

République Algérienne Démocratique et Populaire

Université Abdelhamid Ibn  
Badis-Mostaganem  
Faculté des Sciences de la  
Nature et de la Vie



جامعة عبد الحميد بن باديس  
مستغانم  
كلية علوم الطبيعة و الحياة

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

## MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par :

**Cherief Amel**

**Bouhalili Malika**

Pour l'obtention du diplôme de

### **MASTER EN BIOLOGIE**

**Spécialité: BIODIVERSITÉ ET ENVIRONNEMENT**

THÈME

***Effet de stress salin sur les paramètres  
morpho-physiologique, et  
biochimiques chez la fève *Vicia faba L.****

Soutenue publiquement le 02 /07/2018

DEVANT LE JURY

|              |                                   |                  |
|--------------|-----------------------------------|------------------|
| Président    | Mme Sekkal Fz (MAA)               | Univ. Mostaganem |
| Encadreur    | M Reguieg Yssaad H.A (Professeur) | Univ. Mostaganem |
| Co-Encadreur | Mme Bouker hadjira (Doctorante)   | Univ. Mostaganem |
| Examineurs   | Mme Belarbi Amaria (Mcb)          | Univ. Mostaganem |

*Thème réalisé au Laboratoire de biodiversité et conservation des eaux et des sols.*

# Résumé

Le présent travail a pour but d'étudier la tolérance vis-à-vis la salinité sur les paramètres morphologique, physiologique et biochimiques chez la fève *Vicia faba* L.

Le travail proposé permet d'étudier la plante (fève) *Vicia faba* L. conduite dans un milieu salin à base NaCl de trois traitements à des concentrations 0 , 100 et 200meq/l durant 75jours sur des paramètres morphologiques (détermination du nombre des feuilles, hauteur de la tige (HT), et longueur racinaire (LR)), paramètres physiologiques (la teneur relative en eau (RWC), et paramètres biochimiques ((la proline (PRLN) ( $\mu\text{g/g}$  MF) , les sucres solubles (SS) ( $\mu\text{g/g}$  MF) , concentration en pigment (Chlr.A, Chlr.B, Chlr.A+B, CRTN) , et taux de protéines total).

Les résultats obtenues ont montré que l'espèce de fève *Vicia faba* L. est sensible à la salinité à des concentrations de 200meq/l. Il a été enregistré également que le stress salin a entraîné des perturbations morphologiques, physiologiques et biochimiques affectant très hautement significatif à tous les paramètres étudié.

A partir de notre résultats, on observe après l'application de stress, la teneur relative en eau (RWC), le nombre des feuilles, élancement de tiges des plantes, la longueur des racines, la teneur de la chlorophylle a ; b ; (a+b) t caroténoïde, et la teneur en protéine sont diminuer dès que la concentration de stress salin (NaCl) augmente, par contre la teneur en sucres solubles, et la teneur en proline sont augmentés. Donc, on peut dire que la teneur en sucre soluble et la teneur en proline sont des indicateurs à la salinité.

**Les mots clés :** fève, stress salin (NaCl), salinité, paramètres morphologiques, physiologique et biochimiques.

# ملخص

يهدف العمل الحالي إلى دراسة التسامح تجاه الملوحة ، العوامل المورفولوجية والفيزيولوجية والكيميائية الحيوية في حبة البياض

*Vicia faba*

يسمح العمل المقترح بدراسة النبات (القول). *Vicia faba L.* الذي تم إجراؤه في وسط محلول ملحي NaCl بثلاث معاملات بتركيزات 0 و 100 و 1200 meq / I خلال 75 days على ، العوامل البيومترية (تحديد عدد الأوراق ، ارتفاع الساق (HT) ، وطول الجذر (LR)) ، ، العوامل الفسيولوجية (محتوى الماء النسبي (RWC) ، والمعلمات البيوكيميائية ((البرولين (PRLN) (ميكروغرام / غرام (MF) ، السكريات القابلة للذوبان (MF) (µg / g) (SS) ، تركيز الصباغ (Chlr.A ، Chlr.B ، Chlr.A + B ، CRTN) ، ومستوى البروتين الكلي)

أظهرت النتائج أن الفاصوليا *Vicia faba L.* حساسة للملوحة بتركيزات 200 متر / لتر. كما تم تسجيل أن الإجهاد الملحي أدى إلى اضطرابات، العوامل بيومترية وفيزيولوجية وبيوكيميائية تؤثر بشكل كبير على جميع ، العوامل المدروسة.

من نتائجنا، لاحظنا بعد تطبيق الإجهاد ، والمحتوى النسبي للماء (RWC) ، وعدد الأوراق ، واستطالة سيقان النبات ، وطول الجذور ، ومحتوى الكلوروفيل أ ؛ ب. (أ + ب) t كاروتينويد ، ويقل محتوى البروتين مع زيادة تركيز الإجهاد الملحي (NaCl) ، من خلال سلبية محتوى السكريات القابلة للذوبان ، وزيادة محتوى البرولين. لذا ، يمكن القول أن محتوى السكر القابل للذوبان ومحتوى البرولين هما مؤشرا للملوحة

**الكلمات المفتاحية:** القول ، *Vicia faba.L.* ، الإجهاد الملحي ، NaCl ، الملوحة ، العوامل المورفولوجية ، الفسيولوجية والبيوكيميائية.

## *Abstract:*

The present work aims to study the tolerance towards salinity on the morphological, physiological and biochemical parameters in the bean *Vicia faba* L.

The proposed work allows to study the plant (bean) *Vicia faba* L. conducted in an NaCl saline medium of three treatments at concentrations 0, 100 and 200meq / l during 75days on biometric parameters (determination of the number of leaves, stem height (HT), and root length (LR)), physiological parameters (relative water content (RWC), and biochemical parameters ((proline (PRLN) ( $\mu\text{g} / \text{g}$  MF), soluble sugars (SS ) ( $\mu\text{g} / \text{g}$  MF), pigment concentration (Chlr.A, Chlr.B, Chlr.A + B, CRTN), and total protein level).

The results obtained showed that the bean species *Vicia faba*.L is sensitive to salinity at concentrations of 200meq / l. It has also been recorded that salt stress has led to biometric, physiological and biochemical disturbances affecting very highly all the studied parameters.

From our results, we observed after the application of stress, the relative water content (RWC), the number of leaves, elongation of plant stems, the length of roots, the content of chlorophyll a; b; (a + b) t carotenoid, and the protein content are decreased as the concentration of salt stress (NaCl) increases, by cons the content of soluble sugars, and the proline content are increased. So, it can be said that the soluble sugar content and the proline content are indicators of salinity.

**Key words:** bean, *Vicia faba*.L, salt stress, (NaCl), salinity, morphological, physiological and biochemical parameters.

# REMERCIEMENT

*Avant tout, nous remercions Allah le tout puissant de nous avoir  
donné le courage et la patience de mener à bien ce travail.*

*Nous remercions en premier notre Encadreur M Reguieg Fssaad H.A  
(Professeur) et co-encadreur Mme Souker hadjira  
qui est à l'origine du lancement et la réussite de ce projet.*

*Nous remercions aussi d'avoir accepté de faire partie de mon jury Présidente  
Mme Sekkal fz (MAA) et Examinatrice Mme Belarbi  
Amaria (Mcb) de ce travail*

*Nous remercions également tous les professeurs qui nous ont suivis Durant notre  
cycle d'étude.*



# *Dédicaces*

*Avec l'aide de Dieu le tout puissant qui m'a éclairé les chemins  
du savoir, j'ai pu réaliser ce modeste travail que je dédie à  
Mes très chers parents, avec tout mon amour, ma tendresse et  
mon estime, je n'arriverai jamais à leurs rendre ce qu'ils ont fait  
pour moi. Que Dieu vous protège.*

*A mes sœurs saliha, fayza et feriel et mes frères soufiane et  
fouad , pour tout l'amour qu'ils m'apportent et leur soutien.*

*A toute la famille: BOUHALILI*

*A toutes mes amies pour leurs encouragements.*

*A mon encadreur Mme Bouker hadjira .A qui m'a dirigé  
dans ce labeur.*

*Malika*





# *Dédicaces*

*Avec l'aide de Dieu le tout puissant qui m'a éclairé les chemins  
du savoir, j'ai pu réaliser ce modeste travail que je dédie à  
Mes très chers parents, avec tout mon amour, ma tendresse et  
mon estime, je n'arriverai jamais à leurs rendre ce qu'ils ont fait  
pour moi. Que Dieu vous protège.*

*A mes frères et mes sœurs, pour tout l'amour qu'ils  
m'apportent et leur soutien et surtout mes sœurs Om-Elkhair et  
Ikram pour leurs encouragements.*

