

# الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université Ibn Khaldoun–Tiaret-  
Faculté des Sciences de la nature et de la vie  
Département Sciences de la Nature et de la Vie



Mémoire de fin d'études En vue de l'obtention du diplôme de Master académique

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences biologiques

Spécialité : Génétique moléculaire et amélioration des plantes

Présenté par :

BOUAZZA HABIBA

BOUAZZA ILHAM

## Thème

La réponse biochimique et physiologique de la germination des  
graines de l'aubergine (*solanum melongena* L.) à l'action de salinité.

Soutenu publiquement le : 17 /09/ 2020

### Jury :

Président : M. BOUBEKEUR M.  
Encadrant : M. CHOUHIM K.  
Co-encadrant : M. BOUFARES KH.  
Examineur : M. ZEMOUR K.  
Examineur : M. MELIANI K.

Année universitaire 2019 / 2020

# REMERCIEMENTS

Nous adressons en premier lieu notre reconnaissance à **ALLAH** notre **DIEU** tout puissant, de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire.

Nous exprimons nos profonds remerciements à notre promoteur, le professeur **CHOUHIM KADDA MOHAMED EL AMINE** pour l'aide qu'il nous a apportée, pour sa patience et la disponibilité dont il a fait preuve à notre égard et de son œil critique qui nous a été très précieux pour structurer le travail et pour améliorer la qualité des différentes sections de notre mémoire, nous le remercions vivement et nous espérons que nos efforts et nos résultats ont été à la mesure de son attente.

Nous tenons à remercier notre Co-promoteur, le professeur **BOUFARES KHALED**, qui a bien codirigé et orienté efficacement le déroulement du travail ainsi pour la formation qu'il nous a assuré.

Nous tenons également à remercier les membres du jury, qui ont bien voulu accepter de porter leur jugement sur ce modeste travail que nous souhaitons à la mesure de leur satisfaction.

Nos remerciements s'étendent aussi à tous nos **Professeurs** qui nous ont enseigné et qui par leur compétence nous ont soutenu dans la poursuite de nos études et qui ont contribué à ce couronnement.

Nos remerciements s'étendent aussi à Mme **ABDELHAMID KAWTHAR** pour l'aide qu'il nous a apportée dans notre travail.

Nos derniers remerciements, mais non les moindres s'adressent à tous mes amies de la promotion 2020, pour avoir beaucoup de sollicitudes et de chaleur humaine dont nous avons tant besoin.

Et en fin, nous tenons à remercier tous ceux qui ont contribué de loin ou de près à la réalisation de ce travail.

# DEDICACE

A la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur, **Maman** que j'adore.

A l'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, à toi mon **Père**.

Aux personnes dont j'ai bien aimé la présence dans ce jour, à tous mes chers frères **Hamza, Ilyase et Ayoub** et mes chères sœurs **Amel, Nassima, Aicha, Sihem, Karima et Hafsa**.

A mon binôme dans cette travaille et mon chères amis **Ilham**.

Je dédie ce travail dont le grand leurs revient en premier lieu pour leurs conseils, aides, et encouragements.

Aux personnes qui m'ont toujours aidé et encouragé, qui étaient toujours à mes côtés, et qui m'ont accompagné durant mon chemin d'études supérieures, **Nour El houda, Sara, Nadia, Wafaa, Amira, Fatima, Djihane, Baya et Djamila**

A mes aimables amis **Abdou, Yacine et Mohamed**

A toute mes collègues la long de mes études et toute la promotion de master de la **Génétique moléculaire et amélioration des plantes** de l'année universitaire 2019/2020.

*HABIBA*

# DEDICACE

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

A mes parents : le plus merveilleuse de toutes dans le monde **Maman** et **Papa** qui m'a soutenu durant toutes années d'étude.

A mon frère : **Nassim**.

A mes sœurs : **Fatima, Soundous, Afaf, Amina** et **Marwa**.

A mon binôme et ma sœur **Habiba**.

A ma grande famille : **Bouazza**.

A mes amis : **Saida, Fatima, Ahlem, Meriem, Zohra, Samia, Ahmed** et **Fatiha**.

A mon fiancé **Amin**.

A toutes les personnes qui sont très chers à mon cœur pour leur encouragement et leur soutien.

*Ilham*

## Résumé

Cette étude réalisée s'inscrit dans une problématique traitant l'effet de la salinité sur le comportement biochimique et physiologique des graines du génotype galine hybride F1 de l'aubergine (*Solanum melongena* L.) au cours de la phase de germination et le développement végétatif précoce. À cet effet, un génotype est conduit sous quatre régimes de salinité à base de chlorure (Na Cl) de sodium aux quatre concentrations croissantes (0, 50, 100, 200mM).

Les résultats de plusieurs travaux, démontrent que l'activité est supérieure après 48h de mise en germination, par rapport à celle estimée après 24h de germination. Les variations de l'activité de l' $\alpha$ -amylase extraite en premier temps des graines mise en germination ne sont pas influencées par les différents traitements salins. L'activité amylasique après 48h de mise en germination est fortement influencé par la variabilité génétique. Les traitements osmotiques appliqués conditionnent de manière très prononcé l'activité des amylases. Les variations de l'élaboration des sucres solubles des graines mises en germination sont fortement influencées par les différentes concentrations salines au NaCl et dépendent aussi de la nature du génotype.

### Mots-clés :

*Solanum melongena* L., germination, salinité, amidon,  $\alpha$ - amylases, sucres réducteurs, activité enzymatique, Na Cl, génotypes.

## **Abstract**

This study is part of an issue dealing with the effect of salinity on the biochemical and physiological behavior of seeds of the F1 hybrid galine genotype of eggplant (*Solanum melongena* L.) during the germination phase and vegetative development. Early. To this end, a genotype is carried out under four salinity regimes based on sodium chloride (Na Cl) at four increasing concentrations (0, 50, 100, 200mM).

The results of several studies show that the activity is greater after 48 hours of germination, compared to that estimated after 24 hours of germination. Changes in  $\alpha$ -amylase activity first extracted from germinating seeds are not influenced by different salt treatments. The amylase activity after 48 hours of germination is strongly influenced by genetic variability. The osmotic treatments applied very strongly condition the activity of amylases. The variations in the elaboration of soluble sugars from germinating seeds are strongly influenced by the different NaCl salt concentrations and also depend on the nature of the genotype.

## **Keywords :**

*Solanum melongena* L., germination, salinity, starch,  $\alpha$ - amylases, reducing sugars, enzymatic activity, Na Cl, genotypes.

## ملخص

هذه الدراسة جزء من قضية تتناول تأثير الملوحة على السلوك البيوكيميائي والفسيوولوجي لبذور النمط الوراثي الهجين جالين

F1 من الباذنجان (*Solanum melongena*, L)

بأربعة خلال مرحلة الإنبات والتطور الخضري. ميكرا. تحقيقاً لهذه الغاية ، يتم إجراء النمط الجيني في إطار أربعة أنظمة ملوحة تعتمد على كلوريد الصوديوم تركيزات متزايدة (0 ، 50 ، 100 ، 200 ملي مولار)

تظهر نتائج العديد من الدراسات أن النشاط يكون أكبر بعد 48 ساعة من الإنبات، مقارنة بالنشاط المقدر بعد 24 ساعة من الإنبات. لا تتأثر التغييرات في نشاط

### $\alpha$ -amylase

المستخلص أولاً من البذور النابتة بمعالجات الملح المختلفة. يتأثر نشاط الأميليز بعد 48 ساعة من الإنبات بشدة بالتنوع الجيني ، فالمعالجات التناضحية المطبقة تؤثر بشدة على نشاط الأميلاز. تتأثر الاختلافات في تطوير السكريات القابلة للذوبان من البذور النابتة بشدة بتركيزات ملح كلوريد الصوديوم المختلفة وتعتمد أيضاً على طبيعة التركيب الوراثي

### الكلمات الدالة

سولانوم ميلونجينا ,الانبات , الملوحة , النشاء ,الفا اميلاز ,سكر مرجع ,النشاط الانزيمي ,كلوريد الصوديوم ,الجينيات .

## Liste des abréviations

**mm** : Millimètre.

**an** : Une année.

**%** : Pourcentage.

**Mt** : Tonnes métriques.

**FAO** : Food and Agriculture Organization of the United Nations

**Cm** : Centimètre

**m** : Mètre.

**PH** : Potentiel d'Hydrogène.

**g/m<sup>2</sup>** : gramme par mètre carré.

**T/ha** : Tonnes/hectare.

**Na Cl** : Chlorure de sodium.

**meq/L** : Milliéquivalent par litre.

**g/L** : gramme par litre.

**ml** : millilitre.

**SPSS**: Statistical package of social science.

**mmol** : millimole.

**MS** : matière sèche.

**nm** : nanomètre.

**g** : gramme.

**ml** : millilitre.

**mg** : milligramme.

**µl** : microlitre.

**l**: litre.

**mM** : millimole.

**N** : normalité.



**K** : potassium.

**Na** : sodium.

$\lambda$  : longueur d'onde.

**F** : Test de Fisher.

**h** : heure.

**MPa** : Mega pascal.

**MF** : Matière fraîche.

**GA3** : Gibbérellines.

**r** : Coefficient de corrélation de Pearson.

# Liste des tableaux

Tableau 1 : Les milieux de germination avec les différentes concentrations salines.....21

# Liste des figures

Figure 1 : Plante de l'aubergine ( <i>Solanum melongena</i> L.) Photo originale 2020 .....	4
Figure 2 : Jeune fruit d'aubergine et Fleur d'aubergine à cinq pétales (Chérifa B, 2014).....	6
Figure 3 : Plant d'aubergine cultivées sous serre (Chérifa B, 2014).....	7
Figure 4 : Principaux pays producteurs d'aubergine selon les statistiques .....	9
Figure 5 : Facteurs influençant la germination d'une graine .....	12
Figure 6 : Courbe théorique d'imbibition d'une semence selon (Côme, 1982) .....	13
Figure 7 : Graines la variété galine hybride F1 de l'aubergine ( <i>Solanum melongena</i> L.), fournie par la société CLAUSE. ....	19
Figure 8 : Disposition des graines d'aubergines ( <i>Solanum melongena</i> L.) de la variété « galine » dans la boîte de Pétri. (Photo originale 2020).....	20
Figure 9 : Répartition des boîtes de pétri dans l'étuve. ....	20

## **Table des matières**

Introduction .....	1
--------------------	---

### **Synthèse bibliographique**

Chapitre 01 : Aubergine .....	4
1. Généralité sur l'aubergine .....	4
1.1. Origine.....	5
1.2. Description botanique.....	5
1.3. Systématique .....	6
1.4. Exigences écologiques.....	7
1.5. Culture .....	7
1.6. Usages .....	8
1.7. Importance économique et production mondiale .....	8
1.8. Maladies et ennemies .....	9
Chapitre 02 : La germination.....	11
2. Généralité sur la germination .....	11
2.1. Les facteurs de la germination.....	11
2.2. Les phases de germination .....	12
2.3. Les paramètres biochimiques .....	13
Chapitre 03 : La salinité .....	15
3. Généralité sur la salinité des sols .....	15
3.1. Origine de la salinisation des sols .....	15
3.2. Effet de la salinité sur les plantes .....	16
3.3. Effet de la salinité sur le comportement biochimique de la plante.....	18

### **Partie expérimentale**

Chapitre 04 : Matériel et méthodes .....	19
1. Objectif de l'étude .....	19
2. Matériel végétal.....	19

3. Condition et réalisation de l'essai .....	19
3. Traitements statistiques .....	25
Chapitre 05 : Résultats et discussions .....	25
I-Résultats.....	25
II- Discussions.....	27
Conclusion.....	30

# **Introduction**

### Introduction

La réduction progressive du couvert végétal dans les régions arides et semis arides, sous l'effet de la désertification et l'érosion du sol devient de plus en plus un problème majeur dans écosystèmes de ces régions. (MARTINEZ et al, 2005)

La salinité du sol et de l'eau constitue le problème majeur dans beaucoup des pays du monde. Elle est considérée comme le principal facteur abiotique qui limite la productivité végétale et le rendement agricole (Rozema et al, 2008) (Abd-Latef, 2010) . Dans les écosystèmes arides et semi arides, la salinité résulte des fortes évaporations d'eau à partir du sol et d'une fluctuation de la pluviométrie. (ZOUAOUI et al, 2019)

L'Algérie est un pays aride à semi-aride (AUBERT, 1975). La surface aride occupe environ 95% des terres (moins de 400 mm/an) dont 80% sont hyper arides (moins de 100 mm/an) (HALITIM, 1985). Dans ces zones l'apport d'eau par irrigation a entraîné une augmentation et une extension de la salinité des sols. (DAOUD, 1993)

En effet la salinité réduit généralement la germination aussi bien chez les glycophytes, que les halophytes. (Debez et al, 2001)

L'aubergine est originaire de l'Asie du sud, son nom indien **Brinjal** a été progressivement altéré d'une langue latine à l'autre : **beringela** (potugais), **berengena** (espagnol), **merinjano** (provençal), **melanzana** (italien), **alberginya** (catalan), aubergine (français) et **baadanjaan** (arabe) (Messiaen et al, 2009) .c'est le septième légume le plus consommé au monde (Hamon, 2001). Elle est d'une importance économique considérable en Asie, en Afrique et dans les régions subtropicales (Inde, Amérique centrale), mais est aussi cultivée dans certaines régions tempérées comme la zone méditerranéenne et le sud des Etats-Unis. (Sihachakr et al, 1993)

Plus faible que celle de la tomate, sa valeur nutritionnelle est cependant comparable à celles des autres légumes (Grubben, 1977) . Son poids frais se compose de 92,7% d'eau, de 1,4% de protéines, de 1,3% de fibres, de 0,3% de lipides, de 0,3% de sels minéraux, les 4% restant regroupant d'autres carbohydrates et des vitamines (A et C). (Khan R, 1979)

L'aubergine est sensible à de nombreuses maladies et parasites, en particulier à des flétrissements bactérien (*Ralstonia*) et fongiques (*Fusarium*, *Verticillium*), aux nématodes et à certains insectes (Sihachakr et al, 1994). Elle présente des résistances partielles à la plupart de ces pathogènes mais souvent à des niveaux insuffisants (Messiaen, 1989) (Daunay et al, 1991) L'introduction de gènes de résistance est donc, avec l'amélioration du rendement et de la qualité du fruit, un des objectifs principaux de la sélection traditionnelle et des biotechnologies.

