

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 : Amélioration des plantes

Thème :

**Etude de l'effet de la salinité Sur  
la germination de l'aubergine (*Solanum  
melongena* L.)**

Présenté par :

M<sup>elle</sup> BENTAMRA Amina

Membres de jury :

Président : Mr. BOUFARES K

Promoteur : Mr. CHOUHIM K

Examineur : Mr. MELIANI H

Année universitaire : 2016 – 2017

## TABLE DES MATIERES

Résumé	
Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction.....	1
Chapitre I : Données bibliographiques	
I. Données sur le matériel végétal, l'aubergine.....	3
I.1 Généralité sur l'espèce.....	3
I.2 Origine .....	3
I.3 L'intérêt médicinal .....	4
I.4 Quelques variétés existantes .....	5
I.5 Production mondiale .....	5
I.6 Production locale de l'aubergine.....	6
I.6 Phases phénologiques de la culture de l'aubergine .....	6
II. La salinité.....	7
II.1 Généralité sur les stress.....	8
II.2 La salinité.....	9
II.3 Salinisation.....	9
II.4 Origine de la salinité.....	9
II.5 Mise en évidence du stress salin.....	10
II.6 L'effet du stress salin sur la plante.....	10
II.7 L'effet du stress salin sur la graine en germination.....	11
II.8 L'effet de stress salin sur les activités enzymatiques.....	11
II.9 Tolérance et modes d'adaptation.....	12
III. La germination .....	13
III.1 Définition.....	13
III.2 Notion de graine .....	13
III.3 Morphologie de la graine .....	14
III.4 Dormance des grains .....	14
III.5 La levée de la dormance .....	15

## Chapitre II : Matériel et méthodes

1- Objectif de l'expérimentation.....	16
2- Matériel végétal.....	16
3- Conduite de l'essai .....	16
4- Conditions de la conduite de l'expérimentation.....	16
a- Milieu de germination des graines .....	16
5- Les paramètres de la germination.....	18
a- Les paramètres physiologiques de la germination des graines et de croissance.....	18
6- Traitement statistique.....	20

## Chapitre III : Résultats

1- Les paramètres physiologiques de croissance et de germination des graines sous l'influence de la salinité.....	21
1 - Précocité de germination.....	22
2- Vitesse de germination.....	23
3-Cinétique de germination.....	24
4-Taux final de germination.....	26
5- La longueur de la racine des plantules de l'aubergine.....	27

## Chapitre VI : Discussion et conclusion générales

Discussion et conclusion générales .....	29
REREFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE .....	32

## Résumé

La salinité des terres arables constitue un facteur limitant pour la production agricole dans le monde. La germination sous contraintes salines pourrait constituer un test rapide à cet égard.

Dans ce contexte, la présente étude consiste à tester la germination des graines de la variété galine hybride F1 de l'aubergine (*Solanum melongena* L.) sous l'influence du stress salin par l'application de chlorure de sodium NaCl à des concentrations croissantes 160 meq et 200 meq, dans le but d'apporter des informations supplémentaires sur les comportements physiologiques et de croissance de cette plante. Au cours des essais de germination effectués, les boîtes de Pétri sont maintenues à une température de 25 °C.

Les résultats obtenus montrent que la salinité a affectée considérablement l'ensemble des paramètres physiologiques de la germination. Cependant la précocité de la germination des graines a été faiblement influencée.

La longueur des racines des plantules de l'aubergine mesurée après 480 heures de la germination enregistre une valeur de 7,47 cm chez le témoin. Ce paramètre de croissance est fortement affecté par la salinité, puisque sous les concentrations salines utilisées dans l'expérimentation, 160 et 200 meq, toutes les graines n'ont pas germé. On peut expliquer ça, en disant que le seuil de la tolérance de cette variété de l'aubergine est vraisemblablement en dessous de ces concentrations.

**Mots clés :** *Solanum melongena* L., galine, germination, salinité, NaCl.

## **Summary :**

The salinity of arable land is a limiting factor for agricultural production in the world. Saline stress germination could be a quick test in this regard.

In this context, the present study consists in testing the seed germination of the hybrid galen variety F1 of the eggplant (*Solanum melongena* L.) under the influence of salt stress by the application of sodium chloride NaCl in increasing concentrations 160 meq and 200 meq, in order to provide additional information on the physiological and growth behavior of this plant. During the germination tests carried out, the Petri dishes are maintained at a temperature of 25 ° C.

The length of the radicles of the eggplant seedlings measured after 480 hours of germination recorded a value of 7.47 cm in the control.

This growth parameter is strongly affected by salinity, since under the salt concentrations used in the experiment, 160 and 200 meq, all the seeds did not germinate. This can be explained by saying that the threshold of tolerance for this variety of eggplant is likely to be below these levels.

**Key words:** *Solanum melongena* L., saline, germination, salinity, NaCl.

## ملخص:

تعتبر الملوحة من اهم المشاكل الطبيعية التي تؤثر على نوعية التربة، و بتالي على انتاج الزراعي مما جعلها احدى اولويات البحث العلمي الذي يهدف الى فهم افضل للظاهرة وذلك بغية الوصول الى اختيار جيد للنباتات الاكثر تحملا للملوحة .

في هذا السياق اجريت الدراسة على عينات من بذور باذنجان هجينة *Solanum melongena* ،التي وضعت لتنمو داخل محاليل مالحة من كلوريد الصوديوم بتركيز متصاعدة ( 140-200 ميلي مكافئ). اين قمنا بمقارنة مدى تجاوب العينات من خلال سلسلة من القياسات المورفولوجية لطول الجذير و في هذه التجربة كانت علب بيثري موضوعة في درجة حرارة 25 درجة

وأظهرت النتائج أن الملوحة أثرت بشكل كبير على فيزيولوجية الانبات . ولكن التأثير على الإنبات المبكر للبذور قليل

طول جذور شتيلات الباذنجان يقاس بعد 480 ساعة من الانبات حيث سجلنا طول 7,47 سم في وسط المحلول المائي مقطر(شاهد)

عامل النمو تاتر كثيرا بالملوحة لان في التراكيز الملحية المستعملة 160 و 200 مل مكافئ لم تنتش و لا بذرة اذن نستطيع قول ان هذا النوع من الباذنجان يتأقلم مع تراكيز ملحية اقل من التراكيز المستعملة .

الكلمات المفتاحية: *Solanum melongena* L, جالين ,انبات ,ملوحة , كلوريد الصوديوم

## *Liste des abréviations*

**°C :** *Degré Celsius.*

**ddl :** *degré de liberté.*

**g.l-1 :** *Gramme par litre*

**meq.l-1 :** *Milliéquivalent par litre.*

**NaCl :** *Chlorure de sodium*

**P :** *Probabilité*

## Liste des figures

<b>Figure 1</b> - fruit d'aubergine demi longs noir (Monarca).....	5
<b>Figure 2</b> - fruit d'aubergine longue noir (Black pearl).....	5
<b>Figure 3</b> - L'aubergine rend panachée (Vernal).....	5
<b>Figure 4</b> - fruit blanc demi long (Abrivado ; Sultane).....	5
<b>Figure 5</b> - Les graines de l'aubergine dans la boîte de Pétri.....	16
<b>Figure 6</b> - Répartition des boîtes de pétri dans l'étuve .....	17
<b>Figure 7</b> -Précocité de germination des graines (%) de l'aubergine selon la concentration en NaCl .....	21
<b>Figure 8</b> - Coefficient de vélocité(Cv) et le temps moyen de germination (Tm) des graines de l'aubergine stressées au NaCl.....	23
<b>Figure 9</b> - Cinétique de germination (% de graines germées) des graines du l'aubergine stressées au NaCl. ....	25
<b>Figure 10</b> - Effet du stress salin sur le taux final de germination des graines de la variété galine de l'aubergine.....	27
<b>Figure 11</b> – Variations de la longueur des racicules des plantules de l'aubergine stressées au NaCl.....	28

## *List des tableaux*

<b>Tableau. 1</b> La production mondiale de l'aubergine (FAO 2013).....	6
<b>Tableau. 2</b> : Quantités de NaCl utilisées dans la préparation des solutions salines.....	17
<b>Tableau. 3</b> : : Analyse de la variance ANOVA au seuil de signification de 5 % des résultats de la précocité de la germination.....	22
<b>Tableau. 4</b> : Analyse de la variance ANOVA au seuil de signification de 5 % des résultats de la vitesse de la germination.....	24
<b>Tableau. 5</b> - Analyse de la variance ANOVA au seuil (P = 5%) des résultats de la cinétique de la germination des graines testées de la variété galine hybride F1 de L'aubergine.....	26

# Introduction

## **Introduction**

L'aubergine, Plante des régions chaudes, de la famille des solanacées, originaire de l'Inde, (**FRARY et al.,2007,DAUNY,2008**) Il est cultivé en abondance dans les régions tropicales et subtropicales ( **UTHUMPORN et al., 2015** ).

Plus de la moitié de la production mondiale se fait en 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 (**TERRI L. WEESE 2010, FAO, 2014**)

L'aubergine présente une importance notable du fait qu'il est très riche en antioxydants (**NODA et al., 2000; HANSON et al., 2006**).

L'Algérie fait partie de la région méditerranéenne où la sécheresse a conduit au processus de salinisation des sols qui résulte d'une forte évaporation d'eau à partir du sol (**MUNNS et al., 2006**) . La salinité constitue une contrainte dans beaucoup de périmètres de grandes cultures où la qualité de l'eau joue un rôle majeur et où la recherche de plantes adaptées à des seuils élevés de salinité devient un impératif pour la production agricole. La sélection variétale, nécessite la connaissance des mécanismes responsables de la tolérance du végétal à la salinité. (**ARBAOUI et al., 2000**).