*A toute la famille: Cherief et Lotmani*

*A toutes mes amies pour leurs encouragements.*

*A mon encadreur Mme Bouker hadjira .A qui m'a dirigé  
dans ce labeur.*

*Amel*



## Liste des Abréviations

**%** : pour cent

**°C** : Degré Celsius

**µg/g MF** : Microgramme par gramme de matière fraîche

**ABA** : Acide abscissique

**APG IV** : l'*Angiosperms Phylogeny Group* quatrième version de classification botanique

**APGIII** : l'*Angiosperms Phylogeny Group* troisième version de classification botanique

**ATP** : Adénosine triphosphate

**Bar** : unité de mesure de la pression

**Ca<sup>++</sup>** : Cation de calcium

**CaSO<sub>4</sub>** : Sulfate de calcium

**Ch I (a /b)** : Le rapport de chlorophylle a sur la chlorophylle b

**Ch I (a+b)** : La teneur de la chlorophylle totale

**Ch I a** : La teneur de la chlorophylle a

**Ch I b** : La teneur de la chlorophylle b

**Cl<sup>-</sup>** : Anion de chlore

**cm** : Centimètre

**CO<sub>2</sub>** : Dioxyde carbone

**CREAB MP** : Centre Régional de Recherche et l'Expérimentation en Agriculture Biologique de Midi-Pyrénées

**d** : Densité

**DSA** : Direction des services agricoles de la wilaya de Biskra

**g** : Gramme

**g/l**: Gramme par litre

**ha** : hectare

**HCO<sup>3-</sup>** : Hydrogénocarbonate

**HT**: Hauteur de la tige

**ITAB** : institut Technique de la Culture Biologique

**K** : Potassium

**K<sup>+</sup>**: Cation de potassium

**KCl** : Chlorure de potassium

**Kg** : Kilogramme

**kg/ha** : Kilogramme par hectare

**Km<sup>2</sup>** : Kilomètre carré

**L**: Litre

**LR**: Longueur racinaire

**m** : mètre

**meq/l** : Milliéquivalent par gramme

**Mg** : Magnésium

**Mg<sup>++</sup>** : Cation de magnésium

**MgCl<sub>2</sub>** : Chlorure de magnésium

**MgSO<sub>4</sub>** : sulfate de magnésium

**mm** : millimètre

**mM** : Millimolaire

**Mn** : Minute

**Mpa** : un million de pascals (10<sup>6</sup> Pa )

**Na<sup>+</sup>** : Cation de sodium

**Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>** : Sulfate de sodium

**NaCl** : Chlorure de sodium

**NADPH** : Nicotinamiel Adénine Dinucléotide

**nm** : nanomètre

**NO<sup>3-</sup>** : Nitrate

**PEG** : polyéthylène glycol

**Ph** : Potentiel hydrogène

**Ppm** : particule par million

**qx** : quintaux

**qx/ha** : quintaux par hectare

**R.W.C** : Relative Water Content

**R.W.L**: Relative Water Lost transpiration

**ROS**: Réactive oxygen species

**SO<sub>4</sub>**: sulfate

**SS** : Sucre solubles

**T** : Tonne.

**U.V** : Ultra-violet

## La liste des figures :

|   |    |
|---|----|
| <b>Figure n° 01 :</b> répartition des sols salins de Nord de l'Algérie .....  | 12 |
| <b>Figure n° 02 :</b> voie de synthèse de la proline.....   | 29 |
| <b>Figure n° 03:</b> les racines de la fève <i>Vicia faba</i> .....   | 35 |
| <b>Figure n° 04 :</b> les feuilles de la fève.....  | 36 |
| <b>Figure n° 05 :</b> les fleurs de la fève.....  | 37 |
| <b>Figure n° 06 :</b> les fruits de la fève <i>Vicia faba</i> .....   | 38 |
| <b>Figure n° 07 :</b> graines de <i>Vicia faba L</i> .....  | 39 |
| <b>Figure n° 08 :</b> le site expérimental.....   | 49 |
| <b>Figure n° 09 :</b> les graines <i>Vicia faba.L</i> .....   | 50 |
| <b>Figure n° 10 : (a) :</b> les plantules de <i>vicia faba .L</i> dans les alvéoles ; <b>(b) :</b> repiquage dans les pots .....      | 51 |
| <b>Figure n° 11 : (a ;b et c) :</b> les étapes de la préparation du sable .....   | 52 |
| <b>Figure n° 12 :</b> préparation des pots. ....  | 53 |
| <b>Figure n° 13 :</b> Dosage de teneur relative en eau (RWC) poids frais des .....  | 56 |
| <b>Figure n° 14 :</b> le poids frais des feuilles .....   | 56 |
| <b>Figure n° 15 :</b> Dosage de proline.....  | 57 |
| <b>Figure n° 16 :</b> Dosage de sucres solubles.....  | 58 |
| <b>Figure n°17 :</b> Dosage protéine totale.....  | 58 |
| <b>Figure n° 18 :</b> Nombre des feuilles des plantes la fève <i>Vicia faba L</i> mesurés avant et après l'application de stress..... | 56 |
| <b>Figure n° 19:</b> élongation de tiges des plantes la fève <i>Vicia faba L</i> mesurés avant et après l'application de stress.....  | 60 |

|  |    |
|--|----|
| <b>Figure n° 20 :</b> les variations des longueurs des tiges chez les trois traitements de la fève.....  | 61 |
| <b>Figure n° 21:</b> l'évolution des moyennes (moyennes $\pm$ écart-type) de la RWC % chez la fève en fonction de la dose du NaCl.....                                 | 62 |
| <b>Figure n° 22:</b> La teneur de la chlorophylle chez <i>Vicia faba</i> .L traitée avec NaCl.....   | 63 |
| <b>Figure n° 23:</b> Teneurs en proline ( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ) des feuilles et racines de la plante de fève âgées de 75 jours et stressés au NaCl.....    | 66 |
| <b>Figure n° 24 :</b> Teneurs en sucres solubles ( $\mu\text{g}/\text{g}$ ) des feuille et racines des plantes de la fève âgées de 75 jours et stressées au NaCl ..... | 67 |
| <b>Figure n° 25:</b> Teneurs en protéine ( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ) des feuilles et racines de la plante de fève âgées de 75 jours et stressés au NaCl.....   | 69 |
| <b>Figure n° 26:</b> la fève après une semaine de repiquage.....   | 82 |
| <b>Figure n° 27:</b> la fève après 3 semaines de repiquage.....  | 82 |
| <b>Figure n° 28 :</b> la fève après 4 semaines de repiquage.....   | 82 |
| <b>Figure n° 29 :</b> la différence entre les plantes stressée à 100 meq/l et plantes témoins.....   | 82 |
| <b>Figure n° 30 :</b> la différence entre les plantes stressée à 200 meq/l et plantes témoins.....   | 82 |
| <b>Figure n° 31:</b> la différence entre les plantes stressée à 100 meq/l , 200 meq/l et plantes témoins.....  | 83 |
| <b>Figure 32 :</b> le poids de la plante. ....   | 83 |
| <b>Figure 33 :</b> poids de partie racinaires.....   | 83 |
| <b>Figure 34 :</b> poids de partie aérienne. ....  | 83 |

## La liste des tableaux :

|   |    |
|---|----|
| <b>Tableau n 01</b> : Superficie affectée par la salinité dans le monde (FAO, 2008) .....   | 11 |
| <b>Tableau n 02</b> : représentant les différentes classes des sols salins.....   | 17 |
| <b>Tableau n 03</b> : Evaluation de la superficie et production de la fève et féverole en Algérie (FAOSTAT, 2015).....  | 33 |
| <b>Tableau n 04</b> : composition de 100 g de partie comestible de graines mures crue de fève..   | 47 |
| <b>Tableau n 05</b> : composition de la solution saline.....  | 51 |
| <b>Tableau n 06</b> : composition minérale de la solution nutritive Hoagland.....   | 54 |
| <b>Tableau 07</b> :test statistique de signification de test de NEWMAN-KEULS - seuil = 5% des teneurs relative en eau des feuilles du plantes fève stressée à la salinité.....  | 63 |
| <b>Tableau 08</b> : test statistique de signification de test de NEWMAN-KEULS - seuil = 5% des teneurs en proline ( $\mu\text{g/g}$ ) des feuilles et racines des plantes fève âgée de 75 jours et stressée à la salinité.....        | 66 |
| <b>Tableau 09</b> : test statistique de signification de test de NEWMAN-KEULS - seuil = 5% des teneurs en sucre solubles ( $\mu\text{g/g}$ ) des feuilles et racines des plantes fève âgée de 75 jours et stressée à la salinité..... | 68 |
| <b>Tableau 10</b> : test statistique de signification de test de NEWMAN-KEULS - seuil = 5% des teneurs en protéine ( $\mu\text{g/g}$ ) des feuilles et racines des plantes fève âgée de 75 jours et stressée à la salinité.....       | 69 |

# Tables de matières

**Liste des figures**

**Liste des tableaux**

**Liste des abréviations**

Introduction..... 01

## **Chapitre I : Stress**

1-Définition du stress.....03

2-Les types du stress .....04

2-1-Le stress biotique .....04

2-2- Le stress abiotiques .....04

2-2-1-Stress hydrique .....04

a-Photosynthèse et stress hydrique.....05

b- les réponses des stomates au déficit hydrique .....05

2-2-2– Le stress ionique .....06

2-2-3-Le stress thermique .....06

2-2-3-Le stress nutritionnel .....07

2-2-5- Le stress salin .....07

2-2-5-1- Les plantes et stress salin .....09

## **Chapitre II : Salinité**

Généralité

1-La répartition géologique de la salinité .....10

1-1-Dans le monde .....10

1-2-En Algérie .....11

2-Définition de la salinité .....12

3-L'origine de la salinité du sol .....13

|  |    |
|--|----|
| 4-Les types de salinité .....  | 14 |
| 4-1- Salinisation primaire .....   | 14 |
| 4-1-1- salinisation géologique .....   | 14 |
| 4-1-2- Salinisation marine et lagunaire .....                                | 14 |
| 4-2- Salinisation secondaire .....   | 15 |
| 5-Importance de la salinité .....  | 15 |
| 6-Définition de sols salés (sols halomorphes) .....                          | 16 |
| 7-Classification des sols salés .....  | 17 |
| 8-Effet de la salinité sur les plantes .....                                 | 17 |
| 8-1-Effet de la salinité sur l'eau dans la plante .....                      | 18 |
| 8-2-Effet de la salinité sur la germination .....                            | 18 |
| 8-3-Effet de la salinité sur la croissance et le développement .....         | 18 |
| 8-4-Effet de la salinité sur le comportement biochimique de la plante .....  | 19 |
| 8-5-Effet de la salinité sur les processus physiologiques de la plante ..... | 19 |
| 8-6-Effet de la salinité sur les pigments photosynthétiques .....            | 20 |
| 8-7-Effet de la salinité sur la morphologie des plantes .....                | 20 |
| 8-7-1-Effet de la salinité sur les racines .....                             | 20 |
| 8-7-2-Effet de la salinité sur les tiges .....                               | 21 |
| 8-7-3-Effet de la salinité sur les feuilles .....                            | 21 |
| 9-Les mécanismes d'adaptation .....  | 21 |
| 9-1-Réaction de la plante à la sécheresse et à la salinité .....             | 21 |
| 9-2-Le statut hydrique de la plante .....                                    | 23 |
| a-Perte graduelle en eau(R.W.L) .....  | 23 |
| b-Teneur relative en eau (T.R.E) ou turgescence cellulaire (R.W.C) .....     | 24 |
| c-Pompe à ions et osmo régulation .....                                      | 24 |
| d-activité photosynthétique .....  | 26 |
| 10-Les conséquences de la salinisation des sols .....                        | 27 |
| 11-Les marqueurs de la resistance a la salinite .....                        | 28 |
| 1-La proline .....   | 28 |
| 2- Les sucres .....  | 30 |
| a-Notion de sucres solubles .....  | 30 |

|   |    |
|---|----|
| b-influence du potentiel osmotique sur la teneur solubles ..... | 30 |
|---|----|

## **Chapitre III : La fève *Vicia faba*.L**

### Généralités

|  |    |
|--|----|
| 1-Situation de la fève dans le monde et en Algérie .....                           | 33 |
| 2-L'origine et évolution .....   | 34 |
| 3-Taxonomie et caractéristique botanique .....                                     | 35 |
| 3-1-Description botanique de la fève .....   | 35 |
| 3-1-1-Les racines .....  | 35 |
| 3-1-2-La tige .....  | 36 |
| 3-1-3-Les feuilles .....   | 36 |
| 3-1-4- Les fleurs .....  | 37 |
| 3-1-5- Les fruits .....  | 38 |
| 3-1-6- Les graines .....   | 38 |
| 3-2-Position systématique de fève .....  | 39 |
| 3-3-Cycle biologique .....   | 40 |
| 4-Les différentes variétés de la fève ( <i>V.faba</i> ) présentes en Algérie ..... | 40 |
| 5-Interet culturaux de la féve .....   | 41 |
| a-Agronomique .....  | 41 |
| b-Ecologique .....   | 42 |
| c-Economique .....   | 42 |
| d-Alimentaire .....  | 42 |
| 7-Contraintes de la culture de féve en Algérie .....                               | 43 |
| 7-1-Contraintes abiotiques .....   | 43 |
| 7-1-1-Le froid hivernal et les gelées printanières .....                           | 43 |
| 7-1-2-La sécheresse terminale .....  | 43 |
| 7-1-3-La chaleur .....   | 44 |
| 7-1-4-La salinité .....  | 44 |

|   |    |
|---|----|
| 7-2-Contraintes culturelles et socio-économique ..... | 44 |
| 7-2-1-Les contraintes culturelles .....               | 44 |
| 7-2-2-Les contraintes socio-économiques .....         | 45 |
| 7-3-Contraintes biotiques .....                       | 45 |
| ❖ Plante parasite « L'Orabanche » .....               | 45 |
| ❖ Maladies cryptogamiques .....                       | 45 |
| ❖ Sensibilité aux déprédateurs .....                  | 46 |
| 9-Propriété des fèves .....                           | 47 |
| 1-Composition des fèves .....                         | 47 |
| 2-Favisme .....                                       | 48 |
| 3-Caractéristiques médicinales des fèves .....        | 48 |