L'aubergine la plus connue est le (*Solanum melongena* L.) largement cultivée en Asie (78% de la production mondiale) et dans une moindre mesure mais toujours importante dans le bassin méditerranéen, y compris la Turquie (environ 19% de la production mondiale) (**EGGNET, 2005**). La production mondiale d'aubergines est passée de 18 millions de Mt en 1995 à 30,5 millions de Mt en 2005 (**FAOSTAT, 2005**), les pays d'Asie et de la méditerranée étant parmi les principaux producteurs.

L'aubergine a été employée pour le traitement médicinal à la maison au Japon. En outre l'aubergine possède une activité antimicrobienne, antitumorale, anticarcinogénique. Il a été montré que les polyphénols des aubergines empêchent la mutagénicité des amines hétérocycliques. Précédemment, il a été rapporté que divers composés du jus d'aubergine présentent des propriétés antimutagéniques comparées à d'autres légumes (**Yoshikawa et al, 1996**). Le fruit d'aubergine est très peu calorique et riche en fibres, c'est une alliée pour mincir et éviter le cholestérol (**Selena, 2008**). Car, outre son faible apport calorique, la richesse en fibres de l'aubergine facilite l'amincissement tout en rendant service à de nombreux égards. En effet, **sa pectine** gonfle dans l'estomac, formant un gel qui capture une partie des sucres et des graisses absorbés au cours du repas, tout en régulant le transit intestinal. Ce légume est donc tout indiqué en cas d'excès de cholestérol, de diabète (car les sucres rejoignent moins rapidement le flot sanguin) et de constipation. Les feuilles, employés en cataplasme, sert à soigner les abcès, les brûlures, les dartres ou encore les hémorroïdes. En Orient, on utilise de la poudre d'aubergine mélangée à du sel de mer pour blanchir les dents. (**Lacoste, 2012**)

L'aubergine a des propriétés antiseptiques, diurétiques et hémostatiques. Il permet de dissiper la chaleur toxique de l'organisme et améliore la circulation sanguine. Il est utilisé pour soulager la colite, la douleur, l'hypertension et les ulcères d'estomac (**Brigitte, 2009**). Il améliore la digestion et aide à prévenir le risque des maladies dégénératives, les maladies cardiovasculaires. (**Kahlon et al, 2007**)

C'est dans le contexte d'appréhender la réponse et le comportement de *Solanum melongena* L. Sous stress salin, que s'inscrit notre travail pour avoir une idée sur sa tolérance au sel au stade germination à travers des différents paramètres biochimiques et physiologiques.

Donc nous posons les questions suivantes :

- 1-Y-a-t-il un effet de salinité sur la germination des graines de *Solanum melongena* L. ?
- 2-A qu'elle concentration l'espèce peut résister ?

Pour répondre aux questions posées nous proposons dans une première partie une revue bibliographique comportant quatre chapitres :

Première chapitre : Généralité sur l'aubergine (*Solanum melongena* L.)

Deuxième chapitre : La germination.

Troisième chapitre : La salinité.

Et dans la deuxième partie une revue expérimentale comportant les étapes suivantes :

- 1- Matériel et méthode
- 2- Analyse des résultats
- 3- Discussion et conclusion



# **Synthèse bibliographique**

## **Chapitre 01 : Aubergine**

**Chapitre 01 : Aubergine****1. Généralité sur l'aubergine**

L'aubergine (*Solanum melongena* L.) de l'ordre solanales et de la famille solanaceae (ANONYME, 2002). Est l'un des légumes les plus importants au monde après la pomme de terre, tomate (Maghfoer et al, 2013), les fruits d'aubergines sont devenus largement utilisés comme aliment, complément alimentaire et les parties végétatives de la plante comme les pédoncules, les racines, les tiges et les feuilles sont utilisées pour guérir divers aliments tels que les abcès, les hémorragies intestinales et les maux de dent (Daunay et Janick, 2007) (Meyer,Bamshad,Fuller et Litt, 2014) (Scorsatto et al, 2019).

L'aubergine cultivée sur plus de 1,7 million d'hectares dans le monde (FAO, 2005). La chine, L'inde, le Bangladesh, le Népal et le Sri Lanka, représentent 80% de sa superficie de production dans le monde (FAO, 2005) et comprennent une grande diversité génétique et phénotype. (Fukuoka et al, 2010)



**Figure 1** : Plante de l'aubergine (*Solanum melongena* L.) Photo originale 2020

### 1.1. Origine

Les aubergines sont largement réparties sur les continents d'Asie, d'Afrique et d'Amérique du sud. L'espèce d'aubergine la plus connue est *solanum melongena*, L également appelée aubergine ou brinjal (EGGNET, 2005). Sa biodiversité est large dans les pays africains et asiatiques (Daunay et Lester, 1988), mais il y a eu une érosion génétique notable dans Indonésie, Thaïlande et Malaisie, en raison de l'utilisation préférentielle de variétés à haut rendement (Lester et Hasan, 1991) (Collonnier et al, 2001). Cette culture de solanacée est aujourd'hui plus importante en chine, en inde, en Asie du sud-est, en Afrique du nord et dans la région méditerranéenne. Les pays tropicaux (Lawande et Chavan, 1998). (Lester et Hasan, 1991) Et (Lester et Daunay, 2003) croient que les ancêtres ainsi que les plus proches parents sauvages de *S.melongena* sont probablement originaires de la végétation de savane des régions équatoriales vallonnées de l'Afrique de l'Est, où la diversité de la topographie, et donc des climats et des sols, a conduit à l'évolution de différents espèces *S.scabrum*, *S.macrocarpon*, *S.aethiopicum* sont des légumes *solanum* indigènes d'Afrique. (Lester et Daunay, 2003)

### 1.2. Description botanique

La plante d'aubergine est cultivée comme annuelle dans les pays tempérés. Dans les pays tropicaux, c'est une plante pérenne (Grubben et Denton, 2004). *S .melongena* est une plante atteignant 50 cm à 1,2 m de haut. Ces feuilles sont velues. Les fleurs sont de couleur blanche ou violette, solitaire et portées à l'aisselle des feuilles. Les fruits sont lisses allongés et de couleur violette sombre à maturité (Bossier, 2000). Concernant l'espèce *solanum aethiopicum*, elle a une hauteur de 200 cm.Les feuilles sont peu ou pas épineuses. Elle présente des fleurs blanches ne dépassant pas 25 mm et les fruits sont ovales, lisses de couleur orange et rouge à maturité (Bukanya et Carasco, 1999). Tandis que *S. macrocarpon* atteint 1,5 m de haut avec des feuilles glabres. Les fleurs sont blanches ou mauves de 22 mm et les fruitssont lisses, ronds à couleur jaune ou brun à maturité. (Bukanya et Carasco, 1999)

L'aubergine est caractérisée par une teneur très élevée en eau et riche en fibres, son contenu en vitamines et en minéraux est très faibles. Les aubergines contiennent aussi les **acides phénoliques** (Mandal, 2010), tels que l'acide caféique et l'acide chlorogénique (l'acide 5-O-caféoyl quinique).

Les fruits des aubergines contiennent des **saponosides stéroïdiques**, azotés (glycoalcaloïdes) et non azotés. Du fait de leurs structures moléculaires voisines, ils ont des Caractéristiques communes : propriétés tensioactives, effets physiologiques sur les êtres vivants. Par exemple notons sur le plan médical certains effets intéressants : abaissement du

Taux du cholestérol plasmatique et élimination des acides biliaires dans le transit intestinal.

L'amertume de l'aubergine est due à ces substances (Aubert, Daunay, & Pochard, 1989). Les principaux glycoalcaloïdes de l'aubergine sont la solasonine et la solamargine (Pazkowski, Kalinowska, & Wojciechowski, 2001).



**Figure 2 :** Jeune fruit d'aubergine et Fleur d'aubergine à cinq pétales (Chérifa B, 2014)

### 1.3. Systématique

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

<b>Règne</b>	Plantae
<b>Sous-règne</b>	Tracheobionta
<b>Embranchement</b>	Magnoliophyta
<b>Classe</b>	Magnoliopsida
<b>Sous-classe</b>	Asteridae
<b>Ordre</b>	Solanales
<b>Famille</b>	Solanaceae
<b>Genre</b>	Solanum
<b>Espèce</b>	<i>Solanum melongena</i> L.

## 1.4. Exigences écologiques

### 1.4.1. Sol

L'aubergine préfère des sols sablo-limoneux, profonds, bien drainés et riches en matière organique, avec un pH de 5,5 à 6,8. (MESSIAEN, 2001)

### 1.4.2. Température et luminosité

Elle se cultive dans toutes les zones tropicales où la température est assez élevée (mégatherme : 28-32°C). C'est un héliophile par excellence. Ses besoins en eau sont très importants, mais la saison sèche et chaude influence négativement le poids des fruits. (MUTSHIPAY, 1989)

## 1.5. Culture

### 1.5.1. Semis et plantation

Les graines d'aubergine sont semées dans le germoir-pépinière à raison de 3 g/m<sup>2</sup>, avec un écartement de 10 cm entre les lignes et à 1 cm environ de profondeur. Les plantules sont repiquées au bout de 30 à 50 jours, lorsqu'elles ont à peu près 15 cm de hauteur et possèdent 4 à 5 vraies feuilles (MUTSHIPAY, 1989) . La plantation se généralement sur des planches de 1,2 m de large, en ligne double espacée de 0,5m avec un écartement sur la ligne de 0,75m.



