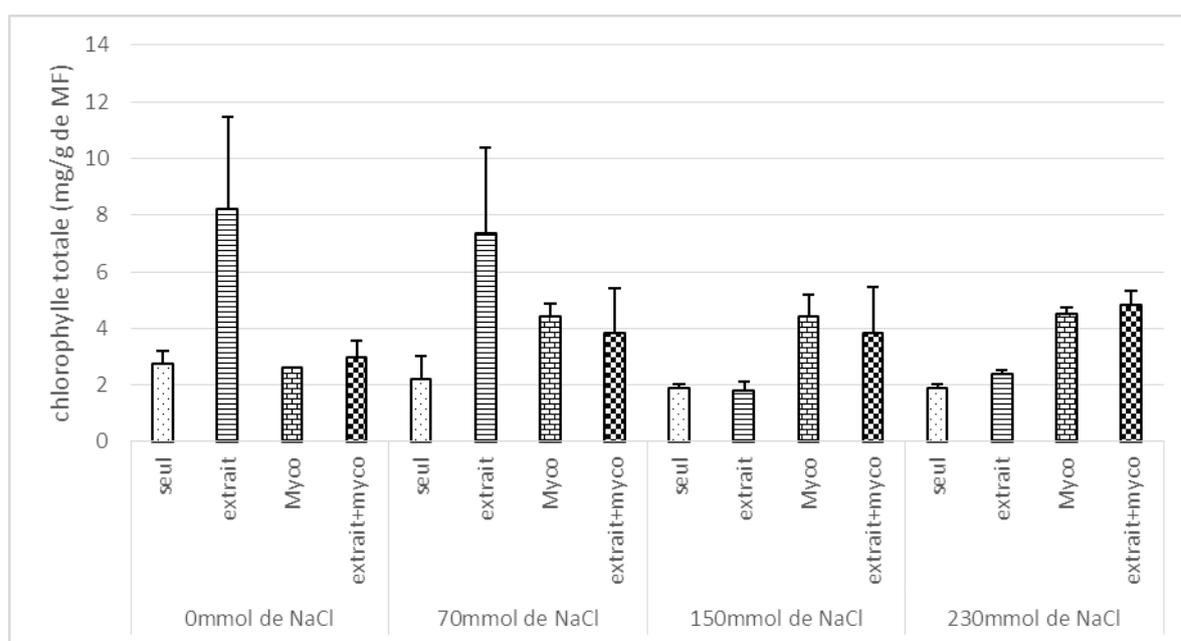


Figure 27 : teneur en Chlorophylle total des feuilles de la variété galine de l'aubergine *Solanum melongena* L. soumises aux traitements salins au NaCl en présence de l'extrait aqueux du *Chenopodium album* L et de l'inoculum mycorhizien.

Les teneurs en chlorophylle totale est élevée de façon significative de la variété galine de l'aubergine que classic ($r = 0,485^{**}$).

CHAPITRE IV

Discussion et Conclusion

Le stress abiotique constitue un facteur limitant responsable d'une perte de rendement estimée à plus de 50% pour les cultures les plus réponsives. Ces stress se traduisent par des changements morphologiques, physiologiques, biochimiques et moléculaires qui affectent négativement la croissance de la plante et sa productivité (Wang *et al.*, 2001).

BLUM (1989), indique que l'évaluation de la teneur en eau des tissus constitue un paramètre de référence de la prédiction du déficit hydrique qui s'exprime par des pertes de turgescence des tissus végétaux. Cette stratégie regroupe l'ensemble des mécanismes qui permettent à la plante de maintenir un potentiel hydrique élevé, évitant la déshydratation des tissus et le maintien de son métabolisme cellulaire. Cette situation peut s'opérer grâce à deux voies principales; la première consiste en une meilleure efficacité d'absorption de l'eau, à travers une modification de la dynamique de croissance (MUKHERJEE *et al.*, 1991).

L'étude de la tolérance au sel lors de la germination au début et à la fin de la croissance des plantes est importante pour déterminer les limites saline à chaque phase de développement (ZAPATA *et al.*, 2004).

Les biostimulants naturels pour la croissance des plantes sont intensément utilisés de nos jours pour la culture des plantes dans des conditions normales et défavorables (Taia A *et al.*, 2017). Les extraits des plantes ont également la capacité d'améliorer la tolérance au stress chez nombreuses espèces de plantes par augmentation de la concentration des molécules bioactives, notamment des antioxydants dans les plantes traitées (Bulgari *et al.*, 2015).