Le développement de l'agriculture entraîne, inmanquablement, l'exportation de quantités importantes des différents éléments nutritifs du sol dont la restitution devient impérative surtout dans les sols des régions arides et semi-arides d'Afrique du Nord (**RAHMOUNE et al., 2001**).

Actuellement, la surface des terres agricoles touchées par l'excès de sel est de l'ordre de 340 millions d'ha, l'équivalent de 23% des terres agricoles dans le monde (**KEREN, 2000**). L'Algérie est parmi les pays menacés avec de vastes sols salés s'étalant autour de 3,2 millions (**BELKHODJA et BIDAI, 2004**).

La salinité de la couche arable et du sous-sol est l'un des principales contraintes abiotiques stress qui constitue une menace sérieuse pour la production agricole (**GREWAL, 2010**).

La dormance est une caractéristique spécifique des graines qui peut se définir comme le blocage de la germination d'une graine intacte et viable malgré des conditions environnementales favorables (**FINCH-SAVAGE et LEUBNER-METZGER, 2006**).

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**).

La germination est le passage de la vie latente de la graine à la vie active ; elle débute lorsque la graine commence à absorber de l'eau (**BILL, 2007**). Cependant elle ne se réalise qu'en présence d'une suffisante activité enzymatique, tel l' $\alpha$ -amylase, et qui dégrade l'amidon responsable de la remobilisation des réserves glucidiques vers l'embryon (**HELLER et al, 2004**).

Ce travail propose une évaluation des paramètres physiologiques de germination chez l'aubergine soumise à la contrainte saline.

**CHAPITRE**

**(I)**

**PARTIE**

**BIBLIOGRAPHIQUE**

**I. Données sur le matériel végétal, l'aubergine**

**1. Généralité sur l'espèce**

L'aubergine (*Solanum melongena* L.) est une plante potagère herbacée de la famille des Solanacées, cultivée pour son fruit consommé comme légume-fruit (**ARTHUR CRONQUIST,1981**)

Et ça classification est la suivant :

Règne : *Plantae*

Division : *Magnoliophyta*

Classe : *Magnoliopsida*

Ordre : *Solanales*

Famille : *Solanaceae*

Genre : *Solanum*

**Classification de (CRONQUIST;1981)**

Ordre : *Solanales*

Famille : *Solanaceae*

**Classification (APG III 2009)**

**2. Origine :**

L'aubergine (*Solanum melongena*) fait partie de la famille des solanacées et est originaire de l'Inde.( Le gouvernement indien février 2010.), La domestication est vraisemblablement ancienne primitivement en Inde et en Chine, puis sur une vaste zone du sud-est asiatique, toujours en climat chaud. Il en résulte une très grande diversité des variétés et cultivars. Sa domestication secondaire dans les pays tempérés est tardive mais avancée, notamment au Japon. Elle est encore peu consommée en Europe du Nord et en Amérique du Nord, voire très peu consommée dans les pays nordiques elle reste un légume asiatique (l'Asie produit 93 % des aubergines mondiales en 2013) et marginalement méditerranéen (**VENTURINO et CARLO, 2009**).

**3. L'intérêt médicinal**

L'aubergine est aussi 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), en sodium (Na) contenue dans ce 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 ulcères d'estomac, augmente l'appétit et guérit la constipation. (**SUDHEESH. S, SANDHYA ; 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.HY, ChANG. CK, 2000**).

La propriété reconnue par les scientifiques est celle de pouvoir réduire le taux de cholestérol (**NODA Y, KNEYUKI 2000**). Des études réalisées aux Etats-Unis et en Autriche ont montré que l'aubergine était capable de limiter l'augmentation des lipides et du cholestérol sanguins, augmentation qui suit habituellement l'absorption des corps gras (et d'aliments riches en graisse) (**MATSUBARA.K, KANEYUKI ; 2005**).

Selon des chercheurs, l'aubergine renfermait des substances (fibres particulières, composés spécifiques) ayant la propriété de maintenir le cholestérol dans la lumière de l'intestin. Cela permettrait au cholestérol d'être expulsé sans avoir été réabsorbé (**MEDISTE, 2004**).

**4. Quelques variétés existantes**



**Fig.2- fruit longe noir  
(Monarca)**



**Fig.1- fruit demi longs noir  
(Black pearl)**



**Fig.3- L'aubergine rend panachée  
(Vernal)**



**Fig.4- fruit blanc demi long  
(Abrivado ; Sultane)**

**5. Production mondiale**

Plus de la moitié de la production mondiale se fait en 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 (**TERRI L. WEESE 2010, FAO, 2014**).

## 6. Production locale de l'aubergine

En Algérie la production de l'aubergine elle est avec un densité de 15 000 à 20 000 plants / ha récolte et conservation, manuellement tous les 4 à 5 jours.

Les rendements moyens varient selon les variétés et le type de culture.

Plein champ : 30 à 40 t / ha.

Sous serre : 45 à 70 t / ha (AIC. ALGERIE 2015)

**Tableau. 1 La production mondiale de l'aubergine ( FAO ;2014)**

Production en tonnes. Chiffres 2014 Données de FAOSTAT (FAO)				
 Chine	27 698 600	58 %	28 433 500	58 %
 Inde	12 634 000	26 %	13 444 000	27 %
 Iran	1 300 000	3 %	1 345 185	3 %
 Égypte	1 193 854	3 %	1 194 115	2 %
 Turquie	799 285	2 %	826 941	2 %
 Indonésie	518 827	1 %	509 380	1 %
 Irak	422 336	1 %	510 918	1%
 Japon	327 400	1 %	321 200	1 %
 Espagne	245 900	1 %	206 300	0 %
Autres pays	2 581 638	5 %	2 617 673	5 %
 Monde	<b>47 721 840</b>	100 %	<b>49 418 212</b>	100 %

## 7. Phases phénologiques de la culture de l'aubergine

Durant tout le cycle cultural de l'aubergine, cette plante traverse plusieurs étape et stades. Ceux-ci, peut être regroupés en quatre (4) étapes phénologiques présentées de la façon suivante : Phase d'initiation, Phase d'établissement, Phase végétative, Phase de reproduction. (HORTIPRATIC, 2003).

### 1.- Phase d'initiation

Cette phase est la première à se réaliser. Elle débute avec l'émergence des cotylédons et les deux petites feuilles effilées du sol. Elle dure environ une a deux semaines. Elle se caractérise d'une part par la croissance des feuilles cotylédonaires qui tendent à devenir de moins en moins effilées pour prendre une forme ovoïdes. D'un autre côté, le système

radiculaire se développe et pousse pas mal de poils absorbants. Elle se termine avec la sortie des vraies feuilles. (JONATHAS M-E. 2004)

### **.2.- Phase d'établissement**

C'est la phase de début de végétation, au niveau de laquelle, les vraies feuilles surgissent et se développent. Les premières peuvent atteindre 5-6 cm de long et 3 cm de largeur. Au cours de cette phase, la tige s'épaissit graduellement et s'allonge, peut atteindre 6-12 cm de long. Elle dure plus de temps que la première, soient 20-25 jours. Elle se termine avec un nombre de vraie feuilles variant de quatre (4) à (6) et l'apparition des bourgeons axillaires des feuilles. C'est au cours de cette phase que la plante supporte mieux les chocs de transplantation.( JONATHAS M-E. 2004)

### **.3.- Phase végétative**

D'après (MUSEAU H. 2003). Cette phase est déterminée par un développement et une croissance très remarquable. Elle s'étend plus longtemps que toutes les autres phases et comporte plusieurs stades qui se succèdent généralement, comme suit :

Stade V1 : Ce stade démarre avec l'apparition de la première ramification qui se développe et s'étale progressivement pour atteindre l'axe principal.

Stade V2 : Il se distingue de la première par la lignification graduelle de la tige à partir de la base du collet. Il est aussi marqué par l'émission d'autres bourgeons.

Stade V3 : A ce stade, le port de la plante apparaît de plus en plus garni, ce qui lui procure un aspect arbustif. Les feuilles antérieures sont entièrement développées.

Stade V4 : Développement maximal de la canopée indique le dernier stade végétatif. Celui-ci se termine avec l'apparition des boutons floraux, qui entame la phase de reproduction.

### **4.- Phase de reproduction**

C'est la dernière phase du cycle de culture de la plante. (JONATHAS M-E. 2004. ;MUSEAU H. 2003) Elle est déclenchée par l'apparition des boutons floraux pour aboutir au murissement des fruits. Elle renferme quatre stades qui peuvent se répartir de la façon suivante :

Stades R1- Floraison

Apparition des boutons floraux, l'éclatement des fleurs et leur pollinisation.

Stades R2- Fructification

Formation des fruits, leur développement, et les modifications de couleur du vert tendre mêlée de brique au violet/pourpre.

Stades R3- Maturation

Stabilisation de la couleur du fruit qui devient plus foncée et plus brillante. Ce stade s'achève avec le durcissement de la base du fruit.

Stades R4- Murissement

Décoloration du fruit qui passe progressivement du pourpre foncé ou presque noir, au marron, puis au marron clair. Dépérissement important du fruit ou la maturation des graines est complètement achevée.

**.La salinité**

**1. Généralité sur les stress**

Plusieurs auteurs reportent la notion physiologique du stress à **Claude Bernard** qui considère, en **1868**, que les réactions déclenchées par le stress visent à maintenir l'équilibre de notre organisme. En 1915, le physiologiste **américain Bradford C.W** donne le nom « homéostasie » à l'ensemble de ces réactions. (**VINCENT 2006**) relate que l'association des trois notions « stress-homéostasie-adaptation » constitue, par la suite, l'approche biologique du stress et permet d'expliquer l'influence du stress lorsqu'il est appliqué, dans certaines limites, sur l'organisme ainsi que l'adaptation de ce dernier. (**ZHU 2002**) définit le stress comme étant la variation d'un paramètre environnemental qui entraîne la mise en place des mécanismes de régulation de l'homéostasie. D'après (**CHAUSSAT, 1999**) et (**VINCENT 2006**), les organismes sont généralement soumis à deux types de stress :

- **Les stress biotiques** qui sont dus à une agression par un autre organisme.