**Figure 3** : Plant d'aubergine cultivées sous serre (Chérifa B, 2014)

### 1.5.2. Soins culturaux

Elle est parfois nécessaire si l'on vise à obtenir de beaux fruits (de gros calibre), de supprimer les bourgeons qui se forment à la base de la tige pour laisser développer 4-5 rameaux qui seront ainsi pincés à 1 -2 feuilles au-dessous de la 2<sup>ème</sup> fleur, mais seulement après la nouaison et pratiquer l'ébourgeonnement en réservant quelques tire-sève. (MUTSHIPAY, 1989)

### 1.5.3. Récolte

Les aubergines se récoltent une fois mures environ cinq mois après le semis et avant que leurs graines aient commencé à changer de couleur. Les fruits sont fermement attachés à la plante, il est recommandé d'utiliser un sécateur ou un couteau pour effectuer la récolte. Le nombre de cueillettes peut atteindre 15 à 20 fois. Le rendement varie beaucoup en fonction de la variété, de la région de production, du type de culture et de son entretien (**Hassan et al, 2003**) Les fruits parvenus à maturité sont fermes, lourds et chatoyants. (**Munro et al, 1998**)

### 1.5.4. Fumure

Pour obtenir une croissance satisfaisante, il conviendra d'apporter une fumure organique (20 à 30 T /ha) au moment de la préparation du sol et une fumure minérale de proportion NPK 1-1-2. Les engrais minéraux peuvent être fractionnés en une fumure de couverture respectivement 6,8 et 12 semaines après le repiquage. **DE (LANNOY, 2001)**

### 1.6. Usages

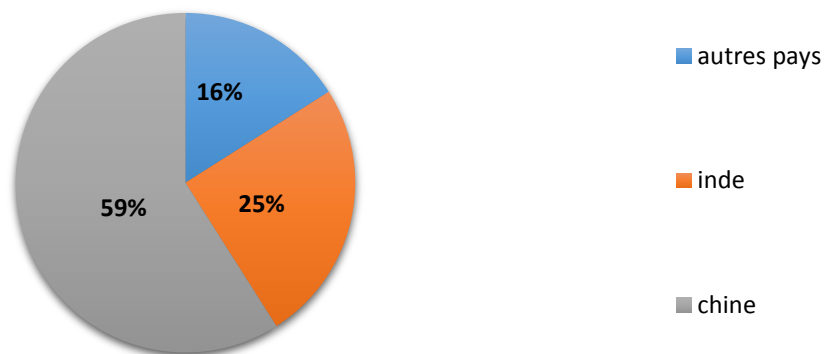
Les fruits d'aubergine sont consommés sous forme cuite, car leur consommation crue peut provoquer une intoxication, car ils sont souvent consommés grillés, frits ou cuits à la vapeur, ou en ragout avec d'autres légumes (**Publishers, 2004**). Ils est également fabriqué à partir de vinaigre en Iran et en Égypte, tandis qu'en Turquie et en Grèce, il est utilisé pour les confitures sucrées (**Dufour et Delaleu, 2012**). En Côte d'Ivoire, il est préparé en sauce ou soit haché et combiné avec des tomates et des piments forts pour servir d'épices, et cette aubergine est connue pour pouvoir traiter les patients atteints de paludisme. (**N'Dri et al, 2010**)

*S. melongena* est aussi utilisée à des fins médicinales, car possède des propriétés narcotiques, anti-asthmatiques et antirhumatiques (**Erard, 2003**). Les fruits d'aubergines sont utilisés en décoction, sous forme de poudre ou de cendres pour soigner certaines maladies telles que le diabète, le choléra, la bronchite, la dysurie, la dysenterie, l'otite, les maux de dents, les infections de la peau (**Anonyme**). L'aubergine est aussi recommandée comme un excellent remède pour ceux qui souffrent de troubles hépatiques. (**Mouawad, 2007**)

### 1.7. Importance économique et production mondiale

L'aubergine occupe une place économique importante dans les régions tropicales et tempérées. Les premiers pays producteur d'aubergine au niveau mondial sont la Chine et l'Inde. (**FAO, 2010**)





**Figure 4 :** Principaux pays producteurs d'aubergine selon les statistiques

**Source: (FAO STAT, 2010)**

Selon la (FAO, 2010), la Chine représentait 58,55% de la production mondiale totale, qui s'élève à plus de 4 millions de tonnes, devant l'Inde, l'Égypte, l'Iran et la Turquie avec une production de 24.501.936 tonnes, l'Inde est le deuxième (25,24%) avec une production de 10.563.000 tonnes, suivie par l'Égypte (2,94%) avec une production de 1.229.790 tonnes, l'Iran (2,12%) avec une production de 888.500 tonnes, la Turquie (2,03%) avec une production de 849.998 tonnes, l'Indonésie (1,15%) avec une production de 482.305 tonnes, l'Iraq (0,93%) avec une production de 387.435 tonnes, le Japon (0,79%) avec une production de 330.100 tonnes, l'Italie (0,72%) avec une production de 302.551 tonnes et Philippines (0,50%) avec une production de 208.252 tonnes et les autres pays font (5,03%) avec une production de 2 581 638 tonnes.

### 1.8. Maladies et ennemies

En cours de culture, les plantes d'aubergine peuvent être la cible de diverses maladies et insectes ravageurs. Nous pouvons citer :

#### 1.8.1.a) Maladies

Selon de (Catherine BOYOGI MAPUNO, 2007-2008), les maladies de la culture d'aubergine sont :

Divers champignons du sol (*sclerotium rolfsii*, *Rhizoctania sotani*, *Pythium ssp*) peuvent provoquer des pourritures du collet (fonte de semis). La rouille due aux *Aecidium habungueuse*, cette maladie est favorisée par un temps chaud et humide, des taches jaunes, les champignons se développent à la face inférieure de ces taches dans de petites pustules orange.

La pourriture des racines et du collet dû au *Fusarium solani*. Elle se traduit par un jaunissement du feuillage et un flétrissement de la plante.

Le blanc (*Oidiopsis taurica*) provoque des dégâts comparables à ceux que l'on peut observer sur la tomate. *Alternaria solani* et *Cercospora melongena* qui occasionnent des tâches foliaires. Parmi les maladies dues à des bactéries, la plus redoutable pour les aubergines en Afrique tropicale est certainement le flétrissement bactérien dû à *Pseudomonas solanacearum*.

### 1.8.1.b) Ravageurs

Selon DE (LANNON, 2001), les ravageurs de la culture d'aubergine sont :

- Le ver du fruit (*Daraba caisalis*) qui provoque de lourdes pertes en conditions chaudes et humides. Les chenilles creusent des galeries à l'intérieur du mésocarpe où elles peuvent se développer à l'abri des insecticides.
- Les chenilles défoliatrices (*selepa docilis*), reconnaissable par les longues soies souples qu'elles portent causent des dégâts importants sur les jeunes plantes ou elles se trouvent souvent groupées en colonies.
- Les piqûres à la face intérieure des feuilles par les *Jassides* (*Jacobiasca lybica*) entraînent un jaunissement sur les bords puis un brunissement et la nécrose des parties attaquées. Ces insectes sont parfois transmetteurs de certains virus.
- En ce qui concerne les acariens des infestations dues à *polyphagotarsonemus latus* et *tetranychus spp.* Ils peuvent produire également de sérieux dégâts s'ils ne sont pas contrôlés en cours de culture.

L'aubergine est très sensible aux attaques de nématode à galles (*méloidogyne spp*).



**Synthèse bibliographique**  
**Chapitre 02 : La germination**

**Chapitre 02 : La germination****2. Généralité sur la germination**

La germination est définie comme la somme des événements qui conduisent la graine sèche à germer ; elle commence par la prise d'eau et se termine par l'allongement de l'axe embryonnaire. (HOPKINS, 2003)

La germination est le passage de la vie latente de la graine à la vie active, sous l'effet de facteurs favorables. Selon (MAZLIAK, 1982), c'est un processus physiologique dont les limites sont le début de l'hydratation de la semence et le tout début de la croissance de la radicule. Une semence a germé, lorsque la radicule a percé les enveloppes ou elle est visiblement allongée. (BEWLEY, 1997)

**2.1. Les facteurs de la germination****2.1.1. Les conditions externes****2.1.1.a) L'eau**

Est indispensable dans le milieu extérieur en quantité suffisante pour que la graine puisse l'absorber. La quantité de l'eau dépend de la nature spécifique de la graine et de la température. En général, le besoin en eau augmente avec la température (Binet et Brunel, 1968). Un excès d'eau est souvent néfaste à la germination, c'est la raison pour laquelle les semences ne germent généralement pas quand elles sont complètement immergées. (Mazliak, 1982)

**2.1.1.b) L'oxygène**

D'une façon générale, la germination exige en effet assez peu d'oxygène. (Mazliak, 1982)

**2.1.1.c) La température**

Il existe pour chaque plante et chaque phase de végétation des températures minima, optima et maxima (DIEHL, 1975). Quand la température s'élève, la vitesse de germination croît. (GATE et GIBAN, 2003)

**2.1.1.d) La lumière**

Selon (Heller et al, 1990) 70 % des graines ont une photosensibilité positive, 25% sont à photosensibilité négative et 5 % sont indifférentes.

**2.1.2. Les conditions internes****2.1.2.a) La maturité**

Pour qu'une semence germe, il faut qu'elle soit mature et toutes les parties constitutives soient complètement différenciées morphologiquement. (Heller et al, 1990)

2.1.2.b) La longévité

C'est la durée pendant laquelle les semences restent vivantes et gardent leur pouvoir germinatif. La longévité varie selon les espèces et elle dépend des conditions de conservation, d'humidité et de température. (Heller et al, 1990)

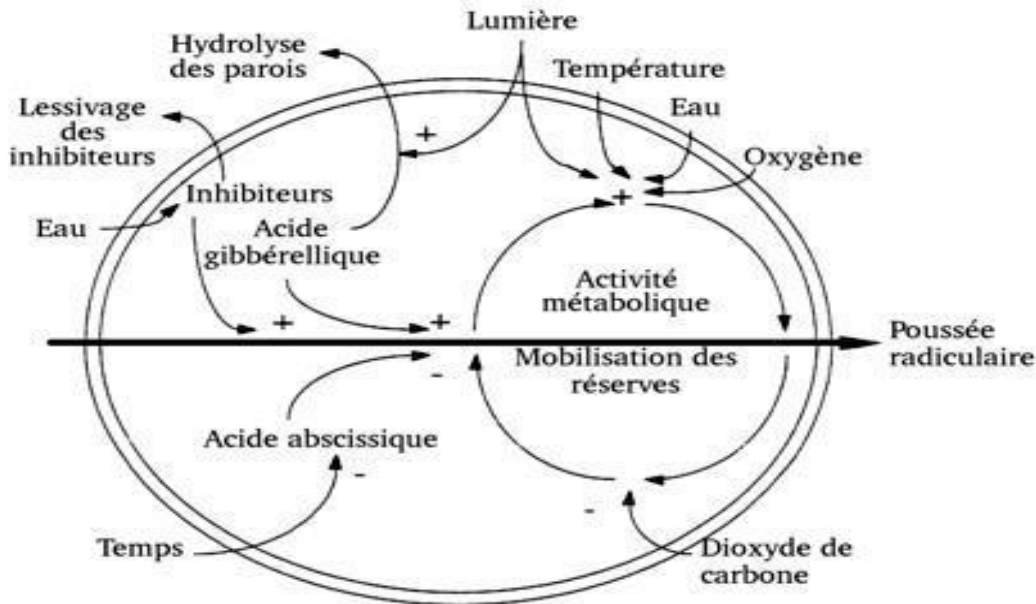


Figure 5 : Facteurs influençant la germination d'une graine.

Source : (Bouredja, 2014)

2.2. Les phases de germination

Il comprend trois principales phases successives :

2.2.1. La première phase

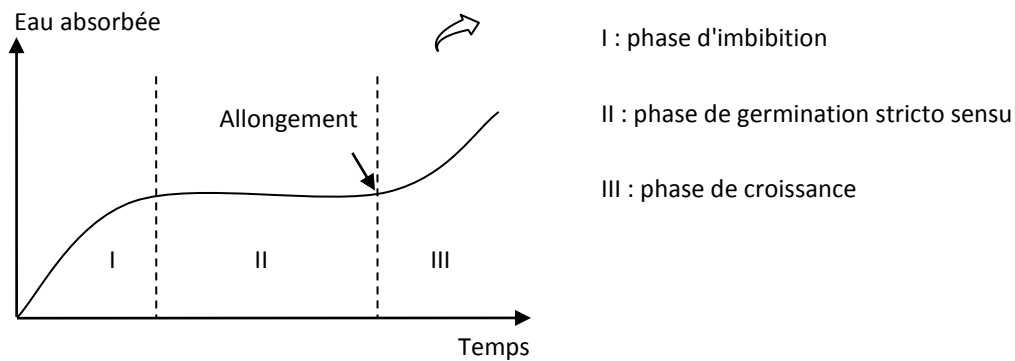
C'est la phase d'imbibition de la graine, qui se traduit par une augmentation régulière et importante de l'activité respiratoire. (COME, 1970) (MAZLIAK, 1982)

2.2.2. La deuxième phrase

C'est la germination *sensu stricto* elle est marquée par un arrêt de l'absorption de l'eau et une activité respiratoire régulière (MAZLIAK, 1982). Elle s'achève avec l'émergence de la radicule hors des téguments séminaux. (HELLER et al, 2004)

2.2.3. La troisième phase

Elle est caractérisée par une reprise de l'absorption de l'eau et une activité respiratoire de plus en plus importante due au développement de la radicule. (MAZLIAK, 1982)



**Figure 6 :** Courbe théorique d'imbibition d'une semence selon (Côme, 1982)

### 2.3. Les paramètres biochimiques

#### 2.3.1. $\alpha$ -amylase

C'est une glycosidase (EC 3.2.1.1) qui rompt des liaisons osidiques  $\alpha$ -1,4 des polysaccharides (amidon et glycogène) en libérant du glucose, du maltose et des maltodextrines solubles de taille variable (Elleuche et Antranikian, 2013). Ces maltodextrines renferment des points de ramification car l'enzyme ne peut pas hydrolyser les points de branchement  $\alpha$ -1,6. (Hii et al, 2012a)