L'extrait de feuilles de l'espèce *Chenopodium album* L. montre une plus grande activité antioxydante importante (Abdul Hafeez Laghari *et al.*, 2011). la symbiose mycorhizienne à arbuscules, qui concerne plus de 80% des plantes terrestres et la quasi-totalité des plantes cultivées, permet à la fois une meilleure croissance et une meilleure résistance des plantes à de nombreux stress biotiques (Dalpé, 2005; Gianinazzi *et al.*, 2010; Pozo *et al.*, 2013) et abiotiques (Gianinazzi, 1982 ; Smith et Read, 2008 ; Debiane *et al.*, 2008; 2009; Campagnac *et al.*, 2010; Miransari *et al.*, 2010). Pour cette raison nous avons choisi à mener cette étude sur réponse biochimique de l'aubergine (*Solanum melongena* L.) à l'action de la salinité par l'application de chlorure de sodium (NaCl), en présence de l'inoculum mycorhizien et l'extrait aqueux du *Chenopodium album* L, afin de confirmer les résultats cités en dessus, concernant l'effet atténuant de la mycorhization et de l'extrait

aqueux des plantes ajoutés à la salinité, tout en essayant de déterminer le degré de tolérance de l'aubergine.

Les résultats enregistrés mènent aux conclusions suivantes :

-Au niveau des feuilles des plantes non mycorhizées des deux variétés, classic et galine de l'aubergine qui reçoivent la solution saline seule, la teneur en sucres solubles augmente de façon hautement significative en fonction de l'augmentation des concentrations de NaCl ($r=0.527^{**}$).

-Les teneurs en sucres solubles chez les plantes mycorhizées irriguées au NaCl en présence de l'extrait aqueux de *Chenopodium album* L sont significativement élevées par rapport aux autres traitements salins, en enregistrant une valeur maximale de $5,90\pm 0,72$ mg/g de MF lorsque la concentration est de 230meq de NaCl ($r=0.222^*$).

-Chez les deux variétés, lorsqu'on applique la concentration 230 meq de NaCl en présence de l'extrait aqueux de *Chenopodium album* L sur les plantes inoculées ou non inoculées par les champignons mycorhiziens, les taux des sucres solubles sont significativement élevés par rapport aux autres traitements ($p<0.01$).

-Les teneurs en sucres solubles sont élevées de façon très significative chez la variété classic de l'aubergine que galine ($r= - 0.418^{**}$).

Les processus de concentration des sucres solubles et/ou de proline dans les tissus foliaires des plantes stressées sont considérés par plusieurs auteurs comme 62 des bons osmorégulateurs (KAMELI et LOSEL, 1993) qui peuvent jouer un rôle plus important dans l'ajustement osmotique et l'adaptation des plantes à la sécheresse.

Selon une étude réalisée sur l'aubergine (Amira et *al.*, 2014), l'extrait d'algues pourrait diminuer l'effet d'un faible stress salin. Un biostimulant comme l'extrait aqueux de Moringa appliqué sur les cultures stressées permet de les aider à surmonter les effets négatifs du stress de pénurie d'eau (Taia A et *al.*, 2017).

L'un des principaux avantages des engrais organiques est la libération de nutriments disponibles dans le sol, à long terme (Eghball, 2002). Cet effet résiduel peut entraîner une augmentation de la production qui peut durer jusqu'à quatre ans après l'application de l'engrais organique (Wallingford et *al.*, 1975).

- Au niveau des feuilles des plantes non mycorhizées des deux variétés, classic et galine de l'aubergine qui reçoivent la solution saline seule, la teneur en proline augmente de façon hautement significative en fonction de l'augmentation des concentrations de NaCl ($r=0,442^{**}$).

L'accumulation de proline constitue ainsi un véritable mécanisme de tolérance à la sécheresse (SLAMA et BENSALÉM, 2004).

CLAUSSEN (2005), en travaillant sur la tomate en condition de stress salin et hydrique suggère que l'accumulation de proline serait due soit à une induction ou activation de l'enzyme impliquée dans la biosynthèse de la proline, ou à un abaissement de son oxydation en glutamate et une amélioration du turnover (renouvellement) des protéines.

- Pour les deux variétés de l'aubergine, l'application des concentrations 150 meq et 230 de NaCl en présence de l'extrait aqueux de *Chenopodium album* L sur les plantes inoculées ou non inoculées par les champignons mycorhiziens, montre que les taux de la proline sont significativement élevés par rapport aux autres traitements ($p < 0.05$).

- Les teneurs en proline sont élevées de façon très significative chez la variété classic de l'aubergine que galine ($r = -0.665^{**}$).