- **Les stress abiotiques** qui sont dus principalement à des facteurs environnementaux.

Les stress abiotiques ont en commun une composante osmotique qui peut rompre l'homéostasie hydrique cellulaire (**LEVITT, 1980**). La cause primaire du stress est alors la

baisse d'activité de l'eau cellulaire, qui déstabilise les membranes et les macromolécules et entraîne la perte de turgescence des tissus (LUGAN, 2008).

Dans le cas du stress salin, induit principalement par l'abondance des chlorures de sodium dans le milieu, un stress de nature ionique s'ajoute au stress hydrique par l'action des ions Na<sup>+</sup> et Cl<sup>-</sup> en excès (FLOWERS *et al.*, 2000).

## **2. La salinité**

La salinité constitue l'un des facteurs abiotiques les plus répandus au niveau de la planète et qui limite fortement les rendements agricoles (KHALES et BAAZIZ, 2006). La salinité affecte la production agricole et sa qualité dans les régions arides et de semi-arides, où les précipitations sont limitées et ne sont pas suffisantes pour transporter les sels du profil racinaire des plantes (SCHULZE *et al.*, 2005).

La salinité se produit après l'évaporation de l'eau dans son état pur laissant derrière elle les sels et les autres substances (CARTER, 1975). Elle se produit en raison de l'augmentation des concentrations de sels comme le chlorure de sodium (SUN *et al.*, 2007).

La salinité des sols se résume, d'une part, par la salinité primaire, d'origine naturelle, due à la proximité de la mer, ou à l'existence de dépôts salins géologiques ou parfois actuels, et, d'autre part, par la salinité secondaire due à des processus de salinisation liés à des activités anthropiques en particulier à l'irrigation mal conduite dans certaines zones agricoles (FRECHILL ; IBARRETXE, 2003).

## **3. Salinisation**

La formation des sols salins ou sodique résulte généralement de l'accumulation des sels dans les horizons de surface (KEREN, 2000; ESSINGTON, 2004). Ce processus dépend essentiellement du régime hydrique du sol et des sources de sel (BRADY et WEIL, 2002).

Un sol devient sodique lorsque la proportion d'ions Na<sup>+</sup> dépasse celles des autres électrolytes de plusieurs ordres de grandeur (LEVY, 2000).

## **4. Origine de la salinité**

### **a• Origine édaphique :**

Cette salinité est liée purement au sol et qui constitue une salinisation primaire, où les sels solubles se forment essentiellement d'un processus d'altération des roches mères (LE

**GOUPIL, 1974**), ce type de sol est très fréquent dans les zones arides dû à une évapotranspiration potentielle du sol qui dépasse largement la quantité d'eau arrivée au sol (**ANTIPOLIS, 2003**).

#### **b• Origine anthropique :**

Selon les définitions, le rôle de l'homme dans le processus de dégradation des terres est plus au moins mis en avant par rapport à des causes naturelles, telle que les variations climatiques (**JOUBE et al., 2002**), car les sols peuvent être affectés par une salinisation secondaire dû principalement à l'irrigation des terres avec une eau de mauvaise qualité (eau saline), un lessivage insuffisant et un drainage défaillant (**LE GOUPIL, 1974**).

### **5. Mise en évidence du stress salin**

Plusieurs contraintes environnementales sont limitantes pour la croissance et le développement des plantes (**RAO et al., 2002**). Cependant, la salinité et la sécheresse sont considérés comme deux facteurs majeurs influant l'agriculture dans les zones arides et semi arides (**MEZNI et al., 2002**). La salinité 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**). Approximativement 40 % des surfaces sur terre sont caractérisés 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**). La salinité du sol ou de l'eau est causée par la présence d'une quantité excessive de sels, généralement un taux élevé de Na<sup>+</sup> et Cl<sup>-</sup> ; ce qui cause le stress salin (**ZHU, 2001**). 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**). La lutte contre la sécheresse par l'irrigation non équilibrée rajoute aux sols une contrainte de salinisation dite secondaire (**LAZREK, 2008**).

### **6. L'effet du stress salin sur la plante**

La salinité affecte différents mécanismes physiologiques et la nécessité de survivre dans un environnement salin nécessite de multiples mécanismes d'adaptation pour les plantes (**YEO et FLOWERS, 1986**). Le stress salin a un triple effet : il réduit le potentiel hydrique, cause un déséquilibre ionique ou des perturbations en homéostasie ionique et provoque une toxicité ionique, ce qui réduit la croissance de la plante et limite sa productivité (**MUNNS et al., 1995**).

L'inhibition de la croissance foliaire chez les plantes sensibles est la première réponse à l'excès de sel dans le milieu (**SIBOLE et al., 2003**). Au-delà d'une certaine intensité de stress, rapporte MUNNS (2002), les plantes sensibles présentent un flétrissement, un retard voire un arrêt du développement, une chlorose, puis la sénescence des parties aériennes. Chez les graminées soumises à une salinité, une inhibition de la croissance foliaire résulte d'une réponse aux composantes osmotiques du stress salin à travers l'ABA (**MUNNS et TERMAT, 1986**). D'après LAZREK (2008), il s'ensuit à la diminution de la surface foliaire, une sévère réduction de l'assimilation du carbone photosynthétique. En effet, les composantes stomatiques et non stomatiques reliées aux cycles du CO<sub>2</sub> sont affectés par les sels (**YEO et FLOWERS, 1986**).

Il est à souligner que le contrôle des stomates est attribué surtout à l'ABA (**SIBOLE et al., 2003**). Chez les légumineuses, la salinité affecte l'initiation, le développement et le fonctionnement des nodules, de même que la capacité photosynthétique des feuilles (**MULLER et PEREIRA, 1995**). Il a été observé que la FSN (Fixation Symbiotique de l'Azote) est plus affectée par le sel que la croissance des plantes (**RAO et al., 2002**).

#### **7. L'effet du stress salin sur la graine en germination**

La réponse des graines à la salinité est un indicateur de la tolérance de la plante, durant les étapes postérieures de développement (**JEFFREY et al., 1985 ; FLOWERS, 2004**). La germination est régulée par les caractéristiques génotypiques, les conditions environnementales et, en particulier, par la disponibilité de l'eau et du sel dans le sol (**GUTTERMAN, 1993**). La germination des graines est le stade le plus sensible à la salinité, même chez les halophytes, qui possèdent une teneur très élevée en sel dans leurs tissus au stade adulte, les graines ne sont pas aussi tolérantes au sel au stade de germination (**BELKHODJA et BIDAI, 2004**).

#### **8. L'effet de stress salin sur les activités enzymatiques**

Les effets inhibiteurs imposés par la salinité sur le processus de la germination peuvent être également expliqué par l'altération de l'activité enzymatique, indispensable à la réactivation cellulaire pendant cette phase. Ainsi la salinité inhibe l'activité de plusieurs enzymes (**BLUM, 1988 ; LARCHER, 1995**).

Les enzymes chez plusieurs plantes perdent approximativement la moitié de leur activité aux concentrations du sel à peu près qui se rapprochent de ceux dans les cellules foliaires (**FLOWERS et al., 1977, BILLARD et BOUCARD, 1982**)

### **9. Tolérance et modes d'adaptation**

L'évolution des mécanismes adaptatifs implique un ensemble complexe de paramètres parmi lesquels beaucoup ne sont pas encore connus (**LAZREK, 2008**). Ces mécanismes peuvent être récapitulés en :

#### **a. Homéostasie cellulaire**

En réponse au stress salin, l'homéostasie ionique au niveau des cellules est acquise par les stratégies suivantes (**HOPKINS, 2003**) et (**HELLER et al. 1998**):

□ L'exclusion des ions Na<sup>+</sup> des cellules par les canaux ioniques : anti-port Na<sup>+</sup>/H<sup>+</sup>, ou bien par la limitation d'entrée des ions Na<sup>+</sup>.

□ La compartimentation de Na<sup>+</sup> dans des vacuoles intracellulaires pour un ajustement osmotique.

□ La sécrétion de Na<sup>+</sup>.

Ainsi la régulation du transport ionique joue un rôle fondamental pour la tolérance au sel chez les plantes.

#### **b. 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**).

#### **c• L'ajustement osmotique**

L'ajustement osmotique du cytoplasme, suite à un stress osmotique provoqué par la présence de NaCl dans le milieu extérieur est réalisé par l'accumulation de solutés organiques.

Parmi ces composés s'accumulant lors du stress salin, on trouve les acides aminés comme la proline (**FRECHILL et al., 2001**); des sucres (fructose, saccharose) (**KELLER et LUDLOW, 1993**).

**d- Contrôle membranaire**

Dans la diffusion facilitée comme dans le transport actif, les protéines membranaires peuvent être très spécifiques de certains solutés. Néanmoins, plusieurs solutés peuvent entrer en compétition par une même protéine de transport (Na<sup>+</sup> et K<sup>+</sup>).

D'un point quantitatif, la perméabilité membranaire au Na<sup>+</sup> ainsi que l'activité, la quantité et la sensibilité des antiports Na<sup>+</sup>/H<sup>+</sup> membranaires évoluent pour s'adapter à un stress salin à long terme (NIU *et al.*, 1995).