#### Nomenclature :

- Nom codifié : EC 3.2.1.1
- Nom commun :  $\alpha$ -amylase.
- D'autres nom (s): glycogénase,  $\alpha$ -amylase; endoamylase; Taka-amylase A, maxilase...
- Nom systématique: 1,4 – alpha -D-glucane, 4 glucano hydrolase. (MERABTI, 2006)
- Synonymes: glycogenase, endoamylase, maxilase, Taka-amylase A. (NOUADRI, 2011)

#### Structure et mécanisme d'action

Structurellement, les  $\alpha$ -amylases sont considérées comme des glycoprotéines renfermant 478 Acides aminés répartis en deux domaines globulaires appelés A (1-380 résidus) et B (381-478 Résidus). Ces domaines sont associés par une chaîne polypeptidique constituée principalement de résidus hydrophobes. La partie glucidique est formée essentiellement de mannose. Les résidus constituant le site de fixation du substrat, ainsi que ceux constituant le site Catalytique sont localisés dans le domaine A, qui montre que l' $\alpha$ -amylase est formée de huit Feuilles  $\beta$  plissés et de huit hélices  $\alpha$  (Chiba, 1988). Le mécanisme d'action de l' $\alpha$ -amylase nécessite la participation de trois fonctions du site actif impliquant un attaquant nucléophile, un stabilisateur de la charge positive de l'atome attaqué et un donneur de proton au groupe déplacé ; ceci signifie que la rupture de la liaison osidique fait intervenir une série d'échanges d'électrons et de protons entre certains résidus de l'enzyme et du substrat. Les groupes

impliqués dans la réaction du site actif sont deux acides carboxyliques et un noyau imidazole (**Park et al, 1997**). Ce mécanisme est une caractéristique de l'enzyme et selon les conditions expérimentales (Température, pH, taille et structure du substrat), l'enzyme peut utiliser l'un ou l'autre mécanisme et même une combinaison entre plusieurs mécanismes. (**Mazur et Nakatani, 1993**) (**Nielson et al, 2001**)

- Attaque aléatoire : l' $\alpha$ -amylase hydrolyse aléatoirement les liaisons glucosidiques, libérant deux fragments, qui seront séparément attaqués. (**Zoubiri Lamia, 2011-2012**)
- Attaque préférée : l' $\alpha$ -amylase montre une préférence pour certaines liaisons dans le Substrat. (**Zoubiri Lamia, 2011-2012**)
- Attaque répétitive ou multiple : elle implique le déplacement de l'enzyme tout au long de la chaîne du substrat, pour hydrolyser les liaisons glucosidiques sans se dissocier du substrat. (**Berry et Paterson, 1990**) (**Scriban, 1999**)

(**Fogarty et Kelly, 1994**), signalent que les  $\alpha$ -amylases sont des métallo-enzymes à calcium, vu la nécessité des ions calcium à l'activité enzymatique et au maintien de la stabilité de la structure en acides aminés de ces enzymes.

### **2.3.2. Les sucres solubles**

L'hydrolyse enzymatique de l'amidon donne naissance au maltose et à la dextrine, qui sont des formes intermédiaires et qui se dégradent, à leur tour, en glucose (**ANZALA, 2006**). Il est à noter que les sucres solubles sont en petites quantités dans la graine au repos. (**BEWLEY, 1994**)

La synthèse des protéines est étroitement liée au métabolisme des sucres et à la respiration, qui donnent la squelette carboné pour la synthèse de la proline (**BEZZALA, 2005**). La saccharose et l'amidon sont les premiers glucides stables issus des processus photosynthétiques du cycle de Calvin et de la voie de glycolate. L'amidon s'accumule dans le chloroplaste tandis que le saccharose est synthétisé dans le cytosol, stocké dans la vacuole ou transféré vers les organes puits (**NOURI, 2002**).

Les principaux sucres accumulés sous stress sont : le glucose, le fructose et le saccharose (**HARE et al, 1998**). Ces derniers semblent jouer un rôle très important dans le maintien d'une pression de turgescence qui est à la base des différents processus contrôlant la vie d'une plante. Par ailleurs il a été observé que sous stress hydrique, les réserves amylicées sont progressivement utilisées suite à leur conversion en saccharose, qui pourrait être associé à une inhibition de la synthèse de l'amidon (**GEIGENBERGER et al, 1997**) . Donc le stress altère la compartimentation en faveur de la synthèse du saccharose, qui est attribué d'une manière exclusive à l'activation de la Saccharose Phosphate Synthase par une phosphorylation réversible des protéines. (**KIM et al, 2000**) .

# **Synthèse bibliographique**

## **Chapitre 03 : La salinité**

**Chapitre 03 : La salinité****3. Généralité sur la salinité des sols**

La salinité est la quantité globale des sels solubles contenus dans l'eau d'irrigation ou dans la solution du sol (**Souhaïl MAALEM, 2011**). Les ions des sels solubles retiennent l'eau et sont à l'origine de la pression osmotique qui s'élève lorsque leur concentration augmente, tous les ions en excès sont nuisibles pour la plante. (**Slama, 2004**)

La salinité des sols est l'un des facteurs limitant la production végétale. (**AMOURI Adel Amar, 2016**)

Les sols salés sont ceux dont l'évolution est dominée par la présence de fortes quantités de sels solubles, ou par la richesse de leur complexe absorbant en ions, provenant de ces sels et susceptibles de dégrader leurs caractéristiques et propriétés physiques, en particulier leur structure génétiquement, les sols sont constitués par deux unités très différents, les Sali-sols, dans lesquels les sels de sodium, de calcium ou de magnésium sont sous la forme soluble de sels simples ou complexes. (**BOUTEYRE et LOYER, 1992**)

La salinisation est un processus important de dégradation des sols. Elle constitue un facteur limitant à la croissance et au développement des plantes (**Khalil et al, 2017**). La salinisation résulte clé plus souvent de l'irrigation de sol mal drainés sous climat aride (**François, 2008**), de l'aridité du climat ou de conditions hydrologiques particulières. (**Marlet et al, 2006**)

**3.1. Origine de la salinisation des sols**

(**EILERS, 1995**) montre qu'il y a des signes et des indices pour déterminer la salinité ; la croissance irrégulière des cultures avec un manque de vigueur des plants, présence de sels en forme d'anneau brisé près des plans d'eau, baisse du rendement, une croissance des espèces tolérantes aux sels et la formation d'une croûte blanche en surface. IL existe deux sortes de processus fondamentaux de salinisation d'après l'origine des sols salés :

**3.1.1. La salinisation primaire**

On distingue en général la salinisation primaire, liée à la présence naturelle relativement concentrée de sels (proximité des mers ou d'océans, présence de dépôts de sels...) (**LAHLOU et al, 2000**), 80 % des terres salinisées ont une origine naturelle.

L'origine de cette salinisation est, soit géologique, marine ou lagunaire correspond à une salinisation liée au fonctionnement naturel des terrains, sous l'influence du climat, de l'altération des roches et de la dynamique des eaux (**BABA SIDI KACI, 2010**). La source principale de sels dans le sol est les minéraux naturels de la croûte terrestre.

### **3.1.2. La salinisation secondaire**

Induite par l'activité humaine, liée aux pratique agricoles et en particulier à l'irrigation. la salinisation secondaire est généralement à l'origine de la diminution de la productivité de la bonne production, par conséquent, les terres cultivées affectées par Na Cl perdent progressivement leurs fertilités. A l'échelle globale, la salinité des sols n'est pas un problème spécifique d'une région ou d'un climat donné ; au contraire, si on observe la répartition des sols salins on constate que l'effet de la contrainte saline affecte toutes les régions du monde. (HOSNI, 2008)

### **3.2. Effet de la salinité sur les plantes**

#### **3.2.1. Sur la germination**

La germination des graines qu'elles soient halophiles ou glycophiles, est affectée par la salinité (DEBEZ et al, 2001). Les concentrations élevées du sel empêchent la germination d'*Arabidopsis thaliana* (Zhu, 2001). D'autre part, (Askri et al, 2007) ont montré que la germination des graines de pastèque (*Citrullus latanus* L.) dans deux concentrations salines de Na Cl 50 et 100 mm il y a respectivement une réduction de la vitesse de germination et de la capacité germinative. L'effet de la salinité sur la germination des graines est varié en fonction de l'intensité du stress et la variété des plantes et cela, soit en diminuant la quantité d'eau et la vitesse de son absorption par la graine, soit par l'accroissement de la pression osmotique de l'eau d'imbibition qui est trop élevée pour permettre la germination (Katembe et al, 1998) où en augmentant la pénétration d'ions qui peuvent s'accumuler dans la graine à des doses qui deviennent toxiques (DEBEZ et al, 2001). Quand le stress salin est levé et que la germination est remise dans des conditions normales, les graines reprennent leur activité. (DUAN et al, 2004)

#### **3.2.2. Sur la croissance des plantes**

La réponse immédiate du stress salin et la réduction de la vitesse de l'expansion de la surface foliaire ce qui conduit à l'arrêt de l'expansion si la concentration du sel augmente (Wang el Nil, 2000). La diminution de la biomasse sèche et fraîche des feuilles, tiges et racines résulte aussi du stress salin (Chartzoulakis et Klapaki, 2000). La salinité accrue est accompagnée par une réduction significative dans la biomasse racinaire, la hauteur de la plante, le nombre de feuilles par plante, la longueur des racines et la surface racinaire chez la tomate. (Mohammad et al, 1998) . Et feuilles et une augmentation dans ration partie racinaire partie aérienne chez le coton. (Meloni et al, 2001)



**3.2.3. Sur la photosynthèse**

La croissance des plantes dépend de la photosynthèse. Les stress environnementaux affectent la croissance ainsi que la photosynthèse (**TAIZ et ZEIGER, 2002**). Des études entreprises par de nombreux auteurs sur différentes espèces végétales ont démontré que la capacité photosynthétique est déprimée par la salinité. (**ASHRAF, 2004**)

Une association positive entre le taux photosynthétique et le rendement sous condition saline a été démontré chez certaines cultures (**Faville et al, 1999**), tel que *Elymus repens*, et *Triticum aestivum* (**HAWKINS et LEWIS, 1993**), d'autre part (**FISARAKIS et al, 2001**) ont montré que l'inhibition de la croissance végétative impliquée par la salinité conduit forcément à l'inhibition de la photosynthèse. L'effet de la salinité sur la photosynthèse dépend des concentrations en sel et des espèces stressées, car à de faibles concentrations la photosynthèse est stimulée tandis qu'à de hautes concentrations elle est inhibée. (**PARIDA et al, 2004**) . Parmi les facteurs responsables de la diminution du taux d'assimilation photosynthétique sous contrainte salin selon (**IYEGAR et REDDY, 1996**) .

**3.2.4. Sur l'anatomie de la feuille**

La salinité provoque des changements anatomiques au niveau foliaire chez de nombreuses plantes. Les feuilles du haricot, du coton et de l'Atriplex sont sujettes à une augmentation de l'épaisseur épidermique et mésophyllienne, ainsi qu'à une augmentation de la longueur de cellules palissadiques, des diamètres du palissade et des cellules spongieuses suite à l'élévation de la salinité (**LONGSTRETH et NOBEL, 1979**). D'autre part, la salinité réduit les espaces intercellulaires et la surface foliaire, Chez les feuilles des épinards (**DELFINE et al, 1998**) et la densité stomatique chez la tomate, (**Romero-Aranda et al, 2001**).

**3.2.5. Sur le rendement**

Le rendement des plantes diminue nettement avec l'augmentation de la concentration en sels, et ce degré de sensibilité diffère d'une espèce à autre (**ASLAM et al, 2004**) L'effet inhibiteur majeur de la salinité sur la croissance et le rendement des plantes est attribué à l'effet osmotique, toxicité des ions et le déséquilibre nutritionnel provoquant une réduction de l'efficacité photosynthétique et d'autre désordres physiologique. (**ASLAM et al, 2004**)

Les espèces végétales diffèrent dans leur réponse au stress salin et leur productivité (rendement). La comparaison des rendements des géotypes sous différents niveaux de salinité est clairement essentielle pour définir leur potentiel génétique mais aussi pour étudier les raisons de leur bon rendement. (**ASLAM et al, 2004**).