- Les biostimulants comme les micro-algues apparaissent également comme de bons fertilisants des sols pauvres puisqu'elles apportent notamment du potassium, de l'azote, éléments essentiels à la croissance végétale (Aziz et al., 2011).

- On remarque qu'il y a une diminution non significative de la teneur en chlorophylle a en fonction de l'augmentation des concentrations de NaCl chez les plantes mycorhizées de la variété classic ($r = -0,076$).

- Les teneurs en chlorophylle a est élevée de façon significative surtout chez les plantes mycorhizées de la variété galine de l'aubergine que classic ($r = 0,444^{**}$).

- la teneur en Chlorophylle b chez feuilles des plantes de la variété galine non mycorhizée diminue significativement en fonction de l'augmentation des concentrations de NaCl seul ($r = -0.303^*$)

- Sous le stress salin en présence ou en absence de l'extrait aqueux de *Chenopodium album* L, la teneur en Chlorophylle totale au niveau des feuilles des plantes de l'aubergine non inoculées par les champignons mycorhiziens varie de façon très significative ($p = 0.001$).

- Les teneurs en chlorophylle totale est élevée de façon significative de la variété galine de l'aubergine que classic ($r = 0,485^{**}$).

A l'instar de ces résultats discutés, on peut conclure en disant que, Les teneurs en sucres solubles et en proline chez les plantes mycorhizées irriguées au NaCl en présence de l'extrait aqueux de *Chenopodium album* L sont significativement élevées par rapport aux

autres traitements salins. Ainsi que la variété classic de l'aubergine répond mieux à ces deux paramètres en montrant une importante biosynthèse des sucres solubles et de la proline.

La teneur en Chlorophylle totale au niveau des feuilles des plantes de l'aubergine non inoculées par les champignons mycorhiziens varie de façon très significative.

Références Bibliographiques

Références Bibliographiques

- ABDUL HAFEEZ LAGHARI A,B , SHAHABUDDIN MEMON A,† , AISHA NELOFAR B , KHALID MOHAMMED KHAN C,† , ARFA YASMIN B., 2011.** Determination of free phenolic acids and antioxidant activity of methanolic extracts obtained from fruits and leaves of *Chenopodium album*. *Food Chemistry* 126 (2011) 1850–1855.
- ADA, 2011 American Diabetes Association (ADA).** http://www.diabetesforecast.org/2011/aug/eating-colorful-food-has-health_benefits.html Accessed 29 March 2018.
- ADA, 2015 ADA.** <http://www.diabetesforecast.org/2015/adm/diabetes-plate-method/foods-for-your-plate.html> Accessed 29 March 2018.
- ALEM.C, AMRIA.2005-** Importance de la stabilité des membranes cellulaires dans la tolérance à la salinité chez l'orge. Laboratoire de Protection et de Valorisation des ressources Naturelles, Fac des Scien et Tech. Errachidia, Maroc.
- AMIRA H, GHONAME A ,NAFEH A.,2014.** Alleviation of Salt Stress Adverse Effect and Enhancing Phenolic Anti-oxidant Content of Eggplant by Seaweed Extract March 2015, *Gesunde Pflanzen* Volume 67, Issue 1, pp 21-31.
- ANONYME (2006)** Conférence électronique sur la salinisation: Extension de la salinisation et stratégies de prévention et réhabilitation. Organisée et coordonnée par: IPTRID du 6 février au 6 Mars 2006, 20 p. antioxidative defense system and osmoprotectant accumulation, ” *Acta Physiologiae Plantarum*, vol. 32, No. 1, pp. 121 - 132.
- AVIO L., Cstaldini M., Fabiant A., Bedini S.,Sbrana C., Turrini A., Giovannetti ., 2013.** Impact of nitrogen fertilization and soil tillage on arbuscular mycoehizal fungal communities in a Mediterranean agroecosystem. *Soil biology & Biochemistry*, (67):285-2
- BELFAKIH Meriem BELFAKIH , IBRIZ Mohammed , ZOUAHRI Abdelmjid ..2013.** Effet de la salinite sur la Kapoor R ., Evelin H ., Mathur P. 2013 , Chapter 14 : Arbuscular Mycorrhiza : Approaches for Abiottic Stress Tolerance in Crop Plants for Sustainable Agriculture , p :3596-401.
- BELKHODJA M., BIDAI Y., 2004-** Réponse des graines d'*Atriplex halimus* L à la salinité au stade de la germination .Sécheresse, Vol.15 N°4 :331-335.
- BONIFACIO, A. (2003).** *Chenopodium* sp.: genetic resources, ethnobotany, and geographic 364 distribution. *Food Reviews International*, 19(1-2), 1-7.