**e-Limites d'intérêt accordé au problème de salinité**

La tolérance au sel a été beaucoup étudiée chez les halophytes, végétaux adaptés aux milieux hypersalés ou par extension aux milieux à pression osmotique importante, pour comprendre les mécanismes développés pour leur adaptation (MUNNS, 2002). Cependant les succès notés pour la production de variétés de plantes cultivées tolérantes au sel se sont avérés très limités. Selon (LAZREK 2008), de nombreuses techniques puissantes se sont développées pour altérer des gènes et leur expression dans des plantes, mais ces techniques n'ont pas été utilisées pour l'amélioration de la tolérance aux stress abiotiques. D'après (FLOWERS et YEO 1995), il n'a été enregistré que 25 cultivars, appartenant à 12 espèces, qui tolèrent la salinité. (FLOWERS et YEO 1995) en ont conclu que la complexité du processus étudié et l'absence d'une urgence environnementale imminente sont les causes du manque d'intérêt accordé à la création de variétés adaptées. Ces deux auteurs suggèrent que la tolérance au sel ne peut être obtenue que par une pyramidisation de différents caractères, et chacun des caractères isolés ne confère pas une tolérance au sel.

**II. La germination****1. Définition**

La germination est un stade physiologique qui correspond à la transition de la phase de vie latente de la graine sèche à la phase du développement de la plantule, elle commence dès que la graine sèche est hydratée (ANZALA, 2006).

**2. Notion de graine**

La graine est une structure se développant à partir de l'ovule fécondée chez les plantes à fleur, Elle contient généralement un embryon ainsi qu'une réserve de substances nutritives (Indge, 2007)

### **3. Morphologie de la graine**

La graine est un organe de réserves, qui permet la pérennité de l'espèce par multiplication et franchissement des saisons défavorables (ANZALA, 2006). Elle est constituée, de l'intérieur vers l'extérieur, de l'embryon, l'albumen et les téguments qui sont des tissus d'origines différentes (NIVOT, 2005).

L'embryon et l'albumen sont issus de la fécondation (NOUAR, 2007). L'embryon, représentant l'élément principal de la graine, est formé d'une radicule, d'un ou plusieurs cotylédons, selon qu'il s'agit des monocotylédones, dicotylédones ou gymnospermes, d'un épicotyle, d'une plumule et enfin d'une hypocotyle qui relie les parties aériennes aux parties souterraines de la future plante (NIVOT, 2005).

L'albumen constitue, chez les plantes à graines albuminées, la zone de stockage des réserves nécessaires au développement de la plantule avant l'acquisition de l'autotrophie ; mais pour celles à graines exalbuminées telle que la fève, ce sont les cotylédons de l'embryon qui assument ce rôle (ANZALA, 2006).

A la périphérie de la graine, on retrouve les téguments, enveloppes protectrices plus ou moins résistantes (YOUNG et YOUNG, 1986), qui dérivent des tissus de l'ovaire entourant le sac embryonnaire (NIVOT, 2005).

### **4. Dormance des grains**

La vie ralentie est un facteur importante de l'évolution des plants (RAVEN et al, 2007). Elle représente chez les végétaux, une forme de résistance aux conditions climatiques défavorables (température extrême, sécheresse) (RAVEN et al, 2007).

La caractéristique essentielle de la vie ralenti est la diminution ou l'arrêt presque total du métabolisme (PRAT., 2007). Elle permet la germination au moment où les chances de survie des plantules sont les meilleurs (RAVEN et al, 2007), comme une période de forte précipitation pour les plantes des milieux désertiques, ou des températures hivernales froides pour les espèces, le niveau d'abscisique diminue et la germination peut débuter (INDENG, 2007).

La dormance est une caractéristique spécifique des graines qui peut se définir comme le blocage de la germination d'une graine intacte et viable malgré des conditions environnementales favorables (**FINCH-SAVAGE et LEUBNER-METZGER, 2006**).

### **5. La levée de la dormance**

La température joue, en effet, un rôle de premier plan dans la levée de dormance des graines chez beaucoup d'espèces de milieux tempérés. Dans certains cas, les fluctuations de température, de même que des températures extrêmes, puissent produire le craquellement des téguments (**GENEVE, 2003**).

La scarification c'est tout traitement, mécanique ou autre, qui brise ou affaiblit les téguments de la graine (**HELLER et al. 2004**).

La stratification des traitements imposés à la graine imbibée : stratification par le froid ou le chaud, lumière (pour les espèces pour lesquelles la lumière représente un facteur stimulant), les gibbérellines et autres hormones (**KROCK et al, 2002**).

**CHAPITRE**

**(II)**

**MATERIELS ET**

**METHODES**

## Chapitre II Matériel et méthodes

### 1- Objectif de l'expérimentation

Dans le cadre de mieux comprendre le phénomène de salinité et ses impacts sur la vie végétale, nous désirons, par la présente étude, qui consiste à tester le comportement des graines de la variété galine hybride F1 de l'aubergine (*Solanum melongena* L.) au stade de germination sous l'influence du stress salin par l'application de chlorure de sodium NaCl à des concentrations croissantes 160 meq et 200 meq ; tout en essayant de connaître, est-ce la salinité peut causer une inhibition totale ou un simple ralentissement de la germination. Par la suite on va entamer le paramètre de croissance en mesurant la longueur des racines des plantules de l'aubergine.

### 2- Matériel végétal

Le présent travail a concerné les graines d'une seule variété d'aubergine (*Solanum melongena*), fournies par la société **CLAUSE**, il s'agit de la variété galine hybride F1.

### 3- Conduite de l'essai

L'expérimentation est conduite au niveau de laboratoire de la faculté des Sciences la Nature et de la Vie de l'université de Tiaret.

### 4- Conditions de la conduite de l'expérimentation

D'abord les graines sont désinfectées à l'hypochlorite de sodium à 1 % en les trempant pendant 3 minutes, puis rincées à l'eau distillée plusieurs fois pour éliminer les traces du chlore.

Les graines sont disposées dans des boîtes de Pétri stériles de 10 cm de diamètre garnies de deux couches de papier filtre (Fig.5 ).



**Fig.5-** Les graines de l'aubergine dans la boîte de Pétri.

Les boîtes de Pétri sont disposées dans une étuve dotée d'un thermostat gradué d'une échelle de température variant de 0 – 70 °C (Fig.6).



**Fig.6- Répartition des boites de pétri dans l'étuve.**

#### **a- Milieu de germination des graines**

Les préparations des solutions salines sont effectuées comme suit :

Les solutions salines constituant les différents milieux de germination sont préparées à base d'eau distillée. Les milieux de germination des graines comportent en plus d'un témoin, deux concentrations de NaCl à 160 meq.l<sup>-1</sup> et 200 meq.l<sup>-1</sup> . On assiste à 3 répétitions dans chaque traitement.

**Tableau 2 - Quantités de NaCl utilisées dans la préparation des solutions salines.**

160 meq.l <sup>-1</sup>	200 meq.l <sup>-1</sup>
9.36 g.l <sup>-1</sup>	11,7 g.l <sup>-1</sup>

Dans chaque boîte de Pétri, Les graines mises à germer sont imbibées à 10 ml d'eau distillée pour les témoins, et le même volume maintenu pour les différentes solutions de NaCl.

Au cours des essais de germination effectués, les boîtes de Pétri sont maintenues à une température de 25 °C.

**5- Les paramètres de la germination****a- Les paramètres physiologiques de la germination des graines et de croissance**

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 en à raison de 10 graines par boîte de Pétri, pour cela, nous avons mesuré les paramètres suivants :

**- 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 racine à travers les téguments n'aura pas lieu en même temps chez toutes les graines (**COME, 1975**).

**- Estimation du taux de germination**

D'après (**COME, 1970**) Pour l'estimation du taux de germination ( $T_g$ ), sur la base du nombre total de graines utilisées ( $N_t$ ), nous calculons le pourcentage des graines en germination ( $N_i$ ) selon la relation :

$$T_g = N_i \times 100 / N_t$$

**- 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.

### - 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.

### - Vitesse de germination

Elle caractérise la variation dans le temps des taux de germination dès l'apparition de la première pointe de la radicule d'une des graines jusqu'à la stabilité de la germination. Elle peut s'exprimer par :

- Le taux de germination obtenu à un moment donné.
- Le coefficient de vélocité ( $C_v$ ) proposé par **(KOTOWSKI, 1926)** avec un temps moyen de germination ( $T_m$ ).

$$C_v = (N_1 + N_2 + N_3 + \dots + N_n / N_1T_1 + N_2T_2 + N_3T_3 + \dots + N_nT_n) \times 100$$

$$T_m = N_1T_1 + N_2T_2 + N_3T_3 + \dots + N_nT_n / N_1 + N_2 + N_3 + \dots + N_n$$

$N_1$  : Nombre de graines germées au temps  $T_1$

$N_2$  : Nombre de graines germées au temps  $T_2$

$N_3$  : Nombre de graines germées au temps  $T_3$

$N_n$  : Nombre de graines germées au temps  $T_n$

**(TIMPSON, 1965)** a proposé de calculer la vitesse de germination par la somme des pourcentages partiels obtenus.

$Z_n = N_1 + N_2 + N_3 + \dots + N_n$   $N_1, N_2, N_3, \dots, N_n$  représentent les pourcentages de graines germées après 1 jour, 2 jours, 3 jours, ....., n jours. Nous avons retenu la formule de

KOTOWSKI consistant à calculer le Coefficient de Vitesse et le Temps moyen de germination.

### **-Taux final de germination**

Il est exprimé en pourcentage du nombre total des graines réellement germées par rapport au nombre total des graines mises à germer et équivaut le pouvoir germinatif de la variété (COME, 1975).

Pour ces tests nous adoptons la définition de la germination, qui d'après (COME, 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.

La croissance de la radicule des plantules de l'aubergine a été suivie en mesurant après 480 heures de la germination, la longueur de la radicule à l'aide d'un pied à coulisse.