## **Partie expérimentale**

|  |    |
|--|----|
| Objectif de l'étude.....                     | 49 |
| Site expérimental .....                      | 49 |
| I-Matériels végétale .....                   | 50 |
| II-Méthode .....                             | 50 |
| 1-Préparation des graines .....              | 50 |
| 2-Préparation de la solution saline.....     | 51 |
| 3-Préparation du substrat de culture .....   | 51 |
| 4-Préparation des pots .....                 | 52 |
| 5-L'arrosage.....                            | 53 |
| 6-Application de stress .....                | 54 |
| 7-Prélèvement des échantillons .....         | 54 |
| II-2-Les paramètres mesurés .....            | 55 |
| 2-1-paramètres biométriques .....            | 55 |
| a-Détermination du nombre des feuilles ..... | 55 |

|   |    |
|---|----|
| b- Hauteur de la tige (HT).....                                       | 55 |
| c-Longueur racinaire (LR).....  | 55 |
| 2-2-Paramètres physiologiques.....                                    | 55 |
| 2-2-1-La teneur relative en eau (RWC).....                            | 55 |
| 2-3-Paramètres biochimiques .....                                     | 56 |
| 2-3-1-Concentration en pigment (Chlr.A, Chlr.B, Chlr.A+B, CRTN) ..... | 56 |
| 2-3-2-La Proline (PRLN) (µg/g MF) .....                               | 56 |
| 2-3-3-Les sucres solubles (SS) (µg/g MF) .....                        | 57 |
| 2-3-4-Taux de protéines total .....                                   | 58 |
| III- Analyses statistiques .....                                      | 58 |

## **Résultats et interprétations**

|  |    |
|--|----|
| I-Interprétation du paramètre biométrique des plantes de la fève <i>Vicia faba</i> .L.....             | 59 |
| 1-Nombre des feuilles.....   | 59 |
| 2-Elongation de tiges.....   | 60 |
| 3-La longueur de racine .....  | 61 |
| II-Interprétations des paramètres physiologiques .....   | 62 |
| 1-Teneur relative en eau (RWC) .....   | 62 |
| III-Etude des paramètres biochimiques chez la fève <i>Vicia faba</i> .L .....                          | 65 |
| 1-Teneur de la chlorophylle .....  | 63 |
| a- La teneur de la chlorophylle a .....  | 64 |
| b- La teneur de la chlorophylle b .....  | 64 |
| c- La teneur de la chlorophylle a+b .....  | 65 |
| d- La teneur du caroténoïde .....  | 65 |
| 2-Teneur en proline dans les organes de plante de la fève <i>Vicia faba</i> .L (feuille, racine) ..... | 65 |
| 3-Teneur en sucre soluble dans les organes des plantes de la fève <i>Vicia faba</i> .L .....           | 67 |
| 4-Teneur de protéines .....  | 69 |
| Discussion et conclusion général.....  | 71 |
| Annexe.....  | 76 |
| Références bibliographiques .....  | 84 |

## Introduction général

---

Les activités urbaines, industrielles et agricoles sont responsables d'une contamination croissante des sols et de l'eau par les sels solubles, qui influent négativement sur la végétation.

Dans les zones arides et semi-arides, l'approvisionnement en eau d'irrigation constitue l'un des facteurs déterminants dans la production agricole, aussi bien dans l'intensification des cultures que dans l'extension des surfaces irriguées. Pour les régions tempérées, les eaux superficielles constituent la principale source d'eau d'irrigation alors que dans les zones semi-arides, où cette ressource est rare ou inexistante, on fait appel aux eaux souterraines (BOUALLA et al., 2012). Le développement de l'agriculture dans ces zones rencontre actuellement, en dehors de la rareté des ressources hydriques, de nouveaux problèmes tels que le risque de salinisation des sols.

La salinité est un problème écologique croissant dans le monde entier, ce phénomène est considéré comme un processus majeur de la dégradation des terres. En moyenne, le monde perd 10 hectares de terres cultivables par minute, dont 3 hectares à cause de la salinisation (MERMOUD, 2006).

Selon SHENG et al., (2008) actuellement dans le monde, on trouve sur 1,5 milliard d'hectares de terre cultivée, environ 77 millions d'hectares (5%) sont affectés par la teneur excessive en sel.

La salinité des eaux et des sols constitue une limitation sérieuse de la croissance et du rendement des cultures dans le monde (MAAS, 1996 ; DAJIC, 2006 ; ASHRAF et al., 2008). Les risques de salinité sont plus importants dans les zones arides et semi-arides caractérisées par une faible pluviométrie, une forte évapotranspiration et une eau d'irrigation fortement minéralisée (SHANNON, 1986).

D'après DROUHIN (1961), l'Algérie est un pays de sels. Par ailleurs, DAOUD et HALITIM (1994) notent qu'en Algérie la salinisation secondaire suite à l'irrigation avec des eaux minéralisées a entraîné une extension de la salure dans de nombreux périmètres irrigués notamment en milieu saharien.

La présence du sel soluble en forte concentration dans le sol affecte les mécanismes physiologiques de la plante et constitue un facteur limitant majeur de la production végétale (BAJI et al., 1998)

## Introduction général

---

Les effets de la salinité sur la productivité sont différents en fonction des groupes des végétaux, par exemple les légumineuse tels que la fève et pois sont sensibles.

Les légumineuses à graines permettent d'apporter au moins 33% des besoins humains en protéines alimentaires (Vance et al., 2000). Parmi les légumineuse, la fève est une culture importante, et considérée comme sources cruciale de protéines pour les humains et pour les animaux, notamment pour les pays méditerranées et la chine (Crépona et al., 2010). La fève, représente une production mondiale de 3515748 T. La chine est le plus grand pays producteur avec 1650000 T pour la campagne 2009/2010, puis vient l'Ethiopie en deuxième position avec une production de 610845 T. La France est classée en troisième position (FAOSTAT, 2011). En Algérie, la fève est cultivée dans différentes régions du pays. La production nationale de la fève verte de la campagne 2011 est de 1976367qx. La wilaya de Biskra est l'une des principales régions productrices de fève cultivée en plein champs de la wilaya.

L'objectif de ce travail est évaluer la tolérance à la salinité de fève *Vicia Faba L.* soumises à une contrainte saline à travers des différents paramètres biochimiques et physiologiques.

Nous proposons dans une première partie une revue bibliographique comportant trois chapitres :

- ✓ le premier est basé sur les différents stress dans l'environnement
- ✓ le deuxième s'inscrit dans le sens de la compréhension des mécanismes liés à la salinité
- ✓ Le troisième chapitre est réservé à une description détaillée du matériel végétal utilisé

La deuxième partie expose la méthodologie adoptée au cours de cette expérimentation ; l'exploitation des résultats obtenus est décrite dans une troisième partie

En quatrième partie, une discussion des résultats obtenus portant sur l'action saline sur la fève. En fin, une conclusion générale.

*Synthèse*

*Bibliographique*

*Chapitre I: STRESS*

## **I-Stress :**

### **1-Définition du stress :**

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

La plante dans son environnement est exposée aux différentes contraintes biotiques et abiotiques. La contrainte abiotique est le résultat des différentes conditions environnementales que ce soit climatique et édaphiques défavorables à la croissance des plantes (MUNNE-BOSCH et ALEGRE., 2004). La plante du fait qu'elle ne peut pas se déplacer, elle doit s'adapter à ces conditions stressantes de manière à réduire leurs impacts sur bon fonctionnement (LEXER, 2005).

Un stress abiotique est toute condition environnementale défavorable empêchant la plante de se développer normalement et de se reproduire (KOTCHONI et al., 2006).

Ce stress peut être induit par une forte salinité (PARKER et al., 2006), des hautes températures (MAJOUL et al.,2003,2004)),des basses températures (RENAUT et al., 2004 ; JORGE et al., 2006,GORANTLA, 2000), de la lumière (NAM et al., 2003 ; PHEE et al., 2004), des métaux (REQUEJO et TENA, 2005 ; SARRY et al., 2006), d'un stress oxydatif (COUEE et al., 2007), de la pollution et du déficit nutritionnel (MUNNE-BOSCH et ALEGRE., 2004) ou d'une combinaison entre eux (LANGRIDGE et al., 2006).

## **2-Types du stress :**

### **2-1-Le stress biotique :**

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

### **2-2- Le stress abiotiques :**

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

#### **2-2-1-Stress hydrique :**

Un stress hydrique peut se produire aussi bien sous l'effet d'un excès que d'un manque d'eau. Un exemple d'excès d'eau est l'inondation. Le stress provoqué par l'inondation est habituellement une réduction de l'apport d'oxygène aux racines. La réduction de l'apport d'oxygène limite à son tour la respiration, l'absorption de nutriment et d'autres fonctions racinaires cruciales. Le stress provoqué par un déficit hydrique est bien plus fréquent, de sorte que l'expression de stress de déficit hydrique est abrégée en stress hydrique. Comme le stress hydrique dans des environnements naturels est dû à l'absence de pluies, une condition dite de sécheresse, ce stress est appelé stress de sécheresse. En laboratoire, le stress hydrique peut être simulé en

# Chapitre I

---

favorisant de dessiccation. Le stress hydrique intervient aussi dans le stress salin et stress osmotiques.

Le terme déficit hydrique ou stress hydrique se rapporte à l'état physiologique de la plante, lorsque les conditions d'eau sont défavorables à la croissance optimum (BLUM., 1974).

D'après KOSLOWSKI (1968), le déficit hydrique des plants résulte d'une combinaison entre la plante, les facteurs du sol et l'atmosphère contrôlant le taux d'absorption de l'eau et les pertes d'eau par transpiration.

Il y a stress hydrique lorsque la quantité d'eau perdue par transpiration est supérieure à celle que la plante est incapable d'absorber par ses racines (BOUSMAHA et BOULEBENE, 1991)

## **a-Photosynthèse et stress hydrique :**

La photosynthèse est particulièrement sensible au stress hydrique. Elle peut être affectée de deux manières. D'abord la fermeture des stomates supprime normalement l'accès du chloroplaste à un apport de dioxyde de carbone d'origine atmosphérique. Ensuite, l'apparition dans les cellules de potentiels hydriques faibles intervient directement sur l'intégrité de la machinerie photosynthétique.

Les effets directs de faibles potentiels hydriques sur la photosynthèse ont été très bien étudiés sur des chloroplastes isolés de feuilles de tournesol (*Helianthus annuus*) soumises à la dessiccation (RAO et al., 1987).