- BRIGITTE. M, 2009:** Rawsome: Maximizing Health, Energy, and Culinary Delight with the Raw Foods Diet. ReadHow YouWant Edition, p 154-155.
- BULGARI, R., COCETTA, G., TRIVELLINI, A., VERNIERI, P., FERRANTE, A, 2015 :**Biostimulants and crop responses: a review. *Biol. Agric. Hortic.* 31, 1–17.
- CARINI, R., POLI, G., DIAZINI, M. U., MADDIX, S. P., SLATER, T. F., & CHEESMAN, K. H. (1990).** 371 Comparative evaluation of the antioxidant activity of alpha-tocopherol, alpha-tocopherol 372 polyethylene glycol 1000 succinate and alpha-tocopherol succinate in isolated 373 hepatocytes an Mota, C., Santos, M., Mauro, R., Samman, N., Matos, A. S., Torres, D., & Castanheira, I. (2016). Protein content and amino acids profile of pseudocereals. *Food Chemistry.* 193, 55–61d liver microsomal suspensions. *Biochemical Pharmacology*, 39, 1597-374 1601.
- CAVAGNARO T.R., GAO L.L., SMITH F.A., SMITH S.E., 2001.** Morphology of arbuscularmycorrhizas is influenced by fungal identity.*New Phytol.* (151):469-475.
- CERICOLA. F, PORTIS .E, LANTRI .S, TOPPIINO. L, BARCHI .L, ACCIARRI .N, PULCINI .L, SALA .T, -ROTINO .GL, 2014:** Linkage disequilibrium and genome-wide association analysis for anthocyanin pigmentation and fruit color in eggplant. *BMC Genomics*
- CHEN, H., & JIANG, J.G. (2010).** Osmotic adjustment and plant adaptation to environmental changes related to drought and salinity. *Environ. Rev.* 18 (NA) : 309-319.
- CHLUDIL, H. D., CORBINO, G. B., & LEICACH, S. R. (2008).** Soil quality effects on *Chenopodium* 382 album flavonoid content and antioxidant potential. *Journal of agricultural and food* 383 chemistry, 56 (13), 5050-5056.
- CHOPRA RN, CHOPRA IC, HANDA KL, KAPUR LD, 1958.** *Indigenous Drugs of India.* Calcutta, India: U. N. Dhur & Sons Private Limited.
- CLAUSSEN W., 2005 –** Proline as a measure of stress in tomato plants .*Plant Science* 168.241-248.
- COMAI, S., BERTAZZO, A., BAILONI, L., ZANCATO, M., COSTA, C. V. L., & ALLEGRI, G. (2007).** The content of proteic and nonproteic (free and protein-bound) tryptophan in quinoa and cereal flours. *Food Chemistry*, 100(4), 1350–1355
- CRAMER G.R., 2002-** Sodium-calcium interactions under salinity stress.In:“Salinity. Environment-Plants - Molecules”. Eds. A. Läuchli and U. Lüttge. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 205-227.
- CRONQUIST.A. 1981:** *An Integrated system of Classification of Flowering plants .* Columbia University press new York, 248-250.

- CRONQUIST.A. 1988:** The evolution and Classification of Flowering plants. New York Botanical Garden, Bronx.k.
- DADACH M., BOUKHARI S, MEHDADI Z., BENDIMERD F.Z.,LATRECHA ., BOUKER A., 2015** Reponsesbiochimiquite phesiologique de la luzerne aborescente (*Medicago arborea*). Au stress salin , Les Technologies De laboratoire ,9,(37) : page 9.
- DAUNAY, M.C., 2008.** Eggplant. In: Prohens, J., Nuez, F. (Eds.), Handbook of Plant Breeding: Vegetables II. Springer New York, New York, pp. 163–220.
- Daunay,M.C., Hazra, P., 2012.** Eggplant. Handb. Vegetables 257–322.Daunay, M.-C., 2008. Eggplant. Vegetables II Handbook of Plant Breeding. Springer, NewYork, NY, pp. 163–220.https://doi.org/10.1007/978-0-387-74110-9_5.Dennis, E.S., Ellis, J., Green, A., Llewellyn, D., Morell, M., Tabe, L., et al., 2008. Geneticcontributions to agricultural sustainability. Philos. Trans. R. Soc. Lond. B Biol. Sci.
- EGHBALL B. 2002.** Soil properties as influenced by phosphorus- and nitrogen-based manure and compost applications. Agron. J. 94:128–135.
- ELLISMA SWANDINI NUGRAHANI ,AND HARJOEDI ADJI TJAHJONOCITATION; 2013:** international Journal of Pediatric Endocrinology Extracts giving of purple eggplant (*Solanum melongena* L.) orally can lower blood serum levels of malondialdehyde of white rat (*Rattus novergicus*) wistar diabetes mellitus induced by aloxan.
- FAO., 2006.** Conférence électronique sur la salinisation extension de la salinisation et stratégies de prévention et réhabilitation, organisée et coordonnée par le programme international pour la technologie et la recherche en irrigation et drainage.12p.
- FAOSTAT, 2016.** FAO Statistical Database. (accessed 1.11.19).Farhad, T., Soleiman, J., Fahrul, H., 2015. High performant eggplant in vitro regenerationand organogenesis. Agroecol. J. 11, 24–29.
- FILHO, M. M. A., PIROZI, R. M., BORGES, S. T. J., SANT'ANA, P. M. H., CHAVES P. B. J., & COIMBRA, D. S. J. (2015).** Quinoa: Nutritional, Functional and Antinutritional Aspects, Critical Reviews in Food Science and Nutrition, DOI: 10.1080/10408398.2014.1001811.
- FORTIN J. A., PLENCHETTE C., PICHE´ Y., 2008.** Les mycorhizes. La nouvelle révolution verte.MultiMonde Quae. (Eds.), Québec, 131 p.
- G.J.H.GRUBBEN, O.A.DENTON ,2004 :** Ressources végétales de l’Afrique Tropicale
- G.J.M.GRUBBEN, 1977:** Tropical vegetable and their genetic resources, IBPGR, 23:34-