## **6- 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)**

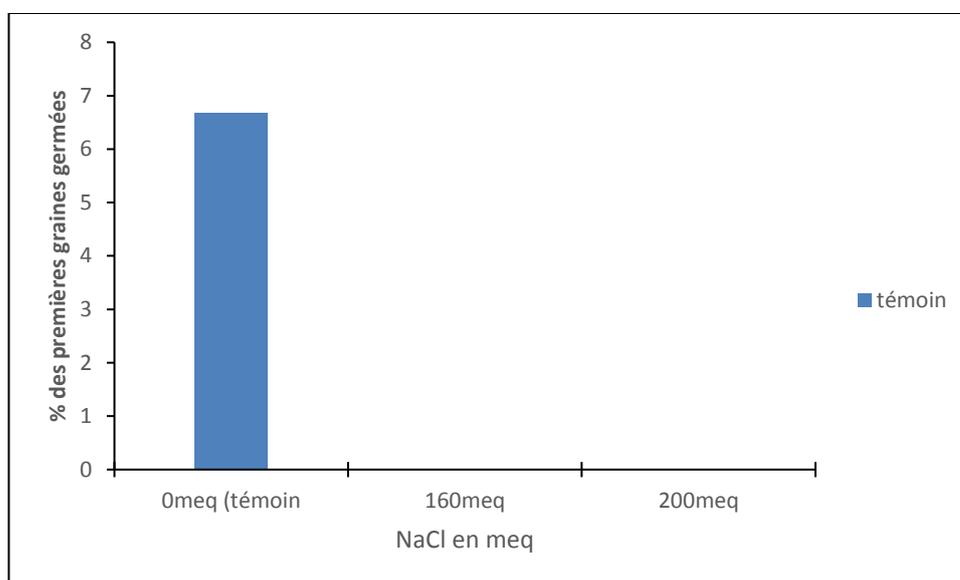
**RESULTATS**

## CHAPITRE III- RESULTATS

**1- Les paramètres physiologiques de croissance et de germination des graines sous l'influence de la salinité****1 - Précocité de germination**

La précocité de la germination est exprimée par le taux des premières graines germées entre le semis et le premier jour de germination des graines sous une température de 25 °C.

La figure ,7 montre que les taux des premières graines germées sont influencés par les variations des niveaux de salinité des milieux de germination.



**Fig. 7 - Précocité de germination des graines (%) de l'aubergine selon la concentration en NaCl.**

En effet, les premières graines germées chez le témoin, irriguées à l'eau distillée se manifestent le 7<sup>ier</sup> jour après le semis avec un taux de (estimé à 6.67 %). Pour les lots de graines traitées à 160 meq.l<sup>-1</sup> et 200 meq.l<sup>-1</sup> de NaCl, aucune graine n'a germé.

L'analyse de la variance (tableau 3) au seuil (P = 5%) montre un effet faiblement significatif de la salinité aux concentrations au NaCl croissantes testées sur la germination des premières graines par rapport aux graines témoins. En effet, l'augmentation de la concentration de NaCl dans le milieu retarde faiblement la précocité de germination.

**Tableau 3 : Analyse de la variance ANOVA au seuil de signification de 5 % des résultats de la précocité de la germination**

Source	dII	D	P
NaCl	2	4	0,079

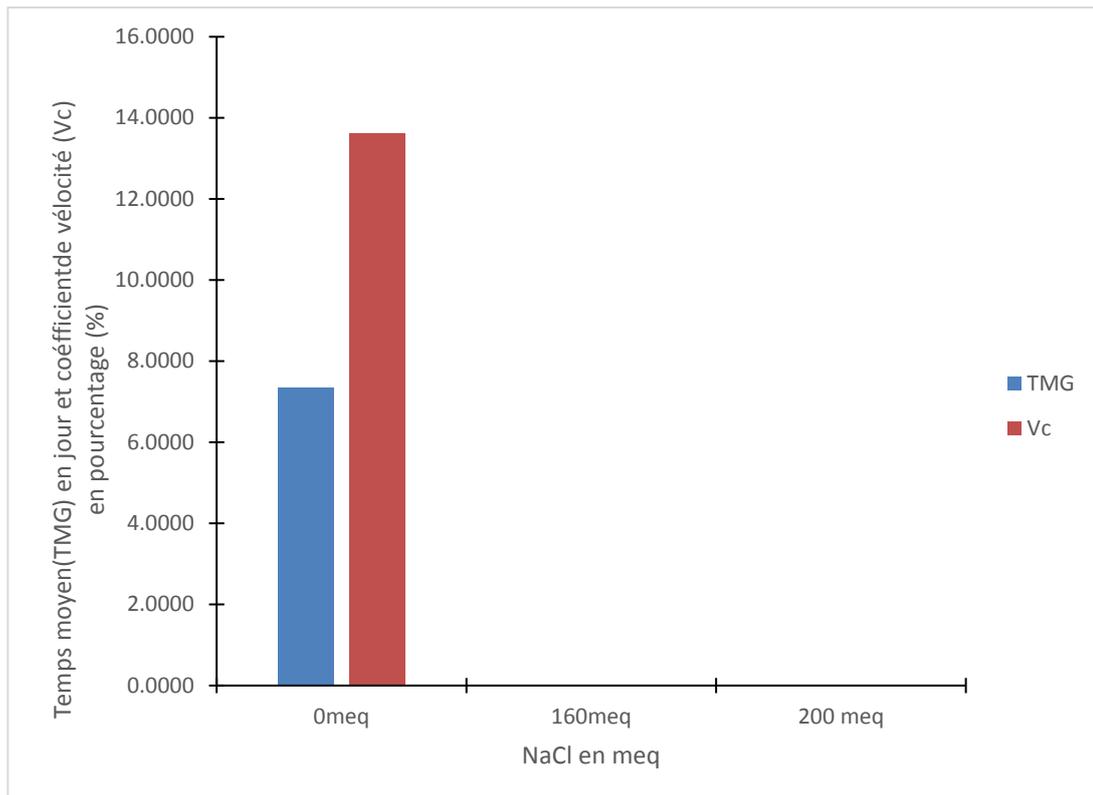
## 2- Vitesse de germination

Elle caractérise la variation dans le temps des taux de germination. Plusieurs méthodes peuvent être appliquées ; nous avons préféré deux formules simples, pour évaluer la vitesse de germination des graines soumises au stress salin. Il s'agit de calculer le coefficient de vélocité (Cv) proposé par (KOTOWSKI ,1926), et le temps moyen de germination (Tm en jours) qui représente l'inverse x 100 du Cv.

$$CV = \frac{N1+N2+N3+\dots+Nn}{N1T1+N2T2+N3T3+\dots+Nn} \times 100$$

La figure ,8 montre la vitesse de germination exprimée par le coefficient de vélocité et le temps moyen de germination des graines de l'aubergine sous l'effet de la salinité.

Il faut remarquer quand l'intensité de la salinité augmente la vitesse de germination diminue.



**Fig. 8 - Coefficient de vélocité(Cv) et le temps moyen de germination (Tm) des graines de l'aubergine stressées au NaCl.**

Les résultats indiquent qu'au niveau du témoin, la germination est rapide avec un coefficient de vélocité plus élevé par rapport aux autres traitements salins, estimé à 13.62 %, et par conséquent avec un temps moyen plus court de 7.35 jours.

Cependant lorsque les traitements 160 et 200 meq.l<sup>-1</sup> de NaCl sont appliqués, aucune graine n'a germé.

L'analyse de la variance (tableau 4) au seuil (P = 5%) montre un effet hautement significatif de la salinité sur la vitesse de la germination des graines (P < 0.01). En effet, les concentrations 160 meq et 200 meq de NaCl semblent provoquer un arrêt de la germination.

**Tableau 4 : Analyse de la variance ANOVA au seuil de signification de 5 % des résultats de la vitesse de la germination**

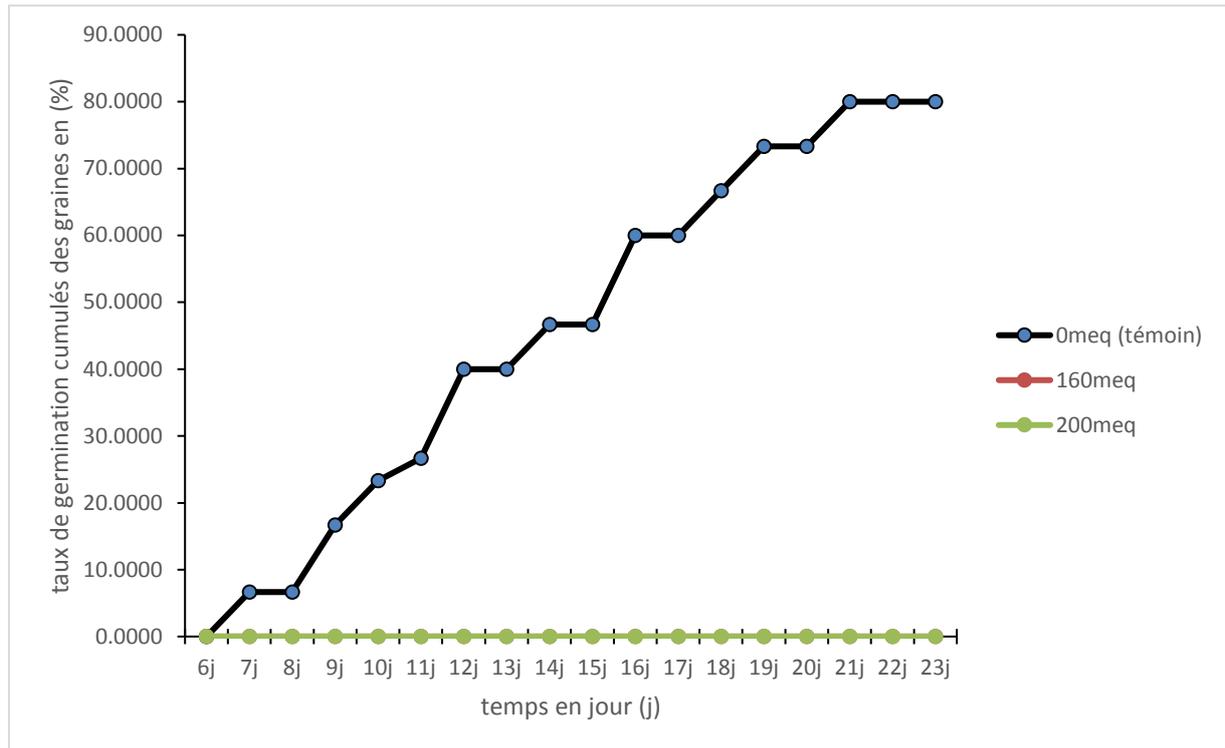
	NaCl	
Source	F	P
Cv	1522,231	0.000***
TMG	1540,037	0.000***

\*\*\* = Très hautement significatif

### 3-Cinétique de germination

La cinétique de germination est présentée par les taux cumulés des graines du l'aubergine sous l'effet de la salinité

La figure,9 montre les taux de germination cumulés des graines du l'aubergine sous l'effet des traitements salins. Les résultats, indiquent que pour les graines témoins, la germination démarre dès le septième jour en enregistrant un taux de 6.67 %.