## **b- les réponses des stomates au déficit hydrique :**

Les plantes sont souvent soumises à de graves déficits hydriques dus à une chute brutale de l'humidité ou à une augmentation de température, quand de l'air chaud et sec souffle dans leur environnement. Généralement, les plantes répondent à de graves déficits hydriques en fermant leurs stomates, de façon à régler la perte d'eau par la transpiration des feuilles sur la vitesse d'absorption d'eau par les racines. Chez pratiquement toutes les plantes étudiées jusqu'à présent, qu'elles croissent dans des habitats désertiques, tempérés ou tropicaux, il a été montré que l'ouverture et fermeture des stomates répondent à l'humidité ambiante (MANSFLELD et ATKINSON, 1990). La fermeture active est déclenchée par l'abaissement du

# Chapitre I

---

potentiel hydrique dans les cellules du mésophile, elle semble impliquer l'acide abscissique (ABA), ainsi que d'autres hormones. Depuis la découverte de l'ABA à la fin des années 1960, il a été établi qu'il joue un rôle important dans la fermeture des stomates suite à un stress hydrique. L'ABA s'accumule dans les feuilles de plantes qui subissent un stress hydrique et par la suite, des applications externes d'ABA inhibent fortement l'ouverture des stomates.

## **2-2-2- Le stress ionique :**

Le stress ionique survient lorsque l'accumulation des sels dans les tissus perturbent l'activité métabolique de la plante (LEVIGNERON et al., 1995). Ce type de stress est lié à la composition en éléments minéraux du sol et les carences en certains ions (MONNEVEUX et THIS, 1997).

L'entrée massive de certaines ions dans la plante, tels que le sodium et le chlore, exerce une action toxique qui se manifeste par des lésions sur les feuilles (UNGAR, 1996).

Il apparait aussi que la combinaison ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ) entraîne des effets spécifiques que ne peuvent apporter d'autres combinaisons d'anions avec le sodium, de cations majeurs avec le chlore (GUERRIER, 1981).

## **2-2-3-Le stress thermique :**

Le stress thermique correspond à une élévation de la température approximativement de  $10^\circ\text{C}$  au-dessus de la température normale de croissance (SCHOFFL et al., 1986).

Tout effet négatif ou néfaste du stress thermique sur les membranes conduit à la rupture de l'activité cellulaire ou à la mort (SANTORO et al., 1992).

L'élévation de la température provoque une dénaturation des protéines membranaires par la fonte des lipides membranaires qui conduit à la rupture des membranes et à la perte du contenu cellulaire (ABROL et INGRAM, 1997) ; c'est pour cela, la chaleur demeure un facteur plus néfaste dans les zones sahariennes où les vents chauds et secs desséchants affectent la production de gousse et limitent aussi la production et la grosseur des graines (ZEGHOUANE, 1989).

# Chapitre I

---

De plus, la baisse de la température entraîne le ralentissement de la croissance, voire même une destruction des végétaux exposés (BELHASSEN et al., 1995).

C'est aussi l'une des contraintes au niveau des plantes intérieures qui explique une grande partie de la faible productivité dans cette zone due à la couleur du fleurs et aussi à la mortalité des plantes (STATISTIQUES AGRICOLES, 1990).

## **2-2-4-Stress nutritionnel :**

La forte salinité provoque aussi des stress secondaires. Par exemple, utilisation efficace d'éléments nutritifs nécessaires en particulier le ( $K^+$ ) et le ( $Ca^{2+}$ ) qui peuvent être affaiblis dans les sols salins, en causant des déséquilibres tel que la réduction du rapport ( $K^+$ )/( $Na^+$ ) et la déficience des plantules en ( $Ca^{2+}$ ), donc affecter plus loin leur croissance et leur productivité (GREENWAY et MUNNS, 1980 ; LEVIGNERON et al., 1995 ; ZHU et al., 1998 ; ESSAH, 2000). De plus, plusieurs rapports ont montré que le stress salins pourrait produire l'accumulation de composés toxiques telle que les espèces réactives de l'oxygène (ROS) dans les plantes (ALLEN, 1995 ; SMIRNOFF, 1999).TH4

## **2-2-5- Le stress salin :**

La concentration en sels dans l'environnement d'une plante varie énormément, elle peut être insuffisante ou excessive. Bien qu'elle constitue pratiquement un stress induit par de faibles concentrations salines, une carence en un ion se manifeste généralement sous la forme d'un problème nutritionnel. En fait, le terme de stress salin s'applique surtout à un excès d'ions, en particulier, mais pas exclusivement, aux ions  $Na^+$  et  $Cl^-$ . A la surface du globe, ils existent de vastes zones où une salinité élevée fait naturellement partie de l'environnement (KABAR, 1986). Les marais salins côtiers, sont caractéristiques de régions basses, souvent des estuaires, qui sont submergées à marée haute. L'eau de mer qui est constituée d'environ 3% de chlorure de sodium, contient 460 mM de  $Na^+$ , 50 Mm de  $Mg^{+2}$  et 540 mM de  $Cl^-$ , ainsi que des quantités plus faibles d'autre ions. L'eau de mer a un potentiel de soluté d'environ -2,7 Mpa. Une forte salinité est également caractéristique des déserts continentaux. L'évaporation y est supérieure aux précipitations. Les plantes qui croissent sur des sols très salins sont nommées halophytes. Certaines espèces d'Atriplex, par exemple, ont un potentiel hydrique foliaire atteignant -2 Mpa, alors qu'il se situe entre -0,2 et

# Chapitre I

---

-0,3 Mpa chez les non halophytes. A l'autre extrémité se trouvent les non halophytes sensibles également appelées glycophytes. Beaucoup d'espèces importantes cultivées comme le haricot (*Phaseolus vulgaris*), le soja (*Glycine max*), le riz (*Oryza sativa*) et le maïs (*Zea mays*) sont des glycophytes. Ces derniers ne peuvent tolérer que de faibles quantités de sel et peuvent subir des dommages irréparables par des concentrations de NaCl inférieures à 50 mM. D'autres espèces glycophytes cultivées comme la tomate (*Lycopersicon esculentum*), le cotonnier (*Gossypium hirsutum*), et le blé (*Triticum aestivum*) tolèrent des quantités de sel plus élevées. Parmi les céréales importantes sur le plan agricole, l'orge est la plus tolérante au sel, elle a été cultivée avec succès. Il existe cependant des cultivars d'orge et de blé, qui montrent des degrés variables de sensibilité au stress salin. Cela offre la possibilité qu'une tolérance accrue au sel puisse être obtenue par des programmes de sélection (YEO et FLOWERS, 1989).

Le stress salin est défini par la présence de concentrations variées de NaCl. Les concentrations de NaCl supérieures à 50 mM dans les sols sont, en générale, défavorables à la plupart des espèces végétales en particulier celles que l'on regroupe sous le nom de glycophytes. Le NaCl, lui-même est toxique, mais le stress salin s'accompagne souvent d'une baisse importante du potentiel hydrique (KINET et al., 1998).

Selon les recherches de CAMPBELL et PITMAN (1971), le chlorure de sodium augmente la perméabilité ionique des membranes. En effet, les ions chlorures et sodium traversent les plantes par les racines et sont véhiculés par le xylème vers les tiges et les feuilles, à ce niveau ils sont :

- Soit stockés, s'il s'agit de plantes de type inclusers.
- Soit retenus et véhiculés par le phloème jusqu'aux racines, s'il s'agit de plantes de type excluders (LEVIGNERON et al., 1995).
- La forte concentration en sel dans le milieu provoque une altération de la nutrition minérale et une perturbation des activités métaboliques s'exprimant par :
  - La synthèse des protéines et des acides nucléiques.
  - Le taux de respiration.
  - La photosynthèse et ses interactions (ALAM, 1994).

## **2-2-5-1- Les plantes et stress salin :**

L'eau est une source indispensable pour les végétaux (CALU, 2006). Sa présence est une condition incontournable pour que toute plante puisse se développer et assurer ses fonctions physiologiques vitales. Cependant, suivant le milieu naturel, cette ressource n'est pas toujours facile d'accès dans le sol. Ainsi les plantes présentes sur des surfaces sèches et salées vont se retrouver exposées à un stress hydrique important, contre lequel elles devront lutter pour survivre (CALU, 2006). Dans le cas d'un stress Salin, une double problématique se pose à l'organisme végétal: d'un côté, la présence de sel, en abaissant le potentiel hydrique du sol, menace l'approvisionnement en eau de la plante et de l'autre, l'absorption de ce dans les tissus menace le bon fonctionnement physiologique des cellules (GIRARD et al., 2005). Face à ce danger, toutes les plantes ne sont pas égales.

Certaines, nommées glycophytes, ne sont pas capables de supporter la présence de sel. Les halophytes, au contraire, développent des réponses physiologiques pour assurer leur approvisionnement en eau tout en préservant leur métabolisme (CALU, 2006).

*Chapitre II*  
*La Salinité*

**I-Salinité :****Généralité :**

La salinité est un phénomène mondiale qui affecte 1 milliard d'hectares, soit 7% de la surface terrestre (GHASSIMI F; JAKEMANAJ; NIXHA, 1995). L'accumulation de sels dans les horizons sols peut engendrer une dégradation des caractéristiques physiques des sols (DURAND, 1983). Cette dégradation du sol affecte ainsi leur fertilité d'où leur réserve en matières organiques et minérales appauvries (FROSSARD, 1996 in RAHMOUNE et al., 2004).

La salinisation des sols et de l'eau, est l'un des principaux facteurs abiotiques qui limitent la productivité végétale (AL-KARAKI, 2000 ; BAATOUR et al., 2004), et le rendement agricole (ZID et GRIGNON, 1991 ; ZHU., 2001).

La salinisation enregistrée dans les écosystèmes arides et semi arides résulte des fortes évaporations d'eau à partir du sol (MUNNS et al, 2006) et d'une irrégulière et insuffisante pluviométrie (MEZNI et al, 2002). Chaque année, les surfaces perdues à cause de la salinité des sols, varient autour de 20 millions d'ha dans le monde.

**1-La répartition géologique de la salinité :****1-1-Dans le monde :**

La salinité affecte de grandes surfaces et limite la productivité des végétaux. Dans plusieurs régions du monde, cette situation est aggravée par la raréfaction des réserves en eau douce (ABDELLY.C, 2004). Les sols salins sont très répandus à la surface du globe, leur salinité constitue l'un des principaux problèmes du développement agricole. Globalement les sols salés occupent une superficie de (950 millions d'hectares (ZID et GRIGNON, 1991 ; HASAN, 1995). Il a été estimé que 20% des 275 millions d'hectares des terres irriguées (FLOWERS et FLOWERS, 2005) et 15% (227 millions d'hectares) des terres cultivables sont affectées par la salinité (MUNNS, 2002).

En Afrique du nord et au Moyen-Orient, elle couvre près de 15 millions d'hectares, dont 15% sont dépourvus de toute végétation (LE HOUEROU, 1986).

Quinze millions d'hectares de terres agricoles sont touchées par une salinité croissante des sols au Maghreb, au Moyen-Orient (BEN AHMED et al., 1996). Ainsi, en Tunisie, les sols salés couvrent environ 10% de la superficie globale du pays, soit à peu près 25% de la surface totale des sols cultivables (BEN AHMED et al., 2008). En Egypte, 35% des aires cultivées sont salinisées, 90% d'entre elles souffrent d'engorgement (MAINGUET, 2003).