- G.MARCHOUX, P.GOGNALONS AND K.GEBRE SELASSIE, COORD , 2008**
:virus des solanacées:Du genome viral à la protection des cultures ,Edition Quae,paris,P.1,27 ,28.
- GARG N CHANDEL S., 2010.** Arbuscular mycorrhizal networks: process and fonctions. A review. *Agron. Sustain. De* (30): 581-599.
- GAVERIAUX J. P ., 2012.** Les Gomeromycota – Mycorhizes VAM et Geosiphonpyriformis (kützing) Wettstein. *Bull. Soc. Mycol. Nord Fr.* (92) :01-17.
- GIANINAZZI S., GOLLOTTE A., BINET M.N., VAN TUINEN D., REDECKER D., Giri B., Giang P.H ., Kumari R ., Prasad R., Sachedev M., Garg A.P., Oelmüller R., Verma A ., 2005.** Mycorhizrrhizosphere: Stratégies and Function. In Buscot F., Verma A ., (eds), *SoilBiology, Volume (3) Microorganisms in Soils: Roles in Genesis and Functions.* Springer-Verlag Berlin Heidelberg : 213-252 .
- GOLTAPEH E.M., DANESH R.Y., PRASAD R., VARMA A ., 2008 .** MycorrhizalFungi: WhatWe Know and WhatShouldWe Know ? *Mycorrhiza* (14): 155-366.
- GRUBBEN, G. (2004).** Légumes.
- HASEGAWA P.M., BRESSAN R.A., ZHU J.K .AND BOHNERT H.J .,2000.** Plant cellular and molecular reponses to high salinity . *Annu .Rev .Plant Physiol. Plant Mol .Biol .*;51 :463-499.
- HODGE, A., HELGASON, T.AND FITTER, A. H. 2010.** Mini-review : Nutritional ecology of arbuscular mycorrhizal fungi. *Fungal Ecology*, vol. 3, p 267-273.
<https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/2962?fgcd=&manu=&lfacet=&format=&co>
- J. BOSSER (2000),**Flore des Mascareignes: la Réunion, Maurice, Rodrigues, Paris, p.1,27,28[6] G.J.H. Grubben, O.A. Denton (2004), *Ressources Végétales de L'Afrique Tropicale 2 (PROTA); légume*, Wageningen, Pays-Bas, p. 548-553
- JACOBSEN, S. E., MUJICA, A., & JENSEN, C. R. (2003).** The resistance of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) to adverse abiotic factors. *Food Review International*, 19, 99–109.
- JANSEN PCM, 2004.** *Chenopodium album* L., Grubben GJH, Denton OA, eds. *Vegetables. Plant Resources of Tropical Africa (PROTA) 2:178-180*
<http://edepot.wur.nl/417517>
- JAVAID A., 2011.** Importance of Arbuscular Mycorrhizal Fungi in Phytoremediation of Heavy Metal Contaminated Soils. *Biomangement of Metal-Contaminated Soils* 125-141.