**Fig. 9 - Cinétique de germination (% de graines germées) des graines de l'aubergine stressées au NaCl.**

L'évolution de la germination progresse par rapport aux différents traitements salins, dès le neuvième jour avec un taux de 16.67% jusqu'au douzième jour après de le semis pour inscrire un taux de 40%.

Ensuite le taux de la germination des graines de l'aubergine progresse le jour suivant, après se stabilise deux jours ; cette cadence est maintenue jusqu'au 21 jour après le semis ou l'évolution de la germination se stabilise définitivement avec un taux de 80%.

Cependant pour le lot de graines traitées à 160 et 200 meq.l<sup>-1</sup> de NaCl aucune germination n'a été observée.

L'analyse des résultats (tableau 5) montre que les variations des taux de germination des graines sont fortement influencées par les différentes concentrations du NaCl des milieux de germination ( $p < 0,01$ ).

**Tableau 5 - Analyse de la variance ANOVA au seuil (P = 5%) des résultats de la cinétique de la germination des graines testées de la variété galine hybride F1 de l'aubergine.**

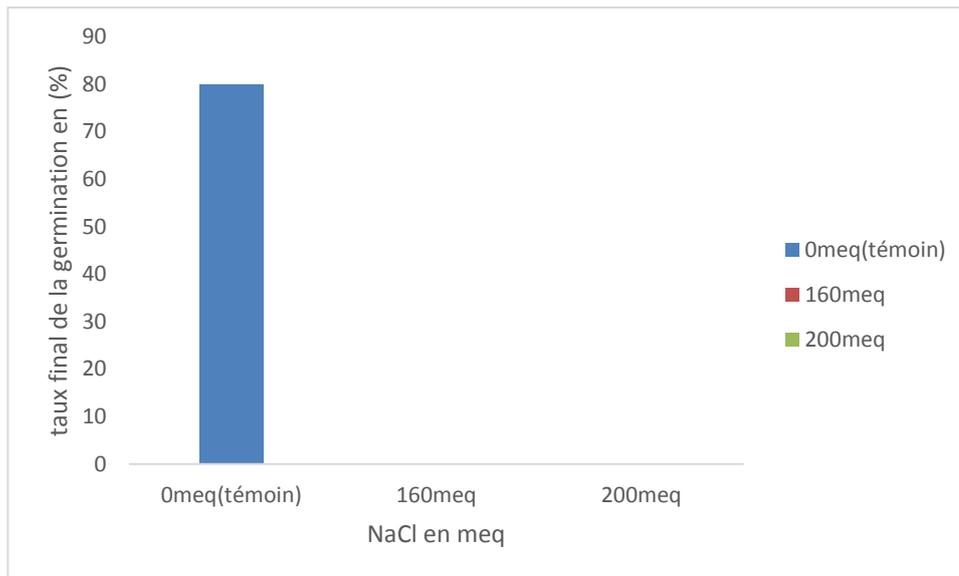
source	F	P
NaCl	654,298	,000***
temps	22,283	,000***
NaCl * temps	22,283	,000***

\*\*\* = Très hautement significatif

La durée de la germination des graines, exprimée en jour qui s'écoule de la première graine germée jusqu'à la fin de la germination indique que la salinité influe d'une manière hautement significative sur le processus de la germination ( $p < 0,01$ ).

#### **4-Taux final de germination**

Il est exprimé en pourcentage du nombre total des graines réellement germées par rapport au nombre total des graines mises à germer et équivaut le pouvoir germinatif de la variété (COME, 1975).



**Fig.10 - Effet du stress salin sur le taux final de germination des graines de la variété galine de l'aubergine.**

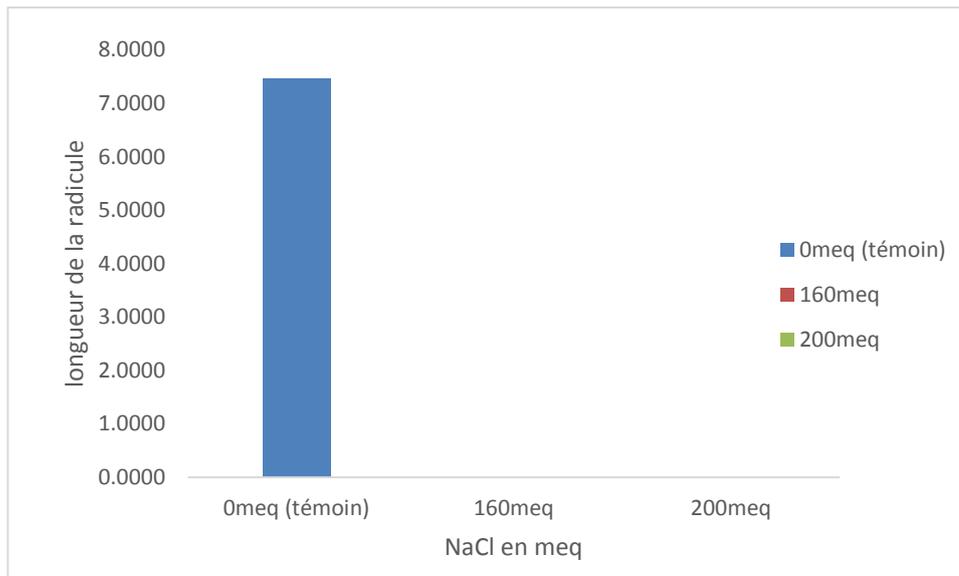
L'analyse des résultats de la figure 10, indiquent que les graines ayant reçu les deux concentrations du NaCl (160 et 200 meq), n'ont pas germé.

Le traitement témoin a enregistré un taux final élevé avec 80%.

L'Analyse de la variance ANOVA au seuil ( $P = 5\%$ ) montre que les variations des taux de germination des graines sont influencées de façon très significative par les différentes concentrations du NaCl ( $p < 0,01$ ).

### **5- La longueur de la racicule des plantules de l'aubergine**

Cette phase de croissance a été suivie en mesurant après 480 heures de la germination, la longueur de la racicule des plantules de l'aubergine.



**Fig. 11 - Variations de la longueur des racines des plantules de l'aubergine stressées au NaCl.**

La figure ,11 montre les variations de la longueur de la racine des plantules du l'aubergine sous l'effet des différentes concentrations de NaCl.

La contrainte saline a influencé de manière importante la longueur de la racine.

La réduction de la longueur est significative quand le stress est élevé.

Les résultats indiquent que la longueur de la racine est de (7,47 cm).

Sous les traitements, 160 et 200 meq.l<sup>-1</sup> de NaCl, aucune graine n'a germé.

L'Analyse de la variance ANOVA au seuil (P = 5%), montre que l'élongation racinaire est fortement influencée par les différents traitements salins (p < 0,01).

**CHAPITRE**

**(IV)**

**DISCUSSION ET**

**CONCLUSION**

**GENERALES**

## Chapitre IV - Discussion et Conclusion générale

La présente étude a permis d'apporter des informations supplémentaires pour comprendre la salinité et son impact sur la plante à travers les paramètres mesurés. Elle vise à caractériser le comportement physiologique et des graines de l'aubergine (*Solanum melongena* L.) au cours de la germination en réponse au stress salin. Le comportement germinatif de l'espèce végétale nous renseigne sur sa tolérance durant les stades ultérieurs du cycle de développement (**JEFFREY et al. 1985 ; FLOWERS, 2004**). Lorsque les conditions sont favorables, l'embryon reprend sa croissance et la graine germe. La première étape de la germination est l'absorption d'eau et la réhydratation des tissus de la graine par un processus appelé imbibition (**HOPKINS, 2003**).

Selon (**JOHANSSON et al ;2000**), le processus d'imbibition est une étape physiologique, primordiale pour la germination des graines des différentes espèces végétales.

( **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**).

A partir de ce moment-là, on a choisi de réaliser la germination in vitro où des concentrations croissantes de NaCl (160 et 200 meq ) préparées à base de l'eau distillée.

De ces résultats il est possible de retenir l'essentiel :

Presque l'ensemble des paramètres physiologiques et de croissance sont fortement influencés par les différents traitements salins. L'analyse de la variance indique que, dans la

plupart des cas, cette influence est très hautement significative ( $P < 0.001$ ). La salinité semble exercer un effet inhibiteur de la germination. Cela s'est traduit par les deux concentrations salines au NaCl impliquées dans l'expérimentation, (160 et 200 meq), dont aucune graine n'a germé.

En d'autres termes, le seuil de tolérance est vraisemblablement en dessous de ces concentrations.

Toutefois, il est à signaler que la précocité de germination a été influencée de façon faible  $P = 0,079$  par la salinité. La vitesse de germination diminue et le temps moyen s'allonge lorsque la concentration en sel augmente ( $r = -0,865^{**}$ ). Le taux final de la germination à son tour est considérablement affecté par la salinité voire inhibé avec l'utilisation des concentrations plus de 160 meq de NaCl. Selon (MNIF et al 2001) démontrent que l'abaissement du potentiel hydrique diminue la capacité de la germination des différentes espèces.