### 3.3. Effet de la salinité sur le comportement biochimique de la plante

Sous les conditions salines il y a un changement dans le modèle d'expression des gènes, et des changements qualitatifs et quantitatifs dans la synthèse des protéines. (REYNOLDS et al, 2001). Le stress salin induit une perturbation de la composition lipidique et protéique au niveau de la membrane cellulaire, affectant ainsi sa stabilité (ALEM et AMRI, 2005). La présence du sel en forte concentration inhibe principalement le métabolisme cellulaire et la photosynthèse (TREMBLIN et COUDRET, 1986) par l'imposition d'un stress osmotique (HAYASHI et MURATA, 1998) sur la cellule et par la toxicité du sodium (NIU et al, 1995) et du chlorure dans le cytoplasme.

Chez diverses espèces, plus ou moins résistantes, on a observé une augmentation des sucres totaux résultant d'un blocage de la glycolyse ou du saccharose provenant d'une forte hydrolyse de l'amidon (ASLOUM, 1990). Selon (HADJADJ et al, 2009), l'accumulation des sucres solubles est importante dans les feuilles des plantes d'*Atriplex halimus* L. et d'*Atriplex canescens* soumises à un stress salin.

# **Partie expérimentale**

## **Chapitre 04 : Matériel et méthodes**

## Chapitre 04 : Matériel et méthodes

### 1. Objectif de l'étude

L'objectif de ce travail est d'étudier l'effet de stress salin en présence de différentes concentrations de Na Cl sur la réponse physiologique et biochimique de l'aubergine (*Solanum melongena* L.) au stade germination.

### 2. Matériel végétal

Nous avons choisi dans notre expérimentation la variété galine hybride F1 de l'aubergine (*Solanum melongena* L.), fournie par la société CLAUSE.



**Figure 7 :** Graines la variété galine hybride F1 de l'aubergine (*Solanum melongena* L.), fournie par la société CLAUSE.

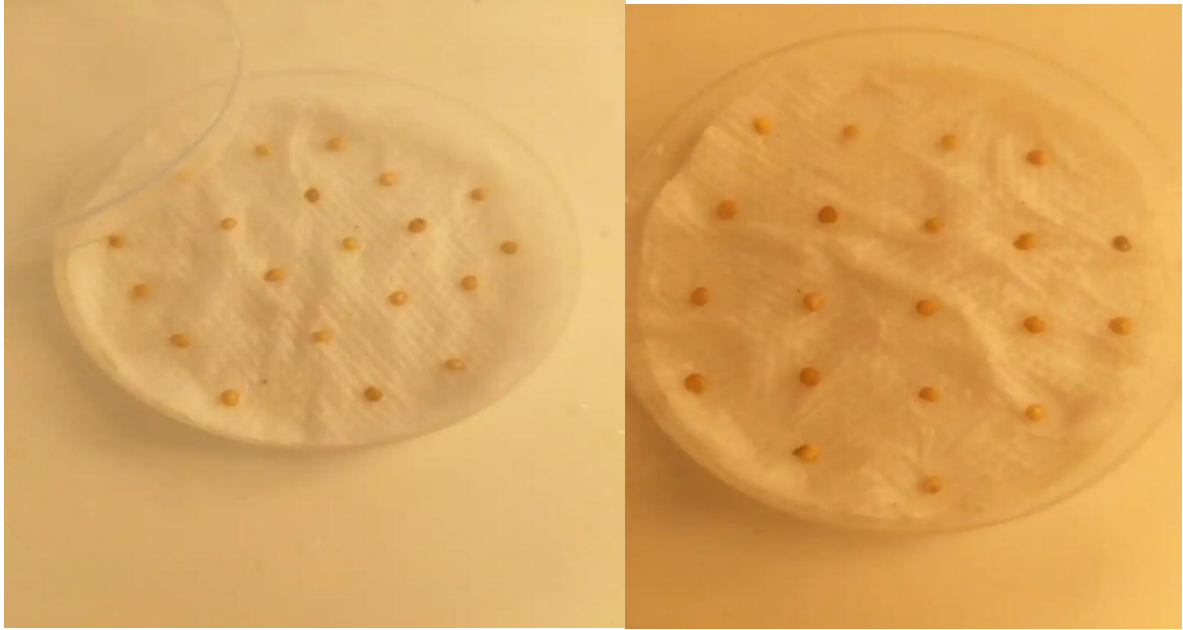
### 3. Condition et réalisation de l'essai

#### 3.1. Réalisation des essais

L'expérimentation est conduite au niveau des laboratoires de protection des végétaux et de physiologie végétale de la faculté des Science de la nature et de la vie de l'université de Tiaret.

#### 3.2. Préparation des graines pour les tests de germination

D'abord les graines sont désinfectées avec (1%) d'hypochlorite de sodium, en les trempant pendant 3 minutes, puis rincé plusieurs fois à l'eau distillée pour éliminer les traces de chlore. Les graines utilisées pour les tests de germination sont divisées en lots de 20 graines placées dans des boîtes de pétri stériles de 1 cm de diamètre doublées de deux couches de papier filtre.



**Figure 8 :** Disposition des graines d'aubergines (*Solanum melongena* L.) de la variété « galine » dans la boîte de Pétri. (Photo originale 2020)

Les boîtes de pétri sont placées dans une étuve dotée d'un thermostat assurant une stabilité thermique appropriée, ( $\pm 1^\circ\text{C}$ ), graduée à partir d'une échelle de température variable de  $0\text{-}25\text{ C}^\circ$ . (Figure 9)



**Figure 9 :** Répartition des boîtes de pétri dans l'étuve.

Dans chaque boîte de Pétri on verse 7 ml d'eau distillée pour les graines témoins et le même volume des différentes solutions salines pour les graines soumises à un stress de salinité.

### 3.3. Préparation des solutions salines

Les solutions salines utilisées dans ce travail sont préparées à base d'eau distillée et de NaCl. Les milieux de germination des graines comportent trois traitements salins, les concentrations choisies sont 50meq, 100meq, 200meq en plus du lot témoin imbibé à l'eau distillée.

**Tableau 1** : Les milieux de germination avec les différentes concentrations salines.

<b>Solution</b>	<b>Concentration de Na Cl (meq/L)</b>	<b>Na Cl en g/L</b>
<b>Solution témoin (eau distillée)</b>	0	0
<b>Solution 1</b>	50	2.92
<b>Solution 2</b>	100	5.85
<b>Solution 3</b>	200	11.68

## 5- Les paramètres de la germination

### 5.1- Les paramètres physiologiques de la germination des graines

La première partie de l'expérimentation consiste à tester la réponse des graines de l'aubergine au stade de germination, sous l'influence des différentes concentrations salines au NaCl à raison de 10 graines par boîte de Pétri, pour cela, nous avons mesuré les paramètres suivant :

#### a- Précocité de germination des graines

La précocité de la germination est exprimée par le taux des premières graines germées correspondant à l'intervalle de temps entre le semis des graines et les premières graines germées (BELKHODJA, 1996).

Chaque espèce dispose d'une précocité de germination qui lui est spécifique, car même placée dans les mêmes conditions expérimentales, le début d'apparition de la radicule à travers les téguments n'aura pas lieu en même temps chez toutes les graines (COME, 1975).

**b- Estimation du taux de germination**

Pour l'estimation du taux de germination (Tg), sur la base du nombre total de graines utilisées (Nt), nous calculons le pourcentage des graines en germination (Ni) selon la relation :

$$Tg = Ni \times 100 / Nt$$

**c- Durée de germination**

D'après **COME (1975)**, La durée de germination est le temps en jour qui sépare les premières graines germées et la fin de la germination.

**d- Cinétique de germination**

Elle est établie à partir des taux cumulés de graines germées c'est-à-dire la variation des taux de germination en fonction du temps exprimé en jour sous toutes les conditions de traitement testé.

Les courbes de germination donnent une idée complète de l'évolution de la germination d'un lot de graines placé dans des conditions déterminées.

**e- Vitesse de germination**

Elle caractérise la variation dans le temps des taux de germination. Elle s'est exprimée dans notre cas par le temps moyen de germination (Tm en jours) qui représente l'inverse x 100 du coefficient de vélocité (Cv) proposé par **(KOTOWSKI, 1926)**.

$$Tm = N1T1 + N2T2 + N3T3 + \dots + NnTn / N1 + N2 + N3 + \dots + Nn$$

$$Cv = (N1 + N2 + N3 + \dots + Nn / N1T1 + N2T2 + N3T3 + \dots + NnTn) \times 100$$

N1= nombre de graines germées au temps T1

N2 = nombre de graines germées entre le temps T1 et T2

N3 = nombre de graines germées au temps T3

Nn = nombre de graines germées au temps Tn

N1, N2, N3, ..., Nn représentent les pourcentages de graines germées après 1

Jour, 2 jours, 3 jours, ..., n jours.

Pour ces tests nous adoptons la définition de la germination, qui d'après **Côme (1975)**, une graine a germé lorsque la radicule arrive à percer les enveloppes (téguments) et devient visible à l'œil nu.

Le comptage des graines se fait dès l'apparition de la radicule observée dans notre cas à l'aide d'une loupe jusqu'à la stabilisation du taux de germination.

## 5.2-Les paramètres biochimiques de la germination des graines

### a-Test d'imbibition

La deuxième partie est basé préalablement sur l'évaluation de l'imbibition des graines mises en germination dans des différents milieux de germination, en pesant les graines à raison de deux graines par boîte de Pétri à différent temps après imbibition (chaque 6 heures), jusqu'à l'apparition de la radicule (début de croissance).

Ce test est nécessaire pour déterminer la durée convenable à laquelle l'extraction de l' $\alpha$ -amylase et l'analyse de son activité doivent être effectuées.

### b - Dosage de l'activité de l' $\alpha$ -amylase des graines en germination

Au cours de la germination de la graine, l'activité de l'amylase est indispensable pour la remobilisation des ressources glucidiques, mises en réserve sous forme d'amidon.

L'amylase catalyse l'hydrolyse de l'amidon et libèrent des molécules de courtes chaînes osidiques pour aboutir au maltose et peu de glucose.

Le travail comporte, l'extraction et l'estimation de l'activité de l' $\alpha$ -amylase et l'étude de l'effet du NaCl en présence de GA3 sur cette activité.

L'activité de l' $\alpha$ -amylase est mesurée selon la méthode de **(Bernfeld, 1955)**. Le principe de cette méthode est basé sur la mesure du pouvoir réducteur du maltose libéré lors de

L'hydrolyse enzymatique de l'amidon. L'intensité de la coloration est proportionnelle à la quantité du maltose libérée **(Bernfeld, 1955)**. L'activité enzymatique est exprimée par  $\mu$ mole de maltose libéré par minute.

### c - Extraction du complexe enzymatique

L'extraction du complexe enzymatique est produite en deux temps du processus de Germination des graines, 24 et 48 heures.

Le substrat de l'extraction est constitué de 4 g de graines issues des différents milieux de germination. L'ensemble est broyé dans 12 ml de solution tampon acétate à pH 4,8, et filtré.

Le filtrat est recueilli dans un tube eppendorf de 1,5 ml, puis centrifugé pendant 10 mn à 8000 g. Le surnageant est récupéré (extrait A).



**d - Dosage de l'activité de  $\alpha$ -amylase**

Dans les tubes à essai, ajouter à 1ml de l'extrait (A), 0,5 ml de solution d'amidon à 1% à base d'amidon et solution tampon acétate pH 4,8; passer au vortex et laisser incuber au bain-marie à 25°C pendant 10 mn.

Ajouter 0,5 ml du réactif (A) contenant 28 ml de NaOH (2N), 0,4 g d'acide dinitrosalicylique (DNS), 12 g de tartrate (K/Na), 40 ml d'eau distillée, permettant l'inhibition de l'hydrolyse et le dosage simultané du maltose formé.

L'ensemble est mis dans un bain-marie à 100 °C pendant 5 mn, puis refroidit. La lecture de la densité optique s'est faite au spectrophotomètre à la longueur d'onde  $\lambda=530$  nm.

**e - Réalisation de la courbe d'étalonnage**

La réduction en milieu alcalin de l'acide 3-5 dinitrosalicylique par le maltose, provoque une coloration orangée dont l'intensité est proportionnelle à la concentration en glucide.

A partir d'une solution mère de maltose (1g/l) on réalise dans les tubes à essai une gamme étalon dans du tampon acétate (acide acétique et acétate de sodium, pH 4,8) à des dilutions de 1/10, 1/5, 1/3, 1/2 atteignant un volume final de 1ml. On prélève 0,5 ml de chaque dilution dans des tubes à essai, auquel on ajoute 0,5 ml de réactif (A), l'ensemble est mélangé délicatement. Les tubes sont placés dans un bain marie bouillant pendant 5mn, ensuite refroidis par un jet d'eau froide et dans lesquels on ajoute 5 ml d'eau distillée. Le dosage est effectué au spectrophotomètre à une longueur d'onde de  $\lambda=530$  nm.