- JESHAJAHU ., 18 January 2018:** Eggplant By Lat. Solatium melongena, Solanaceae, Fr. Aubergine, Ger. Eierfrucht, It. Melanzana, Sp. Berenjena,. Nothmann Book Handbook of Fruit Set and Development 1st Edition
- JHADE, D., PAARAKH, P. M., & GAVANI, U. (2009).** Isolation of phytoconstituents from the leaves of 418 *Chenopodium album* Linn. *Journal of Pharmacy Research*, 2(7), 1192-1193.
- KAHLON, T. S, CHIU, M-C. M. & CHAPMAN, M. H., 2007 :** Steam cooking significantly improves in vitro bile acid binding of beets, eggplant, asparagus, carrots, green beans, and cauliflower. *Nutrition Research* 27, 750–755.
- KAMELI A., LOSEL D., 1993 -** Carbohydrates and water status in wheat plants under water stress. *New phytol.* Vol. 125, pp 609-614.
- KISHNAMOORTHY R., KIM K., KIM C., SA T., 2014.** Changes of arbuscular mycorrhizal traits and community structure with respect to soil salinity in coastal reclamation land. *Soil Biology & Biochemistry* (72) 1-10.
- LUGAN, 2008.** Phénotypage métabolique des réponses aux stress abiotiques chez *Arabidopsis thaliana* . Analyse fonctionnelle et intégrative du métabolome et phénotypage métabolique des réponses aux stress abiotiques chez *Arabidopsis thaliana*. Thèse de doctorat ; Université de Rennes.139 p.
- M. PITRAT, C. FOURY, COORD ., 2003 :** Histoire de légumes : Des origines à l'orée du XXI^e siècle, Edition INRA, Paris, P.260.
- MAHESHWARI JK, 1963.** The Flora of Delhi. New Delhi, India: CSIR.
- MAILLARD J. (2001)** Le point sur l'Irrigation et la salinité des sols en zone aride : Risques et Recommandations. *Handicap International*. Novembre 2001. 35p.
- MARLET, S. (2005)** Gestion de l'eau et salinisation des sols dans les systèmes irrigués Synthèse de l'atelier du PCSI sur : Vers une maîtrise des impacts environnementaux de l'irrigation. CIRAD/AMIS, Montpellier, France, n°40, pp. 12-23.
- MARLET,S .,2004,**Evolution des systèmes d'irrigation et gestion de la salinité des terres irriguées. *Projet INCO-WADEMED*. Actes du séminaire Modernisation de l'Agriculture irriguées, 11p.
- MEZNI et al., 2002 .** ALBOUCHI A., HAMZA M., 2002- Effet de la salinité des eaux d'irrigation sur la nutrition minérale chez trois variétés de Luzerne pérenne (*Medicago sativa*). *Agronomie* 22 :283-291).
- MIR, N. A., RIAR, C. S., & SINGH, S. (2018).** Nutritional constituents of pseudo cereals and their potential use in food systems: A review.*Trends in Food Science & Technology*. 75, 170-180.

- MOHSEN H., HAMRAOUNI L., CAGNAC O. ET BLUMWALD E ., 2011.** Mécanismes et stratégies cellulaires de tolérance à la salinité (NaCl) chez les plantes (Journal translation) . Proof (19) :124.p
- MORANT-MANCEAU A., PRADIER E. AND TREMBILN G., 2004.** Osmotic adjustment ,gas exchanges and chlorophyll fluorescence of a hexaploide triticales and its parental species Under Salt stress. *J. Plant Physiol* : 161.25-33.
- MUKHEREJEE S., BRAHMACHARI S.K. AND SARKAR H.K., 1991-** Variability study of root system in breed wheat (*Triticum aestivum* L.) at normal and restricted irrigation regimes. *Environment and Ecology* 9, p. 739-743.
- N.C.CHEN, H.M.LI., 2000:** Cultivation and breeding of eggplant, Asian veDevelopment center
- NADEEM S.M., MAQSHOOF A., ZAHIR A.Z., JAVAID A ., ASHRAF M., 2014.** The role of mycorrhizae and plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) in improving crop productivity under stressful environments. *Biotechnology Advances* (32) 429-448.
- NASIR- KHAN, M. H., SIDDIQUI, F., MOHAMMAD, M., NAEEM, M., & MASROOR, A. K. (2010).** Calcium chloride and gibberellic acid protect linseed (*Linum usitatissimum* L.) from NaCl stress by inducing antioxidative defense system and osmoprotectant accumulation, ”*Acta Physiologiae Plantarum*, vol. 32, No. 1, pp. 121- 132.
- NAUJEER, H.B., 2009:** Morphological diversity in eggplant (*Solanum melongena* L.), their related species and wild type conserved at the National gene bank in Mauritius. Master’s thesis. <CBM Swedish Biodiversity Center.
- NAVARRO A.R and Rubio F., 2006.** High-affinité potassium and sodium transport Systems in plants .*Journal of Expérimental Botany* : 57(5) :1149-1160.
- NISHA,P., ABDUL NAZAR, P. & JAYAMURTHY. P., 2009:** A comparative study on antioxidant activities of different varieties of *Solanum melongena*. *Food and Chemical Toxicology* 47, 2640–2644.
- NODA, Y., KNEYUKI,T., IGARASHI, K., MORI, A. & PACKER, L.,2000:** Antioxidant activity of nasunin, an anthocyanin in eggplant Peels. *Toxicology* 148, 119–123
- PARTAP, T., JOSHI, B. D., & GALWEY, N. W. (1998).** Chenopods. *Chenopodium* spp. Promoting the 433 conservation and use of underutilized and neglected crops. 22. Institute of Plant Genetics 434 and Crop Plant Research, Gatersleben. International Plant Genetic Resources Institute, 435 Rome.