Des études menées par d'autres auteurs (DUA R.P. 1992 ; KHALID et al, 2001) sur le pois chiche avaient abouti à des résultats similaires. La même observation a été faite par (DEMIR et al.(2003), OKCU et al. (2005), KAYA et al. (2007) et ZEMANI (2009)) qui signalent que le potentiel osmotique dû aux ions du NaCl affecte l'imbibition des graines ainsi que le temps moyen de germination (vitesse) sans porter atteinte au taux final. Le retard de germination enregistré n'affecte pas le rendement final d'une culture sur le plan agronomique, mais c'est plutôt la capacité germinative qui en est déterminante (ASKRI et al., 2007).

Cette inhibition s'expliquerait par l'augmentation de la pression osmotique dans le milieu de germination, qui ralentit l'imbibition et limite, ainsi, l'absorption de l'eau nécessaire au déclenchement des processus métaboliques impliqués dans la germination (HAJLAOUI et al, 2007). Cela peut être, également, dû à l'effet toxique qui s'ensuit de l'accumulation des ions  $\text{Na}^+$  et  $\text{Cl}^-$  dans l'embryon (GROOME et al, 1991), Ce qui conduit à

l'altération des processus métaboliques de la germination et dans le cas extrême à la mort de l'embryon par excès d'ions (**HAJLAOUI et al, 2007**).

Selon ((**HARDEGRE et EMMERICHE 1994**), (**ALMANSOURI et al, 2001**)), l'imbibition dépend inévitablement de la quantité d'eau disponible mais elle est grandement conditionnée par la qualité chimique de cette eau. L'imbibition ne se réalise que si les forces de liaisons de l'eau soient faibles.

La longueur des racines des plantules de la variété galine hybride F1 de l'aubergine, mesurée après 480 heures de germination, semble fortement affectée par la salinité ( $p < 0,01$ ). Ces résultats confirment de nombreux travaux comme ceux de (**PESSARAKLI 2001**), (**TAIZ et ZEIGER 2002**) rapportant que le déroulement de la multiplication et la croissance cellulaire requièrent inévitablement une disponibilité hydrique suffisante en quantité et en qualité.

**REFERENCES**

**BIBLIOGRAPHIQUES**

**ABDULQADER,G.,BARSANTI, L.,** Tredici, M. M., « Harvest of *Arthrospira platensis* from Lake Kossorom (Chad) and its household usage among the Kanembu », in *Journal of Applied Phychology*. 12: 493-498. 2000.

**ALMANSOURI M., KINET J.M., LUTTS S., 2001-** Effect of salt and osmotic stresses on germination in durum wheat (*Triticum durum* Desf.).*Plant and soil* 231: 243-254.

**ANTIPOLIS, 2003** . Les menaces sur les sols dans les pays Méditerranéens- Etude bibliographique, *Les Cahiers du Plan Bleu*, 2, p.44-48.

**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 ; Université d'Angers ; 148 p.

**ARBAOUI et al., 2000, ARBAOUI M., BENKHELIFA M., BELKHODJA M., 2000-** Réponses physiologiques de quelques variétés de blé dur à la salinité au stade juvénile. *Option méditerranéenne*. Pp.267-270.

**ASKRI H. ; REJEB S.;** JEBARI H.; NAHDI H et REJEB M., 2007 - Effet du chlorure de sodium sur la germination des graines de trois variétés de pastèque (*Citrullus lanatus* L.). *Sécheresse* 18 (1): 51-55

**BASKIN C. and BASKIN J. M., 1998** – Seeds: Ecology, biogeography and evolution of dormancy and germination. Academic Press, San Diego, CA.

**BELKHODJA et BIDAI, 2004.** Réponse des grains d'*Atriplex halimus* L. à la salinité au stade de la germination. *Sécheresse* 15 (4): 331-335.

**BILL, 2007.** La biologie de A à Z : 1100 définitions. Ed. Dunod, Paris, PP : 123.

**BILLARD et BOUCARD ,1982-** Effect of NaCl on nitrate reductase, glutamate dehydrogenase and glutamate synthase in *Vigna radiata* calli.

**BLUM, 1988 ; LARCHER, 1995** Breeding methods for drought resistance. In « Plant under stress » JONES, H.G., FLOWRES, T.J.and JONES, M.B. Eds. Cambridge University Press, Cambridge, p. 197-215.

**BRADY et WEIL, 2002** The nature and properties of soils. 13th edn. Prentice Hall, Upper Saddle river, N. J., USA.

**CARTER, 1975** - Problems of salinity in agrculture. In: Poljakoff-Mayber A and Gale J eds. *Plants in Saline Environments*. Springer-Verlag Berlin. pp. 25-35.

**CEVA. (Novembre 2010).** «Étude des potentialités industrielles des macrophytes marins des écosystèmes lagunaires de la Région Languedoc-Roussillon.» CEVA pour ALGASUD

**CHAUSSAT, 1999 et VINCENT 2006** Productions végétales : croissance et développement des plantes. Ed. Paris ; p. 5-16.

- COME, 1970** Les obstacles à la germination. Ed. Masson et Cie.162 p.
- COME, 1975** Quelques problèmes de terminologie concernant les semences et leur germination. Ed. Gauthier-Villars, Paris; p.11-26.
- DEMIR I., MAVI K., OZCOBAN M. et OKCU G., 2003** - Effect of salt stress on germination and seedling growth in serially harvested aubergine (*Solanum melongena* L.) seeds during development. Is. Journ. Pl. Sc. 51: 125-131
- DUA R.P., 1992** - Differential response of chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes to salinity. J. of Agric. Sci., Cambridge, 119, 367-371.
- NationsFOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF UNITED (FAO),** Statistics Division, 2014. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (Accessed 23 Feb 2017).
- FARRAR W.V. (1966)** Tecuitlatl; a glimpse of aztec food technology Nature 211, 341-342
- FINCH-SAVAGE et LEUBNER-METZGER, 2006** Seed dormancy and the control of germination. New Phytol. 171: 501-523
- FLOWERS et al., 2000** T, TROKE, P ; YEO, A. 1977.The mechanisms of salt tolerance in halophytes. Annu. Rev. Plant Physiol. 28,89-121.
- FRECHILL S ; LASA B ; IBARRETXE L. and LAMSFUS C , 2003**-Réponses de pois à l'effort salin et affecté par la source de nutrition d'azote (ammonium ou nitrate). Croissance de plantes Regul. (35) 171-179.
- FRARY et al.,2007,DAUNY,2008.** Chapter 9. Eggplant. In: Kole, C. (Ed.), Genome Mapping and Molecular Breeding. vol. 5. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, New York, Tokyo, pp. 287–313.
- GENEVE R. L., 2003** – Impact of temperature on seed dormancy. Hort Science 38: 336-341.
- GIMENO-GILLES, 2009** Étude cellulaire et moléculaire de la germination chez *Medicago truncatula*. Thèse de doctorat. Université d'Angers. 174p.
- GROOME M.C., AXLER S. et GFFORD D.J., 1991** - Hydrolysis of lipid and protein reserves in loblolly pine seeds in relation to protein electrophoretic patterns following imbibition. Physiol. Plant 83: 99-106
- GUT2001.**48.5.587. Leading article. Dietary fibre and the risk of colorectal cancer. RA GOODLAD. Imperial Cancer Research Fund, Histopathology Unit; 44 Lincoln's Inn Fields, London WC2A 3PN, UK.
- GUTTERMAN, 1993** Strategies of dispersal and germination in plants inhabiting deserts. Bot. Rev. 60, p 373-425.

**HAJLAOUI M., NASRAOUI B. et AISSA A., 2007** - Biological control of wheat take-all disease. Characterization of antagonistic bacteria from diverse soils toward *Gaeumannomyces graminis* (var. *tritici*). *Journal of Plant Protection*. 2:23-34.

**HARDEGRE S P., EMMERICH W E., 1994**- Seed germination response to polyethylene glycol (PEG 6000) solution depth. *Seed. Sci & Technol.*, 22: 1-7.

**HELLER et al. 1998** ROBERT E., CLAUDE L., 1998 - *Physiologie végétale*. Vol. (1) Nutrition; Edit. Dunod, Paris. 322 p.

**HOLDSWORTH MJ, BENTSINK L, SOPPE WJ., 2008**- Molecular networks regulating *Arabidopsis* seed maturation, after-ripening, dormancy and germination. *New Phytol* 179: 33-54.

**HOPKINS, 2003** *Physiologie végétale*. Traduction de la 2<sup>ème</sup> édition américaine par SERGE R. Ed. De Boeck ; p. 66-81 ; 309-362.

**HORTIPRATIC, CTIFL 2003**, Fiches aubergine industrie OP Sud-Ouest Bio 2007, CDA 31 2007, aubergine CIVAM BIO 66 2003.

**HUANG, HY, CHANG CK, 2000**. Antioxidant activities of various fruits and vegetables produced in Taiwan. *Int J Food Sci Nutr* 2004 August;55(5):423-9.

**JEFFREY et al., 1985** R., SEEMANN J., CHRISTA C., 1985 - Effect of salt stress on the growth, ion content, stomatal behaviour and photosynthetic capacity of a salt-sensitive species, *Phaseolus vulgaris* L. *Planta* 164: 51-162.

**JOELLE FLEURENCE et J.L. Guéant**, « Les algues : une nouvelle source de protéines », *Biofutur*, no 191, 1999, p. 32-36.

**JONATHAS M-E. 2004**. Enquête sur le système de production agricole du périmètre de la 5<sup>ème</sup> section de Saint-Marc (Vallée de l'Artibonite). Rapport de service civique 2003-2004 ODVA, 32p.