Les terrains salés sont fréquents dans les régions arides et semi arides dont sur la superficie totale des terres mondiale, la zone hyperaride couvrent 4,2%, la zone aride 14,6% et la zone semi-aride 12,2%. Ainsi, près d'un tiers des terres de monde est constitué des terres arides .au nord du Sahara, celle-ci occupe plus de 600000 Km<sup>2</sup> dont 34% en Algérie, 31% en Libye, 19% au Maroc, 11% en Tunisie et 5% en Egypte (LE HOUEROU, 1995 in MAALEM et RAHMOUNE, 2009).

**Tableau 01** : Superficie affectée par la salinité dans le monde (FAO, 2008).

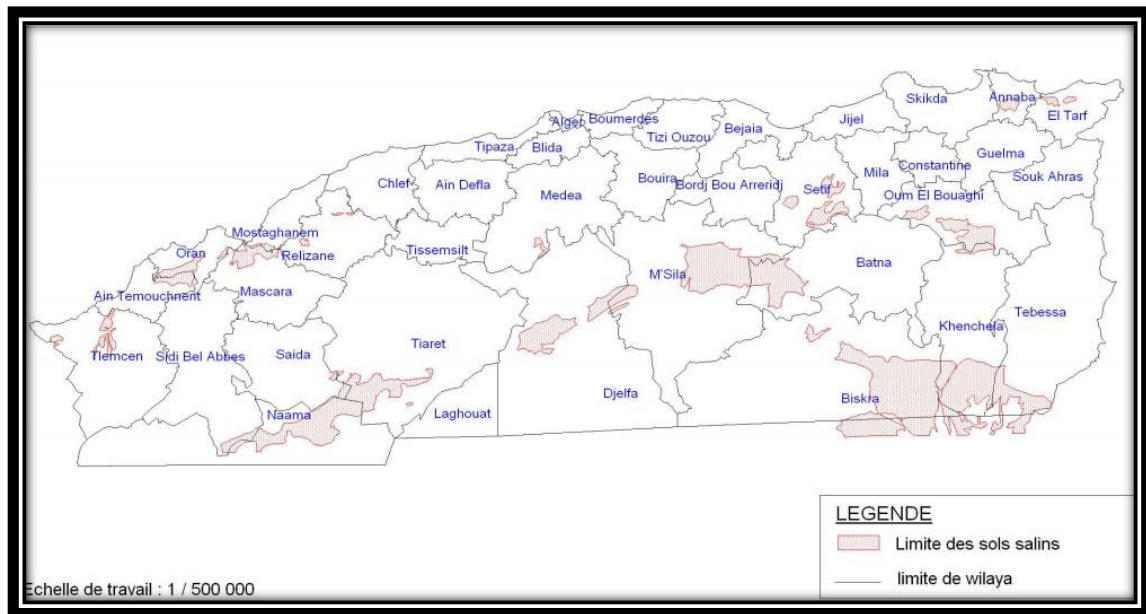
| Région                     | Superficie (millions d'hectares) |
|----------------------------|----------------------------------|
| Afrique                    | 80,5                             |
| Europe                     | 50,8                             |
| Amérique du Nord           | 15,7                             |
| Amérique du Sud            | 129,2                            |
| Australie                  | 357,3                            |
| Mexique et Amérique centre | 2                                |
| Asie du Sud Est            | 20                               |
| Asie du centre et du Nord  | 211,7                            |
| Asie du sud                | 87,6                             |
| Total                      | 954,8                            |

### 1-2-En Algérie :

D'après SZABLOCS en 1994. 3,2 millions d'hectares subissent à des degrés de sévérité variable, le phénomène de salinisation dont une bonne partie se trouve localisée dans les régions steppiques où le processus de salinisation est plus marqué du fait des températures élevées durant presque toute année, du manque d'exutoire et de l'absence de drainage efficient. Ce phénomène est observé dans les plaines et vallées de l'ouest du pays (Mina, Cheliff, Habra Sig, Maghnia) dans les hautes plaines de l'est (Constantine, Sétif, Bordj Bou Arreridj, Oum El Bouagui), aux abords des

chotts et de Sebkhass (ChottsChergui, Chottgharbi, ChottHodna, Chottmelghir, Sebkhad'Oran, de Benziane, Zemmoul, Zazher Gharbi et Chergui, etc...) et dans le grand sud (dans les Oasis, le long des oueds, etc...).

Les zones semi arides et arides couvrent près de 95% du territoire (BENKHELIF et al., 1999). Les sols salés sont très répandus dans les régions arides, représentant environ 25% de la surface (HALITIM., 1988) soit 3,2 millions d'hectares (HAMDY, 1999).



**Figure n° 01:** répartition des sols salins de Nord de l'Algérie.

## 2-Définition de la salinité :

La salinisation est un processus d'enrichissement d'un sol en sels solubles qui aboutit à la formation d'un sol salin (MERMOUD, 2006). Selon ASLOUM (1990) ce phénomène s'établit lorsque les concentrations en  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$  sous formes de chlorures, carbonates, ou sulfates sont présentes en concentrations anormalement élevées.

La salinisation est définie par la FAO (2001), comme un enrichissement en sels solubles de la surface et de la tranche supérieure du sol lorsque la salinité dans les

20 cm sommitaux dépasse 1 à 2% (20 g de sel par Kg de sol). La salinité est un facteur limitatif majeur de la productivité agricole (PARIDA et DAS, 2005). Ces charges en sels soumettent les plantes à un stress permanent (BENNABI, 2005).

La salinisation a été identifiée comme un processus majeur de la dégradation des terres. Le monde perd au moins 3 ha de terres arables chaque minute à cause de la salinité du sol (IPTRID, 2006), actuellement 800 millions d'hectares de terres à travers le monde sont affectés par la salinité : 397 millions ha sont salins et 434 ha sont salins et sodiques (DIEDHIOU, 2006). Selon la banque mondial, près de

2 milliards SUS sont perdus à cause de la salinité des sols (MASHALI et al., 2005 ; IPTRID, 2006).

L'Algérie, qui offre toutes les variantes du climat méditerranéen, n'échappe pas à cette règle. Souvent, la perte des terres à haut potentiel risque de compromettre les aptitudes et les capacités de production d'une région. Ce problème a été observé dans plusieurs régions du pays (Chellif, Relizane, Mohammadia, Ain Témouchent, Hautes-plaines de Sétif et de Constantine). La situation grave dans laquelle les dimensions du phénomène (KESSIRAN, 2003). Plus de 20% des sols irrigués en Algérie, sont concernés par des problèmes de salinité (DOUAOUI et HARTANI, 2008).

### **3-L'origine de la salinité du sol :**

En moyenne, la terre perd 10 ha de terre cultivable par minute, dont 03 ha à cause de la salinisation. Les régions du monde les plus affectées par la salinisation sont la Tunisie, l'Egypte, l'Iraq, l'Iran, le Pakistan et la Californie (FAO, 2002).

Les roches et les sols sont érodés par l'eau, de petites quantités des sels minéraux qu'ils contiennent sont entraînées jusqu'aux fleuves et les couches aquifères s'infiltrant ainsi dans l'eau d'irrigation. Si on utilise trop peu d'eau dans un champ les s'incrustent dans le sol. Mais le plus grave danger pour le sol est l'eau en trop grande quantité qui cause son engorgement et élève à son tour le niveau de la nappe phréatique. Le sol fonctionne alors comme une éponge, aspirant l'eau dans la rhizosphère par capillarité. Cet effet peut attirer l'eau à la surface sur environ 1,5m selon les sols. L'eau s'évapore et le sel reste autour des racines, entravant leur capacité d'absorber l'eau. Ce processus se produit en particulier dans les régions arides (CHERBUY., 1991).

L'origine des sels responsables de cette salinité est diverse : marine actuelle ou ancienne, pétrographique due aux ions libérés par l'altération de certaines roches sédimentaire, volcanique, hydrothermale, éolienne apportée par des embruns; elle est aussi très souvent anthropique induite par la mise en valeur hydro agricole et autres aménagement (eaux d'irrigation, remontées de nappes phréatiques, engrais, solution nutritives des serres et des cultures hors sol, effluent urbains, etc.). (SERVANT., 1975 ; ZID et GRIGNON., 1991 ; HASAN., 1995).

#### **4-Les types de salinité :**

Bien que l'altération des roches et les minéraux primaires soit la principale source de tous les sels, les sols salés sont rarement formés par accumulation de sels in situ. Plusieurs causes sont à l'origine de ce phénomène (Maillard, 2001).

##### **4-1- Salinisation primaire :**

La salinisation primaire d'origine 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.

##### **4-1-1- salinisation géologique :**

Les sels solubles peuvent provenir :

- ✓ Soit l'altération des roches contenant des minéraux sodiques potassiques et magnésiques .En région arides et semi-aride, ces sols se concentrant sur place dans les dépressions fermées.
- ✓ Soit de dissolution des évaporites contenant des chlorures, des sulfates, etc. Les évaporites se localisent essentiellement dans les bassins élémentaires.
- ✓ Soit de l'altération des roches volcaniques (SERVANT., 1975).

##### **4-1-2- Salinisation marine et lagunaire :**

L'origine des sels peut se trouver dans les dépôts lagunaires ou matériaux salés plus ou moins récents qui peuvent être eux-mêmes des roches mères des sols et fournir leurs sels aux oueds qui les transportent jusqu'aux nappes superficielles plus ou moins profondes sous les sols des vallées et basses plaines (GAUCHER et BURDIN., 1974).

**4-2- Salinisation secondaire :**

Dans ce cas, le sol avait déjà formé et avait acquis une personnalité pédologique. Par exemple, si une partie d'une plaine littorale est envahie par la mer bien que le contact soit direct, la salinisation reste secondaire. Il en est de même d'un sol alluvial qui se sale sous l'effet de la remontée d'une nappe chlorurée.

Cette distinction tend à faire préciser à quel moment de son histoire, un sol a acquis le caractère halomorphe SANDA (ABBANI B et ABDEL-LALI Y., 2005).

Induite par l'activité humaine, liée fréquemment à des pratiques agricoles inappropriées (MEMOUD, 2006). C'est un processus d'enrichissement d'un sol en sels solubles causé par l'approvisionnement en eau pour l'irrigation et qui aboutit à la formation d'un sol salin l'irrigation altère le bilan hydrique du sol, en générant un apport d'eau supplémentaire. Cet apport est toujours associé à un apport de sels. En effet, même une eau douce de meilleure qualité contient des sels dissous et, si la quantité de sels apportée par cette eau peut sembler négligeable, les quantités d'eau apportées au fil du temps entraînent un dépôt cumulé de sels dans les sols qui peut s'avérer considérable. Les échanges de cations entre le sol et l'eau d'irrigation sont le début de la salinisation du sol.

La salinisation peut être causée par la remontée capillaire des eaux souterraines salines ou résulter d'une irrigation réalisée avec de l'eau saline (IPTRID, 2006).

**5-Importance de la salinité :**

La teneur en sels est le critère le plus important pour évaluer la qualité de l'eau d'irrigation. Cette teneur peut être exprimée en termes de conductivité électrique ou en ppm ou meq/l. La concentration totale est plus importante car la plupart des cultures répondent à la concentration ionique totale du milieu de croissance (effet osmotique) plutôt qu'à un ion spécifique. Généralement, une augmentation de la teneur en sels dans l'eau d'irrigation résultera dans une augmentation de la salinité de la solution du sol.