- PASKO, P., BARTON, H., ZAGRODZKI, P., GORINSTEIN, S., FOLTA, M., & ZACHWIEJA, Z. (2009).** Anthocyanins, total polyphenols and antioxidant activity in amaranth and quinoa seeds and sprouts during their growth. *Food Chemistry*, 115(3), 994-998
- PATRICIA ERARD, CTIFL ., 2003 :** l'aubergine, Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes .p32.
- PORCEL R ., aroca r., ruiz -lozano j.m., 2012.** Salinity stress alleviation using arbuscular mycorrhizal fungi .*Agron Sustain .Dev* (32) :181-200.
- REINHARDT CF, MEISSNER R, LABUSCHAGNE N, 1994.** Allelopathic interaction between *Chenopodium album* L. and certain crop species. *South African Journal of Plant and Soil*, 11(1):45-49
- ROZEMA, J. & FLOWERS, T. (2008).** Crops for a salinized world. *Science* 322, 1478-1480. Guerrouj k., bouterfas m., abdelmoumen h., boukroute a., missbah el idrissi m.,2015. Prétraitement des graines de la luzerne arborescente (*medicago arborea* l.) Et influence de la salinité et de la température sur leurs germinations. *Revue « nature & technologie »*. N° 13 : 41 - 46.
- SALAMA S ; TRIVEDI S ; BUSERA M ; ARAFA A.A ; GARAB G. AND ERDEI L ;1994-** Effects of NaCl salinity on growth, cation accumulation, chloroplast structure and function in wheat cultivars differing in salt tolerance. *J. Plant Physiol.* 144 : 241-247.
- SANCHEZ-CALDERON L., CHACON-LOPEZ A., PE´REZ-TORRES C.A., HERRERA-ESTRELLA L., 2010.** Phosphorus: Plant Strategies to Cope with its Scarcity. In Hell. R et Mendel R.-R (eds.), *Cell Biology of Metals and Nutrients*, Plant Cell Monographs, Springer-Verlag Berlin Heidelberg :173-198.
- SMITH S E., READ D J., 2010.** Mycorrhizal Symbiosis. 3ième édition. New York .Elsevier .pp800
- SMITH SE, READ DJ (1997)** Mycorrhizal symbiosis. Academic Press, Inc San Diego California. ISBN 0-12-652840-3.
- SRIVASTAVA AK, 1967.** Ecological studies of *Chenopodium album* L. *Annals of Arid Zone*, 6(2):212-214.
- TAIA A. ABD EL-MAGEEDA,, WAEL M. SEMIDA , MOSTAFA M. RADY, 2017.** Moringa leaf extract as biostimulant improves water use efficiency, physio-biochemical attributes of squash plants under deficit irrigation. *Agricultural Water Management* 193 (2017) 46–54.
- TANJI KENNETH K., 2002.** Salinity in The Soil Environment .*U.S.A Pp :1 P :31.*

-TODARO, A., CIMINO, F., RAPISARDA, P., CATALANO, A.E., BARBAGALLO, R. N. & SPAGNA G., 2009: Recovery of anthocyanins from eggplant peel. Food Chemistry 114, 434,439.

-USDA (2015). United States Department of Agriculture. National Nutrient Database for 514 Standard Reference Release, 28, Basic Reports.

-USDA ARS, 2018 USDA ARS (United States Department of Agriculture Agricultural Research Service), National Nutrient Database for Standard Reference Release 28 (https://ndb.nal.usda.gov/ndb/.nt=&max=50&offset=&sort=default&order=asc&qlookup=eggplant&ds=&qt=&qp=&qa=&qn=&q=&ing=/ Accessed 14 March 2018.