**JOHNSON R. R.; FREY N. A.; MOSS D. V.; 1974** – Effect of water stress on photosynthesis and transpiration of flag leaves and spikes of barley and wheat. *Crop, Sci*; (14) 5. p. 728-731..

**JOHNSON J. W.; BOX J. E.; MONAN DHAR J. B.; BANSEUR E. and CUNFER B. M., 1991** – Breeding for improved rooting potential under stress condition. In: *Physiological environment Montpellier, France*. Colloque INRA N° 55: p. 307-317.

**JOUVE et al., 2002** CORBIER-BARTHAUX C et CORNET A., 2002- Lutte contre la désertification dans les projets de développement. Un regard scientifique sur l'expérience de l'AFD en Afrique Sub-Saharienne et au Maghreb :p.13-20.

**KAYA M. D.; OKÇU G.; ATAK M.; ÇIKILI Y. et KOLSARICI O., 2006** - Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *European Journal of Agronomy* 24: 291-295.

**KELLER** and LUDLOW M.M ; 1993-Carbohydrate metabolism in drought –stressed leaves of pigeonpea (*Cajanus cajan*). *Jexp Bot* (44) 1351-1359

**KEREN, 2000**, Salinity. In: Summer M. E. (Ed). *Handbook of soil science*. CRC Press, N. Y., USA, pp 3-25.

**KHALES et BAAZIZ, 2006**, 2006- Etude des peroxydases d'écotypes d'*Opuntia Ficus indica* L. en relation avec le développement dans les conditions de stress Salin. Congrès international de Biochimie, Agadir: p. 133-136.

**KOTOWSKI, F. 1926**. Temperature relations to germination of vegetable seed. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science* 23:176-184.

**KROCK B, SCHMIDT S, HERTWECK C, BALDWIN IT., 2002**- Vegetation-derived abscisic acid and four terpenes enforce dormancy in seeds of the post-fire annual, *Nicotiana attenuata*. *Seed Science Research* 12: 239-252.

**KUCERA B, COHN MA, LEUBNER- METZGER G., 2005**- Plant hormone interactions during seed dormancy release and germination. *Seed Science Research* 15: 281-307.

**LAZREK, 2008** Analyse de la diversité génétique et symbiotique des populations naturelles tunisiennes de *Medicago truncatula* et recherche de QTL liés au stress salin. Thèse de doctorat; Université de Toulouse. 255 p.

**LE GOUPIL, 1974** J.C., 1974- *Agronomie Tropicale*. Série 3 : Séminaire "développement rural et révolution agraire dans le haut-chélib", (Algérie). *Agronomie Générale, Etudes Scientifiques*, 29 (12) : P.1212-1227.

**LEVITT, 1980**. *Responses of Plant to Environmental Stress Chilling, Freezing and High Temperature Stresses*. Ed. Academic Press, New York, NY. 512 p.

**LEVY, 2000** – Sodicity. In: Summer M.E. (Ed). *Handbook of Soil Science*. CRC Press, N. Y., USA, pp 27-62.

**LEONARD-J et COMPER-P (1967)** *Spirulina* platinisé (Gom.) Geitler, algue bleue de grande valeur alimentaire par sa richesse en protéines *Bull. Nat. Plantentuin Belg.* 37 (1), Suppl.23.

**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.

**MATSUBARA K, KANEYUKI 2005** Antiangiogenic activity of nasunin, an antioxidant anthocyanin, in eggplant peels. *J Agric Food Chem* 2005 August 10;53(16):6272-5.

**MAZLIAK P, 1982**- *Physiologie végétale II, croissance et développement*. Collection Méthodes des Herman, Paris : 465 p.

**MEDISTE, 2004** Hypolipidemic effect of flavonoids from *Solanum melongena*. *Plant Foods Hum Nutr* 2004;51(4):321-30.

**MEZNI et al., 2002** ALBOUCHI A., BIZID 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.

**MNIF L., CHAIEB M., FERCHICHI A., 2001.** Comportement germinatif de différentes provenances de *Cenchrus ciliaris* L. collectées de la zone aride Tunisienne, pp : 107-111.

**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.

**MULLER et PEREIRA, 1995** Nitrogen fixation of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) as affected by mineral nitrogen supply at different growth stages. *Plant and Soil* 177: 55-61.

**MUNNS et al, 1995** Nitrogen fixation of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) as affected by mineral nitrogen supply at different growth stages. *Plant and Soil* 177: 55-61.

**MUNNS, 2002** Comparative physiology of salt and water stress. *Plant Cell Environ* 25:239–250 .

**MUNNS et al, 2006** Comparative physiology of salt and water stress. *Plant Cell Environ.* 25: 239-250.

**MUSEAU H. 2003.** Diagnostic de la filière carotte (*Daucus carota* L.) au niveau du plateau des Rochelois. Mémoire de fin d'étude, FAMV, Haïti, 52p

**NIVOT, 2005** Essais de germination et de bouturage de six espèces indigènes sciaphytes du Canada. Thèse de doctorat; Université de Saint Yacinthe (Québec). 116 p.

**NIU et al., 1995 ; BRESSAN R. A.; HASEGAWA P. M.; PARDO J. M., 1995 –** Ion homeostasis in NaCl stress environment. *Plant Physiology*, 109, p. 735-742

**NODA et al., 2000; HANSON et al., 2006** Kneyuki T, et al. Antioxidant activity of nasunin, an anthocyanin in eggplant peels. *Toxicology* 2000 August 7;148(2-3):119-23.

**NOUAR, 2007** Réponse physiologique de la fève ( *Vicia faba* L.) au stress thermique, Thèse de magister ; INA, El-Harrach; 86 p.

**OKCU G.; KAYA M. D. and ATAK M., 2005 -** Effects of salt and drought stresses on germination and seedling growth of pea (*Pisum sativum* L.). *Turk J Agric For.* 29(4):237-242.

**PESSARAKLI M.,2001-** Physiological responses of Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) to salt stress. In: *Handbook of Plant and Crop Physiology.* Marcel Dekker, Inc. New York, pp. 681-696.

- RAHMOUNE et al., 2001.** RAHMOUNE C., MAALEM S., REDJEL F., HIOUN S. BENNACEUR M. (2001)- Physiological and biochemical responses of two precocious varieties of wheat to phosphate rocks and TSP fertilisation in semi-aride land. Proc XIV th. International Plant Nutrition Colloquium, July 27- August 03-2001, Hannover, Germany.
- RAVEN et al, 2007** Expérimentation en biologie et physiologie végétale ; Edit AQUAE CLO INRA, Versailles cedex.
- ROBERT E. BLANKENSHIP**, « How Cyanobacteria went green », Science, vol. 355, no 6332, 31 mars 2017, p. 1372-1373.
- SARA C DI RIENZI**, Itai Sharon, Kelly C. Wrighton, Omry Koren et al., « The human gut and groundwater harbor non-photosynthetic bacteria belonging to a new candidate phylum sibling to Cyanobacteria », eLife, octobre 2013
- SCHULZE et al., 2005** BECK E. and MULLER-HOHENSTEIN K., 2005- Plant ecology. Edition Springer Berlin- Heidelberg. P 692.
- SHIROKOVA et al., 2000** FORKUTSA I., SHARAFUTDINOVA N., 2000 - Use of electrical conductivity instead of soluble salts for soil salinity monitoring in Central Asia. Irrigation and Drainage Systems 14 : 199–205.
- SIBOLE et al., 2003** CABOT C., POSCHENRIEDER C., BARCELO J., 2003 - Efficient leaf ion partitioning, an overriding condition for abscisic acid-controlled stomatal and leaf growth responses to NaCl salinization in two legumes. Journal of Experimental Botany 54 : 211-219.
- SUDHEESH S, SANDHYA 2007** Antioxidant activity of flavonoids from Solanum melongena. Phytother Res 1999 August;13(5):393-6.
- SUN et al., 2007** ., ZHANG W., HU H., LI B., WANG Y., ZHAO Y., LI X., LIU M. and LI X., 2007- Salt Modulates Gravity Signaling Pathway to Regulate Growth Direction of Primary Roots in Arabidopsis. Plant Physiol. 146: 178-188.
- TAIZ L. and ZEIGER E., 2002-** Plant Physiology. 3rd ed. Sinauer Associates Publishers,Sunderland, 427 p.
- TERRI L. WEESE 2010**, « Eggplant origins: Out of Africa, into the Orient », Taxon, vol. 59, 1er février 2010.
- THARRAUD-PRAYER, 1998** C- Biologie des plantes cultivées.2 ème édition.Paris, pp :44-58.
- VALLAD, 2002** Structure et développement de la plante : morphogenèse et biologie de la reproduction des angiospermes Edit ;Dunod ;paris, pp 224.
- VENTURINO et CARLO, vol. 57**, 2 juillet 2009, « Genetic divergence analysis in eggplant (Solanum melongena L.) and allied species », Genetic Resources and Crop Evolution, vol. 57, 2 juillet 2009, p. 171–181 (ISSN 0925-9864 et 1573-5109, DOI 10.1007/s10722-009-9459-6.

## ***Références bibliographique***

---

**WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO)**, Toxic cyanobacteria in Water : A guide to their public health consequences, monitoring and management, 1re edition, 1999.

**YEO et FLOWERS, 1986** Molecular biology of salt tolerance in the context of whole-plant physiology. *Journal of Experimental Botany* 49: 915-929.

**YVES DONDIEU**, la santé par les algues, 1986.

**YOUNG J.A. et YOUNG C.G.**, 1986 - Collecting, Processing and Germinating Seeds of Wild land Plants. Ed. Timber Press, Portland (OR); 236 p.

**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 2002** Plant salt tolerance. *Trends in plant Science* 6: 66-71

**ZEMANI N., 2009** - Réponse de la germination des graines du Gombo (*Abelmoschus esculentus* L.) à l'action combinée de la salinité et de la gibbérelline (GA3). Mémoire de magister. Université d'Oran; 90 p.