- ✓ La vitesse et le degré de cette augmentation dépendent de :
  - Lessivage, c'est-à-dire la quantité d'eau apportée par irrigation ou par des pluies en besoins de la culture et l'efficacité du lessivage.

- La composition ionique de l'eau d'irrigation et la tendance de quelques ions, tels que  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{HCO}^{3-}$ ,  $\text{SO}_4$ , à précipiter après l'extraction de l'eau du sol.
- Propriétés physiques du sol tel que l'infiltration, les caractéristiques hydriques et le drainage (ANTIPOLIS, 2003).

La salinité peut suivant la dose de sel avoir un effet stimulateur sur la croissance et le développement de la plante, cet effet stimulateur a été démontré par (BIDAI, 2001). La salinité présente des effets bénéfiques sur la germination et la croissance des quelques espèces à des niveaux très faibles (bien que non quantifiés par les auteurs) (ASLOUM, 1990).

### **6-Définition de sols salés (sols halomorphes) :**

Les sols salins sont naturellement présents sous tous les climats et sur tous les continents. Ils sont là où l'évaporation excède les précipitations pluviales de façon permanente ou temporaire, ils sont étroitement liés à une source de salinité d'ordre géologique (évaporite), hydrogéologique (eaux souterraines) ou hydrologique (eaux marines) (GIRARD et al., 2005).

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 susceptibles de dégrader leurs caractéristiques et propriétés physiques, en particulier leur structure. On parle en général de sol salé lorsque la concentration des solutions dépasse 0,5g/l (ROBERT, 1996). Selon CALVET (2003) un sol est dit salé quand la conductivité électrique est supérieure à 4 ds/m.

Génétiquement, les sols sont constitués par deux unités très différentes, les sali sols, dans lesquels les sels de sodium, de calcium ou de magnésium sont sous la forme soluble de sels simples ou complexe. Les spodosols à complexe sodique dans lesquels les cations, essentiellement le sodium sont sous la forme échangeable, les sels solubles étant très peu abondants (BOUTEYRE et LOYER, 2003).

Les sols salins contiennent souvent des niveaux considérables de sels tels que  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{KCl}$  et  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (FLOWERSI et al., 1977).

Cependant, les sols sont souvent dominés par les sels de sodium ( $\text{Na}^+$ ), calcium ( $\text{Ca}^+$ ) et /ou magnésium ( $\text{Mg}^+$ ). Le sodium ( $\text{Na}^+$ ) est le sixième élément le plus abondant sur terre, et les sels du sodium ( $\text{Na}^+$ ) se dissolvent dans l'eau (CRAMER, 2002).

### 7-Classification des sols salés :

Selon l'USSL. (1954), les sols affectés par les sels sont classés comme suit :

**Tableau n° 02 :** les différentes classes des sols salins.

| Sols salins non sodiques   | Sols salins sodiques   | Sols non salins et sodiques  | Sols non salins et non sodiques  |
|--|--|--|--|
| Ce sont les sols dont la conductivité électrique (CE) de l'extrait de pâte saturée est supérieure à 4dS/m à 25°C et où le pourcentage de sodium échangeable (ESP) est inférieur à 15%. Le pH de l'extrait de pâte saturée est habituellement inférieur à 8.5 et les anions prédominants sont les chlorure et les sulfates. | Ce sont les sols dont la conductivité électrique (CE) de l'extrait de pâte saturée est supérieure à 4dS/m à 25°C et où le pourcentage de sodium échangeable (ESP) est supérieur à 15%. Le pH peut dépasser légèrement 8.5 ; ces sols posent plus de problèmes pour la mise en valeur agricole que les sols salés | Ce sont les sols dont la conductivité électrique (CE) de l'extrait de pâte saturée est inférieure à 4dS/m à 25°C et où le pourcentage de sodium échangeable (ESP) est supérieur à 15%. Le pH de ces sols est généralement supérieur à 8.5. | Ce sont les sols dont la conductivité électrique (CE) de l'extrait de pâte saturée est inférieure à 4dS/m à 25°C et où le pourcentage de sodium échangeable (ESP) est inférieur à 15%. |

### 8-Effet de la salinité sur les plantes :

La salinité du sol ou de l'eau est causée par la présence d'une quantité excessive de sels. Généralement un taux élevé de  $\text{Na}^+$  et  $\text{Cl}^-$  cause le stress salin. 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. Cet état hydrique altéré conduit à une croissance réduite et limitation de la productivité végétale. Depuis que le stress salin implique aussi bien le stress osmotique qu'ionique (HAYASHI et MURATA, 1998 in PARIDA et DAS, 2005), l'arrêt de la croissance est directement relié à la concentration des sels solubles ou au potentiel osmotique de l'eau du sol (GREENWAY et MUNNS, 1980 in PARIDA et DAS, 2005).

**8-1-Effet de la salinité sur l'eau dans la plante :**

La première difficulté d'une plante en milieu salin est d'assurer son apport en eau. Pour cela, il faut que la plante puisse ajuster la pression osmotique de ses tissus par rapport à la pression osmotique du sol. Ce phénomène nommé l'Epictète, permet donc à la plante d'assurer une hypertonie constante (HELLER et Perleth., 2004).

Le potentiel hydrique et le potentiel osmotique des plantes deviennent de plus en plus négatifs avec l'augmentation de la salinité ainsi que la pression de la turgescence. Dans les conditions de concentrations élevées de salinité accrue, le potentiel hydrique de la feuille et la vitesse d'évaporation diminuent significativement chez l'halophyte *S. sala* alors qu'il n'y a pas de changement dans le contenu relatif en eau (Lynd et al., 2002 in PARIDA et DAS, 2005).

**8-2-Effet de la salinité sur la germination :**

Le stade plantule est le plus vulnérable dans le cycle de vie de la plante, et c'est la germination qui détermine le temps et le lieu pour que la croissance de la plantule. Ce stade de germination est souvent limité par la salinité du sol et se montre le plus sensible que les autres stades (SAID et al., 2011).

Selon REJILI et al., 2006, les semences des glycophytes et des halophytes répondent de la même manière au stress salin, en réduisant le nombre total des graines germées et en accusant un retard dans l'initiation du processus de la germination. Parmi les causes de l'inhibition de la germination en présence de sel, la variation de l'équilibre hormonal a été évoquée.

**8-3-Effet de la salinité sur la croissance et le développement :**

La réponse immédiate du stress salin est la réduction de la vitesse de l'expansion de la surface foliaire et cette expansion s'arrête si la concentration du sel augmente (WANG et NIL, 2000). Le stress salin résulte aussi dans la diminution de la biomasse sèche et fraîche des feuilles, tiges et racines (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).

Le taux élevé de NaCl se manifeste par une croissance dans la biomasse des racines, tiges et feuilles et une augmentation dans le ratio partie racinaire/partie aérienne chez le coton (MELONI et al., 2001).

#### **8-4-Effet de la salinité sur le comportement biochimique de la plante :**

Dans des conditions salines, il y a un changement dans le modèle d'expression des gènes et du changement qualitatif et quantitatif dans la protéosynthèse (REYNOLDS et al., 2001). Le stress salin induit une perturbation de la composition lipidique et protéique au niveau de la membrane cellulaire, affectant ainsi sa stabilité (ALEM et AMRI, 2005).

Chez diverses espèces, plus ou moins résistantes, on a observé une augmentation des sucres totaux résultant d'un blocage de la glycolyse ou du saccharose provenant d'une forte hydrolyse de l'amidon (ASLOUM, 1990). Selon HADJADJ (2009) l'accumulation des sucres solubles est importante dans les feuilles des plantes stressées.

D'autre part, ASPINALL et PALEG(1981) in AGUENRAL (2001), signalent que la proline est l'acide aminé le plus caractérisé des plantes soumises au stress salin. L'importance de la proline comme indicateur aux agressions semble jouer un rôle dans le maintien des pressions sol-vacuole, mais aussi dans la protection des membranes et des systèmes enzymatiques. Ainsi qu'un régulateur du pH (ALEM et AMRI, 2005).

HERNANDEZ et al., (2000) est constaté que : le génotype tolérant accumule plus de proline que le génotype sensible de *Cicer arietinum*, à des concentration inférieures à 100mM de NaCl, la proline aurait aussi un rôle dans la limite de l'osmorégulation.

#### **8-5-Effet de la salinité sur les processus physiologiques de la plante :**

Si la concentration en sel excède le niveau de tolérance de la plante, des perturbations fonctionnelles apparaissent au niveau de la photosynthèse, par effet du sel dans le stroma des chloroplastes qui perturbe le transport des électrons. Par conséquent, la glycolyse et le cycle de Krebs sont aussi affectés. De même que l'acquisition de nutriments minéraux, comme le potassium, les nitrates ou le calcium est également réduite. (ALEM et AMRI, 2005).

Si chez certaines halophytes, la croissance est stimulée par un apport modéré de sel ce phénomène reste limité par un niveau de tolérance. Des stress extrêmes conduisent au nanisme et à l'inhibition de la croissance. Les feuilles deviennent sclérosées avant même d'avoir fini leur croissance, et l'organisme tout entier risque de dépérir assez vite. (HOPKINS, 1999).

#### **8-6-Effet de la salinité sur les pigments photosynthétiques :**

L'effet de la salinité sur la photosynthèse, dépend de la concentration des sels de l'espèce et de la plante, (OMANI, 2005). La salinité réduit l'assimilation de CO<sub>2</sub> par des réductions de surface des feuilles (MUNNS et al., 2006), conductibilité des stomates (PARIDA et al., 2002), efficacité des enzymes photosynthétique et le bon fonctionnement de photosystèmes (REDONDO-GOMEZ et al., 2008).

Le taux de la chlorophylle et des caroténoïdes des feuilles diminue en général sous les conditions de stress salin. Les feuilles les plus âgées commencent à développer une chlorose et finissent par tomber sous l'effet du stress salin (AGASTIAN et al., 2000).

Par contre, Wang et Nil (2000) ont rapporté que la chlorophylle augmente sous les conditions de salinité chez *Amaranthus*. Chez *Grevillea*, la chlorophylle et les caroténoïdes diminuent significativement sous le stress salin, mais. Les pigments anthocyaniques augmentent significativement dans ce cas de stress salin (PARIDA et Das, 2005).

#### **8-7-Effet de la salinité sur la morphologie des plantes :**

La salinité affecte toute la plante mais elle freine davantage la croissance des parties aériennes que celle des racines.

##### **8-7-1-Effet de la salinité sur les racines :**

Selon LEVIGNERON et al., (1995), les racines sont les premières à réagir. Selon BRUN en 1980, l'excès de sel dans l'environnement racinaire donne naissance à des plantes naines. La masse racinaire est moins affectée par la salinité que les limbes, les tiges et les pétioles.

**8-7-2-Effet de la salinité sur les tiges :**

La longueur des tiges est réduite par l'excès de sel dans le sol (ABERKANE, 1992). Pour le Tournesol, la réduction de la hauteur de la tige est de 30cm.

**8-7-3-Effet de la salinité sur les feuilles :**

Des concentrations élevées de sel tel que le  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$  et les bicarbonates provoquent des nécroses sur les feuilles, des décolorations et la réduction de la chlorophylle, (SAIDOUNE, 2000).