**f- Dosage des sucres solubles**

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 bleue verte avec l'anthrone. Les solutions d'extraction sont dosées par la méthode colorimétrique à 585nm.

Le matériel végétal prélevé, 100mg, des cotylédons de la graine est introduit dans un tube à essai contenant 5.25ml d'éthanol 80%, pendant 72 heures. 2ml sont prélevés de l'extrait préalablement dilué 10 fois avec l'éthanol 80% (réactif A). 4ml de réactif composé de 2g d'anthrone pur additionné à 1 litre d'acide sulfurique (à 95%) (Réactif B) sont ajoutés au réactif A. Le réactif B est préparé 04 heures à l'avance avant la réalisation 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 92C° pendant 8min et ensuite le tout est refroidit pendant 30min à l'obscurité.

L'absorbance est lue au spectrophotomètre à une longueur d'onde de 585nm et la concentration est exprimée en mg/g de MS.

### **3. Traitements statistiques**

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

# **Résultats et discussions**

**Chapitre 05 : Résultats et discussions****I-Résultats**

Il est indispensable de noter que la méthodologie de travail décrite dans le chapitre précédent a été interrompue à cause du confinement appliqué suite à la pandémie du COVID 19 que traverse notre pays et le monde entier. Alors il s'est avéré essentiel de compléter la partie de résultats et discussion en faisant une synthèse des travaux qui ont été réalisés dans le même domaine et qui ont traité la même thématique que la nôtre.

**1. LES PARAMETRES BIOCHIMIQUES DE LA GERMINATION DES GRAINES****1.1. Test d'imbibition des graines de l'aubergine**

L'évaluation de l'imbibition de l'eau par les graines se fait par les mesures du poids, en fonction du temps soumises à des différentes concentrations de NaCl, faible et moyenne et extrême ou de forte concentration, menés sous une température de 25°C pour tester les réponses des graines de l'aubergine et déterminer les différentes phases de la germination, notamment la phase stricto sensu. D'après (HELLER et al, 2004), c'est une phase caractérisée par une stabilisation de l'absorption de l'eau et par une forte activité enzymatique, qui est une étape indispensable pour que la germination ait lieu. Cet essai nous servira à déterminer la durée optimale à laquelle nous procédons à l'extraction de l'enzyme  $\alpha$ -amylase et l'analyse de son activité.

Les résultats de plusieurs études montrent que le processus d'absorption de l'eau est influencé par les traitements salins, qui semblent réduire les niveaux d'absorption des graines mises en germination.

Il existe trois phases dans le processus d'imbibition exprimé par le poids frais des graines. La première phase au cours de laquelle le poids frais pour l'ensemble des graines augmente rapidement quel que soit le traitement salin. La seconde phase est caractérisée par une stabilité de l'imbibition. Au-delà, les poids frais des graines évoluent de manière différente.

**1.2-L'activité de l' $\alpha$ -amylase extraite des graines**

En utilisant la courbe de l'évolution de l'imbibition pour déterminer les temps optimaux auxquels on procède à l'extraction de l'enzyme et l'analyse de son activité.

Selon une étude réalisée sur les effets du déficit hydrique sur le processus de germination chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.), l'activité globale des amylases a été estimée après 24 et 48 heures de la mise en germination des graines. Les résultats démontrent que l'activité est supérieure après 48h de mise en germination, par rapport à celle estimée après 24h de germination. L'exception est constatée au niveau un seul traitement mené, où cette activité s'est montrée maximale après 24h de mise en germination au lieu de 48h. Une autre étude effectuée

sur l'effet du stress salin sur les graines du Gombo (*Abelmoschus esculentus* L.) montre que l'activité amylasique varie en fonction du temps, elle augmente après 48 h, par rapport à 24 h.

Un autre travail réalisé sur le métabolisme des protéines et des glucides chez quelques variétés d'haricot (*Phaseolus vulgaris* L.) sous stress salin au stade de la germination indique que l'évaluation de l'activité des  $\alpha$ -amylases à 48 et 72h (temps d'extraction) dépend grandement du temps de la mise en germination des graines. Au cours de la période de 72 h de germination, l'activité des  $\alpha$ -amylases se montre moins élevée que pendant la première période ce qui indique une inhibition de leur synthèse.

#### **A – Activité de l' $\alpha$ - amylase extraite des graines après 24 heures**

Selon l'étude effectuée sur l'effet du stress salin sur les graines du Gombo (*Abelmoschus esculentus* L.), les variations de l'activité de l' $\alpha$ -amylase extraite des graines en germination ne sont pas influencées par les différents traitements salins. Ces résultats sont justifiés par un autre travail réalisé sur le métabolisme des protéines et des glucides chez quelques variétés d'haricot (*Phaseolus vulgaris* L.) qui démontrent à 48h de germination que les variations de l'activité des enzymes extraites des graines en germination se fait de manière indépendante des différents concentrations en NaCl. Les résultats du travail réalisé sur les effets du déficit hydrique sur le processus de germination chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.), démontrent que l'activité totale des amylases après 24h de mise en germination est grandement dépendante du potentiel osmotique de la solution de germination.

#### **B – Activité de l' $\alpha$ - amylase extraite des graines après 48 heures**

Selon l'étude effectuée sur l'effet du stress salin sur les graines du Gombo (*Abelmoschus esculentus* L.), l'analyse des résultats, montrent que les variations de l'activité de l' $\alpha$ -amylase ne sont pas influencées par les différentes concentrations de NaCl des milieux de germination.

Un autre travail réalisé sur le métabolisme des protéines et des glucides chez quelques variétés d'haricot (*Phaseolus vulgaris* L.), à 72 h de germination, les résultats de l'évaluation de l'activité amylasique montrent que lorsque la concentration saline augmente, les taux de maltose formé diminuent.

L'analyse des résultats obtenus de l'étude réalisée sur les effets du déficit hydrique sur le processus de germination chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.), montrent que l'activité amylasique après 48h de mise en germination est fortement influencé par la variabilité génétique. Les traitements osmotiques appliqués conditionnent de manière très prononcé l'activité des amylases.

### 1.3. Taux des sucres solubles

Selon les résultats d'une étude réalisée sur l'effet du stress salin sur l'activité des  $\alpha$ -amylases et la remobilisation des réserves des graines d'haricot (*Phaseolus vulgaris* L.) en germination, la dégradation de l'amidon et la libération des sucres solubles, varie selon les concentrations salines au NaCl. Sous les concentrations élevées en NaCl chez certains génotypes, on constate une forte dégradation de l'amidon. D'après les résultats de l'étude réalisée sur les effets du déficit hydrique sur le processus de germination chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.), la synthèse des sucres solubles issus de la dégradation de l'amidon dépend de la nature du génotype et des variations des niveaux du potentiel osmotique appliqué sur les graines. Un autre travail réalisé sur le métabolisme des protéines et des glucides chez quelques variétés d'haricot (*Phaseolus vulgaris* L.) montre les variations de l'élaboration des sucres solubles des graines mises en germination sont fortement influencées par les différentes concentrations salines au NaCl et dépendent aussi de la nature du génotype.

## II- Discussions

La germination correspond au passage de l'état de vie ralentie à l'état de vie active, les réserves qui jusque-là assuraient le métabolisme résiduelle de l'embryon vont être activement métabolisés pour assurer la croissance de la plantule (**LAURENT & AHMED, 1991**).

Le processus d'imbibition des graines est une étape physiologique, primordiale pour la germination des graines des différentes espèces végétales (**JOHANSSON et al, 2000**). Pour le processus d'imbibition exprimé par le poids frais des graines les résultats obtenus au cours de plusieurs expérimentations indiquent que ce paramètre diminue lorsque la salinité du milieu de germination augmente.

La remobilisation des réserves glucidiques constitue une étape physiologique primordiale dans le processus de germination des graines amylacées (**HELDT, 2005**). La sensibilité des graines durant la germination est due principalement à l'effet de la salinité sur la mobilisation des réserves. Le ralentissement de la mobilisation des réserves est dû soit au retard de l'activation ou de la synthèse des hydrolases ou bien à l'inhibition du transfert des produits de l'hydrolyse de l'endosperme à l'embryon (**DE-OLIVEIRA, 1998**).

Selon l'étude effectuée sur l'effet du stress salin sur les graines du Gombo (*Abelmoschus esculentus* L.), Les résultats obtenus à travers l'étude de l'activité de l' $\alpha$ -amylase extraite après 24 heures et 48 heures de germination des graines du gombo sous l'influence des différentes concentrations de NaCl en absence et en présence de GA3, montrent que les variations des niveaux

de concentration de NaCl dans les milieux de germination n'ont qu'un très faible effet sur l'activité amylasique. Il est à noter que l'intensité de l'activité amylasique évolue au cours du temps d'une manière générale ( $r=0,379^{**}$ ).

Selon le travail réalisé sur le métabolisme des protéines et des glucides chez quelques variétés d'haricot (*Phaseolus vulgaris* L.) Les résultats obtenus, montrent que la remobilisation de réserves glucidiques sous forme de sucres solubles est provoquée beaucoup plus par l'augmentation des concentrations salines au NaCl ( $r=0,894^{***}$ ).

D'après l'étude réalisée sur les effets du déficit hydrique sur le processus de germination chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.), que l'activité des amylases est fortement influencée par l'abaissement du potentiel osmotique.

Selon les résultats d'une étude réalisée sur l'effet du stress salin sur l'activité des  $\alpha$ -amylases et la remobilisation des réserves des graines d'haricot (*Phaseolus vulgaris* L.) en germination, l'activité amylasique n'est que faiblement influencée par l'intensité de la salinité. Ces résultats se confirment à travers les travaux de (SIVARAMAKRISHNAN et al, 2006), qui démontrent que la contrainte saline par application du Na Cl ou du CaCl<sub>2</sub> favorise la synthèse et l'activité de ces enzymes. Cette activité s'avère plus importante après 48heures. Ces résultats se confirment par les travaux de (HUMA et al, 2003) qui, en comparant l'activité globale des enzymes des graines de blé et d'haricot, ont constaté qu'elle s'intensifie avec le temps chez l'haricot contrairement au blé.

# **Conclusion**



### Conclusion

La germination des graines est l'étape la plus sensible au stress salin et hydrique. La plupart des plantes les plus sensibles au sel peuvent être considérées pendant les stades de germination et d'émergence.

La salinité est un problème environnemental croissant dans le monde et ce phénomène est considéré comme un processus majeur de dégradation des terres. En moyenne, le monde perd 10 hectares de terres arables par minute, dont 3 hectares en raison de la salinisation. Cette dernière a des conséquences sur l'augmentation de la pression osmotique, et la toxicité pour les plantes due à l'accumulation de certains ions, dont le sodium, et la dégradation des sols.

Le travail présenté tente de traiter l'action de la salinité sur le déroulement du processus physique de la réhydratation de la graine d'une part, et d'autre part d'estimer ses impacts sur le processus métabolique indispensable à la dégradation des polysaccharides et la disponibilité des ressources glucidiques métabolisables et énergétiques.

Les résultats de plusieurs travaux, démontrent que l'activité est supérieure après 48h de mise en germination, par rapport à celle estimée après 24h de germination. Les variations de l'activité de l' $\alpha$ -amylase extraite en premier temps des graines mise en germination ne sont pas influencées par les différents traitements salins. L'activité amylasique après 48h de mise en germination est fortement influencé par la variabilité génétique. Les traitements osmotiques appliqués conditionnent de manière très prononcé l'activité des amylases. Les variations de l'élaboration des sucres solubles des graines mises en germination sont fortement influencées par les différentes concentrations salines au NaCl et dépendent aussi de la nature du génotype.