-WALLINGFORD, G.W., L.S. MURPHY, W.L. POWERS, AND H.L. MANGES, 1975. Disposal of beef-feedlot manure: Effects of residual and yearly applications on corn and soil chemical properties. J. Environ. Qual. 4:526–531.

-WATT JM, BREYER-BRANDWIJK MG, 1962. The Medicinal and Poisonous Plants of Southern and Eastern Africa. Edinburgh and London, UK: E & S Livingstone Ltd.

-YAMATO M., IWASAKIM., 2002. Morphological types of arbuscularmycorrhizal fungi in roots of understory plants in Japanese deciduous broadleaved forests. *Mycorrhiza*, (12) :291-296.

-ZAPATA PJ, SERRANO M, PRETEL MT, AMOROS A, BOTELLA MA., 2004- Polyamines and ethylene changes during germination of different plant species under salinity. Plant Sci., 167: 781-788.

-ZHU J.K., 2002 .salt and drought stress signal transduction in plants .Annual Review of plant Phesiology and Plant Molecular Biology, 53 : 247-273.

Résumés

Cette étude porte sur la réponse biochimique de l'aubergine (*Solanum melongena* L.) à l'action de la salinité par l'application de chlorure de sodium (NaCl) aux trois concentrations croissantes (70 mM et 150 mM et 250 mM) en présence de l'inoculum mycorrhizien et l'extrait aqueux du *Chenopodium album* L. Les paramètres biochimiques ont concerné la teneur en proline, en sucres solubles et en chlorophylles. Les résultats obtenus montrent que les teneurs en sucres solubles et en proline chez les plantes mycorrhizées irriguées au NaCl en présence de l'extrait aqueux de *Chenopodium album* L sont significativement élevées par rapport aux autres traitements salins. Ainsi que le génotype classic de l'aubergine répond mieux à ces deux paramètres en montrant une importante biosynthèse des sucres solubles et de la proline. La teneur en Chlorophylle totale au niveau des feuilles des plantes de l'aubergine non inoculées par les champignons mycorrhiziens varie de façon très significative.

Mots clé : *Solanum melongena* L., réponse biochimique, *Chenopodium album* L, chlorure de sodium , l'inoculum mycorrhizien, génotype.

Abstract :

This study examined the biochemical response of eggplant (*Solanum melongena* L.) to the action of the salinity of sodium chloride application (NaCl) at three increasing concentrations (70 mM and 150 mM and 250 mM) in presence of the mycorrhizal inoculum and the aqueous extract of *Chenopodium album* L. The biochemical parameters concerned the content of proline, soluble sugars and chlorophylls. The results obtained show that the contents of soluble sugars and proline in mycorrhizal plants irrigated with NaCl in the presence of the aqueous extract of *Chenopodium album* L are significantly elevated compared to the other saline treatments. As well as the classic genotype of aubergine responds better to these two parameters by showing an important biosynthesis of soluble sugars and proline. The total leaf chlorophyll content of aubergine plants not inoculated with mycorrhizal fungi varies very significantly.

Key words: *Solanum melongena* L., biochemical response, *Chenopodium album* L, NaCl, mycorrhizal inoculum, genotype.

ملخص:

بحث هذه الدراسة استجابة البيوكيميائية من الباذنجان لعمل الملوحة بتطبيق كلوريد الصوديوم (كلوريد الصوديوم) في ثلاثة تركيزات متزايدة (70 ملم و 150 ملم و 250 ملم) في وجود لقاح الميكوريزا والمستخلص المائي لألبوم تتناول المعلمات الكيميائية الحيوية محتوى البرولين والسكريات الذائبة والكلوروفيل. أظهرت النتائج التي تم الحصول أن في وجود المستخلص NaCl عليها أن مستويات السكريات القابلة للذوبان والبرولين في نباتات الفطريات المرورية ب المائي لألبوم مرتفعة بشكل كبير مقارنة بمعالجات المالحة الأخرى. كذلك يستجيب النمط الوراثي الكلاسيكي للباذنجان بشكل أفضل لهذه المعلمات من خلال إظهار التخليق الحيوي المهم للسكريات الذائبة والبرولين. إجمالي محتوى كلوروفيل الأوراق في نباتات الباذنجان غير الملقحة بفطريات الميكوريزا يختلف بشكل كبير

الكلمات المفتاحية ،سولانوم ميلونجينا، الاستجابة الكيميائية الحيوية ،كلوبوديوم البوم ، اللقاح الفطري ، التركيب الوراثي ،كلوريد الصوديوم