**9-Les mécanismes d'adaptation :****9-1-Réaction de la plante à la sécheresse et à la salinité :**

Selon YEO (1983), la résistance d'une plante à un stress indique le maintien de la croissance et de son métabolisme fonctionnel à la différence des espèces animales qui s'échappent de ces conditions. Pour cela, la plante doit supporter le choc chimique et physique engendré par l'environnement en modifiant ses caractéristiques de croissance et de développement.

Ces modifications se font souvent au dépend d'un déficit nutritionnel et énergétique par suite de la compétition entre les processus de résistance et ceux indispensables au maintien du métabolisme de base.

Les conditions stressantes d'un milieu ont un effet lorsque les facteurs de l'environnement créent chez une espèce végétale une réduction de la croissance des individus, ou une augmentation du taux de la mortalité de la population (TAL, 1984).

Parmi les facteurs de l'environnement, la sécheresse, qui est la conséquence de plusieurs facteurs climatiques, représente l'une des causes de l'accumulation des sels dans les sols (EMBERGER, 1971) car elle conduit à une perte d'eau par une évaporation et une transpiration supérieures au taux de précipitations (PRAKASH et al., 1986).

ABROL et INGRAM, en 1997, rapportent que la sécheresse affecte les zones arides et semi-arides caractérisés par des pluies rares, irrégulières, et par des températures souvent élevée provoquant l'évaporation de l'eau, Et en conséquence la Salinisation des sols (CHEVERY et ROBERT, 1993), rend la sécheresse susceptible de compromettre le rendement de la production agricole (LEVIGNERON et al., 1995).

Pour s'adapter à la sécheresse, les plantes se manifestent selon plusieurs méthodes :

- ✓ Une diminution de surface foliaire, exemple chez le haricot avec une diminution de 20% à 40% (MEIRI et POLJAKOFF MAYBER, 1970).
- ✓ Une réduction du nombre de feuilles (HAMZA, 1977).
- ✓ Un raccourcissement des entre-nœuds et une diminution de leurs nombres (WAISEL, 1972).

Cependant, les plantes doivent développer d'autres mécanismes d'adaptations face à un second facteur qui s'ajoute à la sécheresse et diminue les chances de la survie des plantes, c'est la salinité qui, surtout dans les régions arides et semi-arides, impose la disparition des espèces végétales (UNGAR 1967).

Les caractéristiques des sols salés représentent essentiellement des teneurs en sels solubles et en particulier le sodium et le chlore, leur présence dans la solution du sol à l'état sec provoque l'apparition d'une structure à capacité excessive (YOUCEF, 1988) et selon BEKKOUCHE (1992), la salinité semble modifier l'épaississement des parois des cellules des vaisseaux du xylème primaire et des fibres cellulosiques péri cylindriques de la tige principale. Mais malgré tout ce que la salinité a comme conséquences négatives qui menacent plusieurs espèces végétales, des stratégies et des méthodes d'adaptations ont été développées au niveau de la plante afin d'assurer la survie des individus de la même espèce.

En 1992, CHRETIEN montre que le métabolisme de la plante dans les milieux fortement salés est lié :

- A une résistance de la plante à la déshydratation.
- A une adaptation de son potentiel osmotique afin de rétablir les relations hydriques.
- A une alimentation en eau convenable.
- A un contrôle efficace des flux ioniques intra tissulaires et intracellulaires.

En tenant compte du flux croissance ou de mortalité des plantes en fonction du degré de salinité du milieu de culture, une classification des végétaux s'établit selon leur résistance et/ou leur tolérance. Cette classification permet de regrouper les espèces végétales en halophytes et glycophytes :

- Les glycophytes, regroupant la grande majorité des espèces végétales caractérisées par une croissance ralentie quand la salinité du milieu externe dépasse 100 mM pour devenir létale à partir de 300 mM (GREENWAY et MUNNS, 1980).

Cette sensibilité au sel peut avoir comme conséquences de garder le sodium et le chlore hors du cytoplasme (FLOWERS et al., 1977), OSMAND (1976) ; sauf que certaines glycophytes montrent que réponse de croissance favorable au sodium sous les conditions où le potassium n'est pas limité (MARSHNER et POSSINGHAM, 1975).

- Les halophytes, supportant des teneurs en sels jusqu'à 7 fois plus élevées et dont la croissance est stimulée par des concentrations salines entre 200 et 500 mM (FLOWERS et al., 1977).

## 9-2-Le statut hydrique de la plante :

### a-Perte graduelle en eau(R.W.L) :

la plante peut limiter les pertes en eau en fermant ses stomates. Cette adaptation implique ainsi une réduction de la photosynthèse ; un autre mécanisme de réduction des pertes en eau consiste à une inhibition des surfaces foliaires transpirantes (BLUM, 1988). (CLARKE et al., 1989) qui relie directement la perte en eau à la surface foliaire avec un coefficient de corrélation de 0,90 plus la surface est large, plus la perte en eau augmente (BRINIS, 1995). En effet, le taux de déperdition d'eau a été proposé par plusieurs auteurs comme test de criblage pour l'adaptation à la sécheresse (BEGG et TURNER, 1976).

D'autre part, la transpiration épidermique ou la perte graduelle en eau (R.W.L) est définie comme le taux de transpiration dans le cas d'une ouverture minimale

- Des stomates, et peut être ainsi considéré comme l'un des critères intéressants de sélection pour l'adaptation à la sécheresse. Les espèces les plus adaptées aux environnements secs révèlent un moindre taux de déperdition d'eau que celles adaptées aux conditions favorables (LACHER, 1980).

**b-Teneur relative en eau (T.R.E) ou turgescence cellulaire (R.W.C) :**

La teneur relative en eau figure parmi les différents critères d'évaluation de la tolérance à la sécheresse proposée par CLARKE et MC CAIG (1982). Ces auteurs montrent que les variétés de blé qui ont une TRE importante sont les plus tolérantes à la sécheresse. Ce test est considéré comme un meilleur indicateur de l'état hydrique et du potentiel foliaire (SINCLAIR et LUDLOW, 1985).

Le T.R.E est liée au volume cellulaire et aux taux de transpiration (SCHONFELD et al., 1988).

Aussi, les différents mécanismes liés au maintien de la turgescence avec une diminution du potentiel hydrique (avec maintien du potentiel de turgescence) sont aussi liés à l'accumulation de divers solutés osmo régulateurs. Ces substances sont principalement des aminoacides, des acides organiques (PEARSON et STEWART, 1986, et les sucres solubles (MORGAN, 1984).

**C-Pompe à ions et osmo régulation :**

Par la présence de pompe à ions, de différents mécanismes d'élimination des ions salins et d'un faible potentiel osmotique, quelques plantes ont une grande tolérance par rapport aux autres plantes à de grandes concentrations de sels contenues dans le sol.

Le sodium, métal alcalin, constitue l'élément prédominant dans les sols salés saturés en sels solubles qui se forment dans toutes les zones mal drainées, comme par exemple les marais salants. La concentration du sodium dans les sols, au de-là de quelques parties par mille, interdit le développement normal de la plupart des espèces végétales (DEVLIN et WHITAM, 1983).

Dans un tel environnement, la solution autour des racines des plantes est plus concentrée en ion sodium (potentiel osmotique faible) qu'au niveau des cellules de la plante, causant un mouvement vers l'extérieur des racines par osmose (perte d'eau). Si la plante est capable d'absorber de l'eau, elle fera face à un autre problème d'augmentation du taux d'ions sodium à l'intérieur des cellules racinaires. De plus, le sodium peut prendre la place des ions potassium lors de l'entrée dans l'organisme

ceux-ci sont des nitrimes importants pour la plante et essentiel au fonctionnement des enzymes, donc un autre inconvénient pour la plante (LORD, 1989).

Les plantes halophiles sont celles qui présentent diverses adaptations leurs permettant de pallier des concentrations excessives en sel et d'autres éléments alcalins ou alcalino-terreux.

Les adaptations peuvent varier d'une plante halophiles à l'autre :

D'abord, dans plusieurs plantes halophiles, une pompe à ions  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  joue un rôle majeur dans le maintien d'une faible concentration de sodium dans le cytoplasme des cellules racinaires des plantes et d'un apport suffisant de potassium pour le bon fonctionnement de celles-ci.

Pour un grand nombre de plantes halophiles, ce transport actif du sodium à l'extérieur de l'organisme se traduit au niveau des vacuoles qui sont de vrais entrepôts d'ions. Ces pompes opèrent dans la membrane vacuolaire au niveau des racines et diminuent la concentration des ions alcalins dans le cytoplasme des cellules de la plante (RAMADE, 1984).

Il faut mentionner que les plantes halophiles possèdent un potentiel osmotique (représentant l'effet de la concentration des ions sur le potentiel hydrique) beaucoup plus petit que rencontrées chez les autres plantes (-200 bar vs -20 bar). Ce phénomène a pour effet de jouer sur la capacité des plantes, à soutirer l'eau dans le sol où, le potentiel osmotique est très bas, donc plus la pression osmotique de la plante est négative, plus cette plante a des capacités à absorber l'eau d'un sol non favorable.

Pour résumé, ce phénomène d'osmo régulation se fait grâce à des pompes à ions qui rejettent les ions sodium à l'extérieur tandis que l'eau nécessaire à la plante reste à l'intérieur de la plante et est acheminée partout dans la plante. De plus, le potassium entre dans la plante et joue un rôle important dans le contrôle des enzymes. Aussi, le faible potentiel osmotique maintenu par les plantes halophiles leur permet d'absorber l'eau d'un sol très concentré, c'est essentiel pour leur survie (RAVEN al al., 1992).

L'osmo régulation apparaît aujourd'hui comme un mécanisme majeur d'adaptation car elle maintient de nombreuses fonctions physiologiques (photosynthèse, transpiration, croissance). Elle peut intervenir à tout stade de

developpement, et non caractère inductible suggere qu'il n'a pas (ou peu) d'incidences sur le rendement potentiel (GAUDILLIERE et BARCELO, 1990).

### **D-activité photosynthétique :**

la photosynthèse est la fonction fondamentale de la vie de la plante est source de production végétale. Elle correspond à la fixation et à l'incorporation du CO<sub>2</sub> de l'air dans des chaines carbonées en présence d'eau et de lumiere (BENLARIBI, 1990).

Les plantes autotrophes chlorophylliennes ont en effet, la capacité de capter de l'énergie solaire et de la stocker sous forme d'énergie chimique, cette conversion est assurée par le centre photochimique.

En cas de secheresse, l'activité photosynthétique diminue à cause de la fermeture des stomates, aussi par des facteurs non stomatiques (BAMOUM, 1997).

GAUSLING., (2000) signale qu'en cas de déficit hydrique l'activité photochimique de la membrane thylakoidienne est rapidement inhibée, plus précisément il se produit un changement dans l'interaction protéine lipide du PSII (photosynthèse II), entraînant une moins grande résistance. De même, (RAISON, 1986) est signalé une perturbation de transfert d'électrons en mesurant l'amplitude de fluorescence variable .