### Bibliographie

- Abd-Latef. (2010). Changes of antioxidative enzymes in salinity tolerance among different wheat cultivars. *Cereal Res. Comm*,38, 43-55.
- ALEM et AMRI. (2005). Importance de la stabilité des membranes cellulaires dans la tolérance à la salinité chez l'orge. *Reviews in Biology and Biotechnology*, vol.4, N°1, 20-31.
- AMOURI Adel Amar. (2016). *CARACTERISATION MOLECULAIRE ET BIOCHIMIQUE EN CONDITION DE STRESS SALIN DE Medicago truncatula Gaertner*.Thèse de doctorat. Oran: FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE (DEPARTEMENT DE BIOLOGIE).
- ANONYME. (2002). *Aubergine*. Consulté le 03 28, 2014, sur Saison(s) Eté, via [www.legumes.ch/public/index.php?cid=1111&ekuid=22](http://www.legumes.ch/public/index.php?cid=1111&ekuid=22).
- Anonyme. (s.d.). PROTA légumes. Dans *ressources végétales de l'Afrique tropicale* (p. 55).
- ANZALA. (2006). *Contrôle de la vitesse de germination chez le maïs (Zea mays):étude de la voie de biosynthèse des acides aminés issus de l'aspartate et recherche de QTLs*.Thèse de doctorat 148p. Université d'Angers.
- ASHRAF. (2004). Salt-induced changes in photosynthetic activity and growth in a potential medicinal plant Bishop's weed (*Ammi majus* L.). *Photosynthetica* 24(4), 543-550.
- Askri et al. (2007). Effet du chlorure de sodium sur la germination des graines de 3 variétés de pastèque (*Citrullus lanatus* L.) *Sécheresse* 18(1). 51-55.
- ASLAM et al. (2004). A high yielding and salt tolerant new cotton variety-NIAB-999. *International Journal of Biology and Biotechnology*,1, 181-185.
- ASLOUM. (1990). *Elaboration d'un système de production maraichère (Tomate, Lycopersium esculentum L.) en culture hors sol pour les régions sahariennes.Utilisation de substrats sableux et d'eaux saumâtres*.Thèse de doctorat, développement et amélioration des végétaux,24-32. Université de Nice Sophia-Antipolis.
- AUBERT. (1975). Les sols sodiques en Afrique du Nord annexes Agro Vol XI, N°1, INA,Alger. 186-196.
- Aubert, S., Daunay, M., & Pochard, E. (1989). Saponosides stéroïdiques de l'aubergine (*Solanum melongena* L.) I.Intéret alimentaire, méthodologie d'analyse, localisation dans le fruit. *Agronomie* 9(7), 641-651.

## Références bibliographique

---

- BABA SIDI KACI. (2010). *Effet de stress salin sur quelques paramètres phoenologique (biométrie, anatomie) et nutritionnels de l'Atriplex en vue d'une valorisation agronomique. Thèse de magister.* Bibliothèque Centrale Université de Ouargla.
- BELKHODJA. (1996). *Action de la salinité sur le comportement physiologique, métabolique chez la fève(Vicia faba L.)* Thèse de doct.Es Science Naturelles,255p. Oran: Université.
- Bernfeld, P. (1955). Amylase. Dans *Methods in enzymology Volume 1* (pp. 149-157). Academic Press.New York : In: Clowck S.P and Kaplan N.O(Ed).
- Berry et Paterson. (1990). Dans *Enzymes in food industry* (pp. 306-351). In: Sucking C.J.(ed.), *Enzyme chemistry impact and application.*Edition champman and hall London, 2ème edition.
- BEWLEY. (1994). *Seeds: Physiology of development and germination.*Peplum Press, New York (NY), 445.
- BEWLEY. (1997). *Seed germination and dormancy.* *Plant Cell* 9, 1055-1066.
- BEZZALA. (2005). Essai d'introduction de l'arganier (*Arganiaspinosa L.*) dans la zone de M' doukel et évaluation de quelques paramètres de résistance à la sécheresse. 25-28.
- Binet et Brunel. (1968). Dans *Physiologie végétale: Photosynthèse* (p. 793). Doin (éd), Paris.
- Bosser. (2000). Dans *Flore des Mascareignes:127 Convolvulacées à 135 Acanthacées* (pp. 27-28). IRD Edition.
- Bouredja. (2014). *Contribution à l'étude de Retama monosperma (L) Boiss: Recherche des conditions optimales de germination, caractérisation des polysaccharides pariétaux et biométrie des fibres des gousses.*Thèse de doctorat. 127p. Université Djilali Liabès.
- BOUTEYRE et LOYER. (1992). *Sols salés eaux saumatre des régions arides tropicales et méditerranéennes in l'aridité, une contrainte au développement.* ORSTON, Paris.
- Brigitte. (2009). Maximizing Health, Energy, and Culinary Delight With the Raw Foods Diet. Dans *Rawsome* (pp. 154-155). ReadHowYouWant Edition.
- Bukenya et Carasco. (1999). Ethnobotanical aspects of solanum L.(Solanaceae) in Uganda. Dans *Solanaceae 4: Advances in biology and utilization.*Royal Botanic Gardens,Kew,Richmond (pp. 345-360). United Kingdom: In: Nee, M, Symon, D.E, Lester, R.N.& Jessop, J.P. (Editors).
- Catherine BOYOGI MAPUNO. (2007-2008). *ETUDE COMPARATIVE DE L'INFLUENCE DE LA MATIERE ORGANIQUE (SCIURE DE BOIS ) ET DE LA FUMURE MINERALE (OSMOCOTE) SUR LE*

- RENDEMENT DE L'AUBERGINE (*Solanum melongena*) VAR *Mariatu A KISANGANI*. KISANGANI: FACULTE DES SCIENCE AGRONOMIQUES F.S.A.
- Chartzoulakis et Klapaki. (2000). Response of two greenhouse pepper hybrids to NaCl salinity during different growth stages. *Scientia Horticulturae* 86, 247-260.
- Chérifa B. (2014). *Etude de l'activité antioxydante des polyphénols extraits de Solanum melongena par des technique électrochimiques*. Thèse de doctorat, P:12. Biskra: Université Mohamed khider.
- Chérifa B. (2014). *Etude de l'activité antioxydante des polyphénols extraits de Solanum melongena par des technique électrochimiques*.Thèse de doctorat, P:9. Biskra: Université Mohamed khider.
- Chiba. (1988). Dans *Amyloglycosidase* (pp. 104-116). Oxford, U.K: In.Handbook of Amylases and related enzymes (The Amylase Research Society of Japan,éd).Pergamum Press.
- Collonnier et al. (2001). Applications of biotechnology in eggplant. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 65, 91-107.
- COME. (1970). Dans *Les obstacles à la germination des graines* (p. 162). Ed.Masson et Cie., Paris.
- Côme. (1982). Influence de la réfrigération et de la congélation sur la qualité et l'aptitude a la germination des graines. *Revue Internationale du Froid* 5(6), 33-336.
- Cronquist. (1988). Dans *The evolution and classification of flowering plants*.
- DAOUD. (1993). *Contribution à l'étude des sols plaines du cheliff. Le phénomène de salinisation conséquence sur les propriétés physiques des sols argileux*, Thèse Doctorat d'état, p:233. Alger: INA.
- Daunay et al. (1991). The use of wild species for the genetic improvement of Brinjal eggplant (*Solanum melongena* L.) and tomato ( *Lycopersicon esculentum*). Dans *Solanaceae III: Taxonomy, Chemistry, Evolution, Vol 27. Royal Botanic Gardens Kew and Linnean Soc* (pp. 389-413). London: In: Hawkes JC, Lester RN, Nee M, Estrada N (Eds) .
- Daunay et Janick. (2007). History and iconography of eggplant. *Chronica Horticulture*, 47(3), Retrieved from <https://hort.purdue.edu/newcrop/chronicaeggplant.pdf>, 16-22.
- Daunay et Lester. (1988). The usefulness of taxonomy for Solanaceae breeders, with special reference to the genus *Solanum* and to *Solanum melongena*, L (eggplant). *Capsicum Newsletter* 7, 70-79.
- DEBEZ et al. (2001). Effet du NACL et de régulation de croissance sur la germination d'*Atriplex halimus* L. *Agriculture* 10(2). 135-138.

- Debez et al. (2001). Effet du NaCl et de régulation de croissance sur la germination d'*Atriplex halimus* L. *Agriculture*. Vol 10, n°2, 8-135.
- DELFINE et al. (1998). Consequences of salt stress on conductance to CO<sub>2</sub> diffusion, Rubisco characteristics and anatomy of spinach leaves. *AUSTRALIAN JOURNAL OF PLANT PHYSIOLOGY* Vol 25, 395-402.
- DE-OLIVEIRA. (1998). Effect of saline Substrat on germination, vigor and growth of herbaceous cotton. *Engenharia-Agricola*, 18, 1-10.
- DIEHL. (1975). Agriculture générale. Dans *Technique saisonnière de la production végétale*. 2<sup>ème</sup> édition (pp. 275-286-290).
- DUAN et al. (2004). Effects of salts and water stress on the germination of *Chenopodium Glaucum* L. *Seed-Pack J Bot*, 36(4). 793-800.
- Dufour et Delaleu. (2012). Les bonnes combinaisons alimentaire 100% minceur et antifringales. Dans *Le régime Portfolio anticholestérol* (p. 70). Edition Leduc, s.
- EGGNET. (2005). Récupéré sur <http://www.bgard.science.ru.nl/eggnet/eggnet01.html> 1999-2005.
- EILERS. (1995). Santé des sols. Ed. John libbey. Dans *La qualité de sol, agriculture et agroalimentaire* (pp. 104-106). Canada.
- Elleuche et Antranikian . (2013). Dans *Starch-hydrolyzing enzymes from thermophiles*. (pp. 509-533). In: Satyanarayana T, Littlechild J, Kawarabayasi Y (Ed), *Thermophilic Microbes Environmental and Industrial Biotechnology*. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo.
- Erard. (2003). Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et Légumes. Dans *L'aubergine* (p. 160). CTIFL, Paris, France.
- FAO. (2005). *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. Consulté le March 2005, sur <http://faostat.fao.org/faostat/collections?version=ext&hasbulk=0&subset=agriculture>.
- FAO. (2010).
- FAO STAT. (2010).
- FAOSTAT. (2005). Récupéré sur <http://apps.fao.org>.

- Faville et al. (1999). Photosynthetic Characteristics of Three Asparagus Cultivars Differing in Yield. *Crop Science vol 39*, 1070-1077.
- FISARAKIS et al. (2001). Response of Sultana vines (*V.vinifera* L.) on six rootstocks to NaCl salinity exposure and recovery. *Agricultural Water Management 51(1)*, 13-27.
- Fogarty et Kelly. (1994). Microbial Enzymes and Biotechnology. *Applied Science, London, New York.(43)*, 71-132.
- François. (2008). Dans *Dictionnaire encyclopédique des sciences de la nature et de biodiversité* (p. 1152). Edition Dunod, Paris.
- Fukuoka et al. (2010). Accumulation, functional annotation, and comparative analysis of expressed sequence tags in eggplant (*Solanum melongena* L.). *the third pole of the genus Solanum species after tomato and potato. Gene 450(1-2)*, 76-84.
- GATE et GIBAN. (2003). Dans *Stades du blé* (p. 68). Ed.Paris, ITCF.
- GEIGENBERGER et al. (1997). Regulation of sucrose and starch metabolism in potato tubers in response to short term water deficit. *Planta 201*, 502-510.
- Grubben. (1977). Dans *Tropical vegetables and their genetic resources* (pp. 34-37). IBPGR, Rome: In: Tindall MD, Williams J.T.(Eds),Vol 23.
- Grubben et Denton. (2004). Dans *Ressources végétales de L'Afrique Tropicale 2 (PROTA),légume, Wageningen*, (pp. 548-553). Pays-Bas.
- HADJADJ et al. (2009). Adsorption of méthylène blue and zinc ions on raw and acid-activated bentonite from Morocco. *Applied Clay Science 46*, 418-421.
- HALITIM. (1985). *Contribution à l'étude des sols des zones arides( Hautes plaines steppiques Algérie).Morphologie, distribution et role des sels dans la genèse et le comportement des sols.Thèse de Doctorat d'état,p:383*. Université de Rennes.
- Hamon. (2001). Dans *Des modèles biologiques à l'amélioration des plantes* (p. 189). Editions IRD.
- HARE et al. (1998). Dissecting the roles of osmolyte accumulation during stress. *Plant Cell and environment 21*, 535-553.
- Hassan et al. (2003). Institut agronomique et vétérinaire Hassan II. 1 à 4. Rabat, Institute agronomique et vétérinaire Hassan II, Agadir N°100.

- HAWKINS et LEWIS. (1993). Combination effect of NaCl salinity, nitrogen form and calcium concentration on the growth, ionic content and gaseous exchange properties of *Triticum aestivum* L. cv. *Gamtoos*. *New phytol.* 124, 161-170.
- HAYASHI et MURATA. (1998). Genetically engineered enhancement of salt tolerance in higher plants. Dans *Stress Response of Photosynthetic Organisms: Molecular Mechanisms and Molecular Regulation* (pp. 133-148). Elsevier, Amsterdam: In: Sato Murata N, (Ed).
- HELDT. (2005). Plant biochemistry. *Elsevier Academic Press 2005.ELSEVIER.Inc.*, 657.
- Heller et al. (1990). Dans *Abrégés de physiologie végétale (Tome II)* (p. 266). Masson (ed) Paris.
- HELLER et al. (2004). Dans *Physiologie végétale TOME I: développement et Tome II* (pp. 64-260). Edit Dunod.Paris.
- Hii et al. (2012a). Pullulanase: Role in starch hydrolysis and potential industrial application: A review. *Enz. Res.*, volume 2012. *Article ID 921362, 1-4*.
- HOPKINS. (2003). Dans *Physiologie végétale.Traduction de la 2 ème édition américaine par Serge.R.* (pp. 66-81). Ed de Boeck.
- HOSNI. (2008). *La tolérance au sel*.
- HUMA et al. (2003). L'influence de l'herbicide Gramoxone sur l'activité de la catalase dans les graines de blé et de haricot au cours de la germination. Dans *G& BM.Tome4*.
- IYEGAR et REDDY. (1996). Photosynthesis in highly salt-tolerant plant . Dans *Handbook of photosynthesis, Marcel Dekker* (pp. 897-909). New York: In: M. pessarakli (ed).
- JOHANSSON et al. (2000). The role of aquaporins in cellular and whole plant balance. *Biochem Biophys Acta* 1465, 324-342.
- Kahlon et al. (2007). Steam cooking significantly improves in vitro bile acid binding of beets, eggplant, asparagus, carrots, green beans, and cauliflower. *Nutrition Research*,, 750-755.
- Katembe et al. (1998). Effect of Salinity on Germination and Seedling Growth of two *Atriplex* species (Chenopodiaceae) *Ann Bot*, 82. 165.
- Khalil et al. (2017). EFFECT OF SODIUM CHLORIDE (NaCl) ON THE GROWTH OF SIX *Acacia* SPECIES. 10.

- Khan R. (1979). *Solanum melongena* and its ancestral forms. Dans *The biology and taxonomy of the Solanaceae* (pp. 629-638). Linnean Soc., Academic Press, London: In: Hawkes JC, Lester JG & Skelding AD (Eds).
- KIM et al. (2000). A maize vacuolar invertase IVR2, is induced by water stress organ/ tissue specificity and diurnal modulation of expression. *Plant Physiology*. Vol 124, 4-84.
- KOTOWSKI, F. (1926). Temperature Relations to Germination of Vegetable Seeds. *American Society of Horticulture Science Proceedings*, 23, 176-184.
- Lacoste. (2012). La bible de tous les trucs qui marchent pour se soigner. Dans *Ma bible des trucs de santé* (p. 17). Leduc.s Editions.
- LAHLOU et al. (2000). Modélisation de l'évolution de la salinité et de l'alcalinité dans les sols irrigués. (*Séminaire , Intensification agricole et qualité des sols et des eaux, Rabat 2-3 Novembre*).
- LANNOY. (2001). Dans *Agriculture en Afrique tropicale* (p. 1634).
- LAURENT , B., & AHMED, B. (1991). La germination des semences en condition sèche. Dans *Science et changement planétaire, Volume 2, numéro 4* (pp. 239-249).
- Lawande et Chavan. (1998). Eggplant (Brinjal) . Dans *Handbook of vegetable Science and Technology. Production, Composition, Storage*. In: D.K.Salunkhe and S. S.Kadam (Eds).
- Lester et Daunay. (2003). Diversity of African vegetable *Solanum* species and its implications for a better understanding of plant domestication. Dans *Schriften Genet.Ressourcen* 22. In: H.Knupffer and J.Ochsmann (Eds): Rudolf Mansfeld and Plant Genetic Resources.
- Lester et Hasan. (1991). Dans *Solanaceae III: Taxonomy, Chemistry, Evolution. 26. Origin and domestication of the Brinjal Egg-Plant, Solanum melongena, from S.incanum, in Africa and Asia*. Hawkes, Lester, Nee and Estrada(Eds).Royal Botanical Gardens Kew and Linnean Society of London.
- LONGSTRETH et NOBEL. (1979). Salinity effects on leaf anatomy: consequences for photosynthesis. *J. Plant Physiol.*, 63(4), 700-703.
- Maghoer et al. (2013). Response of Eggplant (*Solanum melongena* L.) to Combination of Inorganic-Organic N and EM4. *Agrivita Journal of Agricultural Science*, 35(3), 296-303.



- Mandal, S. (2010). Induction of phenolics, lignin and key defense enzymes in eggplant (*Solanum melongena* L.) roots in response to elicitors . *African Journal of Biotechnology* 9(47), 8038-8047.
- Marlet et al. (2006). Processus et gestion de la salinité des sols. Dans *Tec & Doc Lavoisier*. ISBN-13:978-2743009106. In: Tiercelin, J.R. Traité d'irrigation, second édition.
- MARTINEZ et al. (2005). NaCl alleviates polyethylene glycolinduced water stress in the halophytes species *Atriplex halimus* L. . *Journal of Experimental botany*, 56 (419), 2421-2432.
- Mazliak. (1982). Dans *Physiologie végétale et métabolisme* (p. 230). Herman (éd), Paris.
- MAZLIAK. (1982). Croissance et développement. Collection Méthodes des Herman. Dans *Physiologie végétale II* (p. 465). Paris.
- Mazur et Nakatani. (1993). Multiple attack mechanism in the porcine pancreatic amylase hydrolysis of amylose and amylopectine. *Arch.Bioch.Biophysics*. Vol.,306(1), 29-38.
- Meloni et al. (2001). Contribution of proline and inorganic solutes to osmotic adjustment in cotton under salt stress. *Journal of plant nutrition* 24, 599-612.
- MERABTI. (2006). *Isolement et caractérisation de souches levuriennes amylolytiques à partir de sol saharien algérien*. Thèse de Magistère 85p. Université Mentouri Constantine .
- Messiaen. (1989). L'aubergine. Dans *Collection Technique vivantes, Agence de coopération culturelle et technique-presses univ* (pp. 238-257). Paris: In: Le potager tropical, Cultures spéciales, vol 2.
- MESSIAEN. (2001). Dans *Agriculture en Afrique tropicale* (p. 1634).
- Messiaen et al. (2009). Dans *Le potager familial méditerranéen* (p. 75). Editions Quoe.
- Meyer, Bamshad, Fuller et Litt. (2014). Comparing medicinal uses of eggplant and related Solanaceae in China, India, and the Philippines suggests the independent development of uses, cultural diffusion, and recent species substitutions. *Economic Botany*, 68(2), <https://doi.org/10.1007/s12231-014-9267-6>, 137-152.
- Mohammad et al. (1998). Tomato root and shoot responses to salt stress under different levels of phosphorus nutrition. *Journal of Plant Nutrition*. vol 21, 1667-1680.

- Mouawad. (2007). *Transfert de matière dans un système solide/liquide(ion/eau/pectine):interactions, partage ionique et simulation par dynamique moléculaire, Thèse de doctorat.* Loraine: Institut National Polytechnique, p.6-7.
- Munro et al. (1998). Dans *Les légumes du Canada* (p. 348). Edition NRC Research Press.
- MUTSHIPAY. (1989). *Essaie comparatif des effets de la fumure (organique et minérale) sur la qualité nutritionnelle de l'aubergine (Solanum melongena L. var plume de corbeau).* YANGAMBI: Mémoire inédit, I.F.A YANGAMBI.
- N'Dri et al. (2010). Effects of different maturity stages on antioxidant content of Ivorian gnagna(*Solanum indicum L.*). *berries.Molecules ISSN 1420-3049,15, 7125-7138.*
- Nielson et al. (2001). *The determinant of alpha-amylase PH-activity profiles.protein Engineering.Oxford University press.14(7), 505-512.*
- NIU et al. (1995). Ion homeostasis in NaCl stress environments. *Plant physiology.109(3), 735-742.*
- NOUADRI. (2011). *L'alpha amylase de penicillium camemberti PL21:Production, Purification, Caractérisation et Immobilisation.Mémoire de Magister 160p.* Université Mentouri.Constantine.
- NOURI. (2002). *Ajustement osmotique et maintien de l'activité photosynthétique chez le blé dur (Triticum durum, Desf), en conditions de deficit hydrique.Thèse de magistère en biologie végétale: p.4-16.*
- PARIDA et al. (2004). Effects of salt on growth, ion accumulation, photosynthesis and leaf anatomy of the mangrove, *Bruguiera parviflora. Trees-Struct-Funct 18, 167-174.*
- Park et al. (1997). Expression, secretion, and processing of rice Alpha-amylase in the yeast *Yarrowia lipolytica. J. Biol. Chem.,272(11), 6876-6881.*
- Pazkowski, C., Kalinowska, M., & Wojciechowski, Z. (2001). Phospholipids modulate the substrate specificity of soluble UDP-glucose:steroid glucosyltransferase from eggplant leaves. *Phytochemistry 58(5), 663-669.*
- Publishers. (2004). Dans *Ressources végétales de l'Afrique tropicale, volume 2* (pp. 548-549). Edition PROTA.
- REYNOLDS et al. (2001). Application of physiology in Wheat Breeding.Mexico, D.F: CIMMYT. 101-111.

- Romero-Aranda et al. (2001). Tomato plant-water uptake and plant-water relationships under saline growth conditions. *Plant Sciences* 160, 265-272.
- Rozema et al. (2008). Crops for a salinized world. *Science*, 322, 1478-1480.
- Scorsatto et al. (2019). Effect of eggplant flour (*Solanum melongena* L.) associated with hypoenergetic diet on antioxidant status in overweight women-a randomised clinical trial. *International Journal of Food Science & Technology*, 54(6), <https://doi.org/10.1111/ijfs.14125>, 2182-2189.
- Scriban. (1999). Biotechnologie. 5<sup>ème</sup> édition. Dans *Technique et Documentation. Lavoisier* (pp. 149-159). Paris.
- Selena. (2008). Fraîches, désaltérantes, ces soupes (nouvelle génération) sauront égayer déjeuners ou dîner d'une touche originale et colorée. Dans *Mes petites soupes magiques* (p. 32). Leduc.s Editions.
- Sihachakr et al. (1993). Regeneration of plants from protoplasts of eggplant (*Solanum melongena* L.). Dans *Biotechnology in Agriculture and Forestry, Plant protoplasts and genetic engineering, Vol IV* (pp. 108-122). Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg: In: Bajaj YPS (Ed).
- Sihachakr et al. (1994). Somatic hybridization of eggplant (*Solanum melongena* L.) with its close and wild relatives. Dans *Biotechnology in Agriculture and Forestry, Somatic hybridization in crop improvement, Vol* (pp. 225-278). Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg: In: Bajaj YPS (Ed).
- SIVARAMAKRISHNAN et al. (2006). Alpha Amylases from Microbial Sources- An Overview on Recent Developments. *Food Technol. Biotechnol.* 44(2). ISSN1330-9862, 173-184.
- Slama. (2004). *La salinité et la production végétale* 163p. Tunis: Ed. centre de publication universitaire.
- Souhaïl MAALEM. (2011). *Etude de l'impact des interactions entre le phosphore et le Chlorure de Sodium sur trois espèces végétales halophytes du genre Atriplex (A. halimus, A. canescens et A. nummularia)*. Faculté des Sciences (Département de Biologie).
- TAIZ et ZEIGER. (2002). Dans *Plant physiology, 3rd ed* (p. 427). Sinauer Associates publishers Sunderland.
- TREMBLIN et COUDRET. (1986). Salinité, transpiration et échanges de CO<sub>2</sub> chez *Halopeplis amplexicaulis* (Vahl). *Ung. Oecol. Plant.* 7(21), 417-431.

## Références bibliographique

---

- Wang el Nil. (2000). Changes in chlorophyll, ribulose bisphosphate carboxylase-oxygenase, glucine betaine content, photosynthesis and transpiration in *Amaranthus tricolor* leaves during salt stress. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology* vol 75, 623-627.
- Yoshikawa et al. (1996). Antimutagenic activity of extracts from Japanese eggplant. *Mutation Research* 371,, 65-71.
- Zhu. (2001). Plant salt tolerance . *Trends in Plant Science* n°2 vol.6, 66-71.
- ZOUAOUI et al. (2019). EVALUATION DE L'EFFET DE DEUX SELS NOCIFS ( Nacl ET Na2SO4) SUR QUELQUES PARAMETRES MORPHO-PHYSIOLOGIQUE DE L'AUBERGINE: SOLANUM MELONGENA L.CULTIVEE EN HORS SOL. *Revue Agrobiologie* 9(1),, 1406.
- Zoubiri Lamia. (2011-2012). *Production d'alpha amylase par des moisissures cultivées sur milieu à base de rebuts de dattes*. UNIVERSITE MENTOURI-CONSTANTINE, Institut de la Nutrition, de l'Alimentation et des Technologies Agro-alimentaires (INATAA).