Selon ZHANG et DAVIEDS, (1987), la réduction de la photosynthèse en cas de stress hydrique est due non seulement à l'augmentation de la résistance aux échanges gazeux ;mais aussi à l'alteration des réactions sombres et lumineuses de la photosynthèse . Ainsi, plusieurs facteurs modifient l'intensité de la photosynthèse à des degrés divers :

- L'ouverture des stomates influe sur la pénétration des gaz aussi bien lors de la respiration, de la transpiration que lors de la photosynthèse.
- La fermeture n'est limitée que si elle est assez importante et si l'éclaircissement est intense.
- La teneur en eau des tissus agit sur l'ouverture des stomates.
- La teneur en glucides des tissus assimilateurs.

Pour que la photosynthèse se maintienne active, il est nécessaire que les glucides, la substances organique en général synthétisée soient assimilés. Tous ces processus qui bloquent l'utilisation des glucides réduisent la photosynthèse (BENSEDDIK, 2000).

### **10-Les conséquences de la salinisation des sols :**

Avec le développement des sciences de l'environnement, une large gamme d'effets négatifs de la salinisation sur la fonction biologique de l'environnement, incluant le déclin de la capacité à assurer la vie et la biodiversité ont été identifiés.

Des changements environnementaux préjudiciables dans différentes parties du monde conduisent à accorder une attention soutenue à de nouveaux problèmes, par exemple selon Cheverry (1995) :

- les relations entre la salinisation et la désertification.
- Le croisement des problèmes de salinité/alcalinité avec ceux de la pollution du sol et de l'eau.
- L'accumulation simultanée de sels solubles et d'éléments potentiellement toxiques.
- La Salinisation des ressources en eau conduisant à l'utilisation d'eaux polluées (eaux usées, eaux de drainage) pour l'irrigation.
- Les changements défavorables de la qualité des nappes phréatiques liés à l'exploitation de ces nappes.
- Les changements défavorables des propriétés physiques/hydrophysiques du régime hydrique et du bilan de l'eau.

Et d'après IPTRID (2006) la salinisation entraîne aussi :

- Un accroissement de la pression osmotique qui rend l'eau plus difficilement mobilisable par les plantes.
- Une toxicité de certains ions pour les végétaux ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Na}^+$ , etc).
- Une dégradation du sol (modifications de l'état structural, diminution de la conductivité hydraulique etc).

Halitim et Daoud (1994) signalent que le développement de l'irrigation, s'il constitue un espoir pour les régions arides, se traduit souvent par une remontée du niveau de la nappe superficielle et par une augmentation de la salinité.

La tolérance des plantes à la conductivité électrique est plus élevée sur les sols gypseux que sur des sols non gypseux (Breistan, 1987 in Guessoum, 2001).

La salinité limite la croissance et la production des plantes par accumulation d'ions toxiques (sodium et chlorure) dans les feuilles, ions capables d'inhiber l'activité enzymatique et le métabolisme des plantes, par exemple: l'activité photosynthétique.

La salinité du milieu induit aussi un stress supplémentaire lié à la diminution de la pression osmotique du sol. L'eau du sol devient alors moins disponible même si la nappe est affleurant d'où l'apparition d'un déficit hydrique qui modifie le potentiel hydrique foliaire et la transpiration des plantes (Maguy, 2007).

## **11-Les marqueurs de la résistance à la salinité**

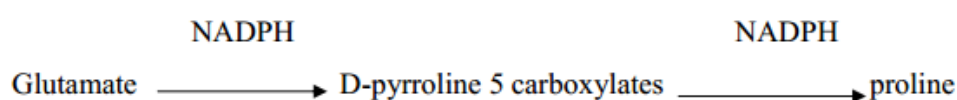
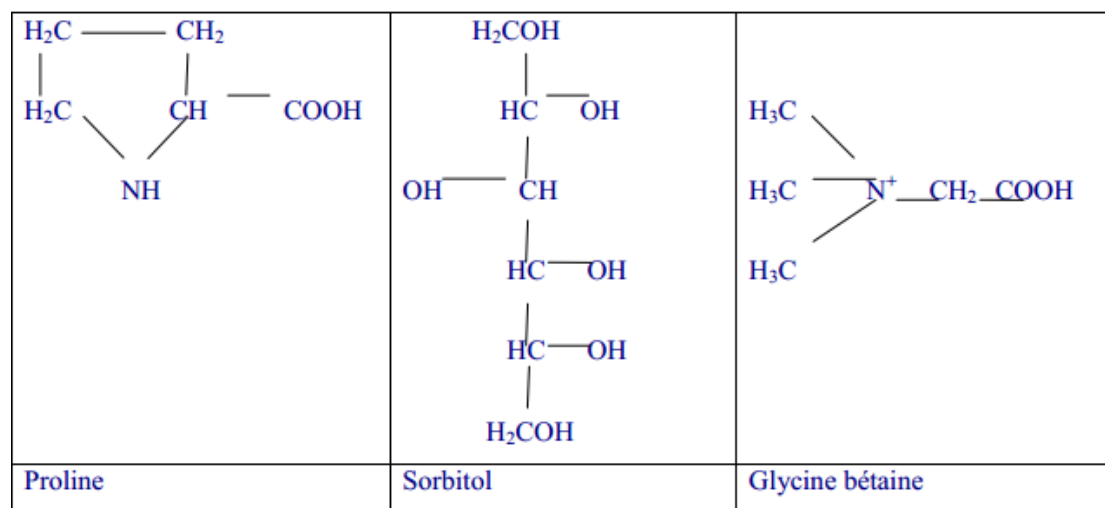
### **1-La proline :**

Une autre réponse forte que de nombreuses plantes, apportées aux stress hydrique, consiste en une diminution du potentiel osmotique, provoquée par l'accumulation de solutés. Ce processus est appelé ajustement osmotique. Alors qu'une certaine augmentation de la concentration en solutés est considérée comme résultant de la déshydratation de la cellule et de la diminution de son volume l'ajustement osmotique se rapporte spécifiquement à une augmentation nette de la concentration de solutés stress. Les solutés qui participent à l'ajustement osmotique, comprennent une série d'ions inorganiques (particulièrement  $K^+$ ), des glucides et des acides aminés.

La proline est un acide aminé particulièrement sensible au stress. Un grand nombre de plantes synthétisent dans leurs feuilles de la proline à partir de glutamine. Le rôle joué par la proline a été montré lors d'expériences menées sur des cultures de cellules de tomates. Des cellules soumises à un stress hydrique (osmotique) par une exposition à des concentrations hypertoniques de polyéthylène glycol (PEG) répondent d'abord par une perte de turgescence puis par une rapide accumulation de proline. Cependant au fur et à mesure de l'accumulation de proline, la turgescence réapparaissait (HANDA et al., 1986).

Le proline, un polyalcool, et la bétaine (N, N, N-triméthyle glycine) sont d'autres solutés qui s'accumulent communément. La majeure partie de solutés associés à l'ajustement osmotique ont en commun la propriété de ne pas s'interférer de façon importante avec les voies métaboliques normales (WILLIAM, 2003)

La proline est synthétisée à partir de l'acide glutamique, une réaction qui se déroule entre  $\gamma$ -carboxyle du glutamate et la molécule d'ATP pour former l'acyle phosphate et donne  $\gamma$ -glutamyl phosphorique, acide qui se cyclera en dégageant une molécule d'H<sub>2</sub>O et forme de D pyrroline carboxylique qui se cyclera à son tour avec une molécule NADPH et donne la proline (STRYER, 1992 ; TAYLOR, 1996).



**Figure n° 02 :** voie de synthèse de la proline

L'accumulation de la proline consécutive à la sécheresse serait à la fois la résultante d'une diminution de la synthèse protéique (STEWART et BOGGESS, 1978), d'une inactivation des réactions d'oxydations conduisant à la formation d'acide glutamique (STEWART et al., 1977), d'une reconversion en proline des produits d'oxydation.

**2- Les sucres :****a- Notion de sucres solubles :**

Les sucres solubles dans l'eau constituent une source rapidement métabolisable et couvrent les besoins immédiates de la plante. Ce sont des intermédiaires métaboliques qui sont également une forme de transport et qui peuvent être dans certains cas considérés comme forme de stockage. Ainsi le saccharose, sucre soluble majoritaire dans la plupart des espèces contribue également au stockage hivernal en l'accumulant dans les vacuoles. Son accumulation est initiée par une baisse des températures hivernales et contribue à augmenter la résistance au froid (PALONEN, 1999). La température de congélation s'abaisse suite à l'augmentation de pression osmotique sur robinier (SIMINOVITCH, 1953) sur peuplier (SAUTER et KLOTH, 1987) donnant au sobitol un rôle cytoprotecteur des membranes et des protéines cellulaires.

Les autres sucres (glucose, fructose et maltose) peuvent être considérés comme des métabolites intermédiaires à durée de vie relativement courte chez des arbres jeunes (sans fruit); leur importance pondérale est négligeable à l'exception du maltose, en quantité assez importante par l'hydrolyse des dextrines (BAILEY et al., 1957).

**b-influence du potentiel osmotique sur la teneur solubles :**

La diminution du potentiel osmotique conduit à une accumulation de sucres solubles dans les feuilles, étroitement dépendante de la teneur en amidon tandis que la quantité du glucide solubles dans les racines est inversement à celle des feuilles.

D'après (HENIN, 1976 ; HSIAO et al., 1976), l'abaissement du potentiel osmotique conduisait à l'augmentation dans les feuilles, non seulement de l'activité spécifique des ribonucléase et phosphatase acides, mais aussi du taux spécifique de sucres solubles.

Depuis les travaux de WYN-JONES et al.,(1977) il était connu que, dans des conditions de sécheresse, la teneur en hexoses s'augmentait dans les feuilles de cotonnier, tandis que celle de l'amidon se diminuait. Les auteurs admettaient que la sécheresse réduisait l'utilisation des glucides par la plante plus qu'elle ne diminuait la photosynthèse. Le même point de vue était tenu par NENIN, (1976) ; le transfert des

glucides en dehors de la feuille était considéré comme une condition nécessaire à l'obtention de rendements photosynthétiques élevés (HANNANA et al., 1995).

L'accumulation, due à la sécheresse, de glucides dans les feuilles paraît varier avec l'espèce étudiée (MUNNS, 1981 ; HENIN, 1976 ; HSIAO et al., 1976). Dans les plantes extrêmement résistantes comme *larrea tridentata*, une quantité plus réduite de glucides solubles paraît caractériser les écotypes les plus adaptés à la sécheresse (MONNEVEUX et NEMMARBURT, 1986).

A partir des feuilles les glucides seraient transférés sous la forme de saccharose d'après les travaux de (HENIN, 1976 ; et MONNEVEUX ET NEMMAR, 1986).

# *Chapitre III*

*La Plante : la fève*

*(Vicia faba L)*

## Chapitre III

---

### Généralités :

Les légumineuses comptent environ 700 genres et 17 000 espèces dans le monde: ce sont des plantes herbacées, des arbustes, des arbres ou des lianes. Leurs feuilles sont alternées composées, pennées ou palmées, et en générale pourvu de stipules. Formées d'un calice gamosépale souvent bilabié et d'une corolle dite papilionacée parce que sa forme rappelle celle d'un papillon, leurs fleurs, hermaphrodites, sont surtout zygomorphes et en général pentamères. La corolle, qui du reste ne présente pas ce type de structure dans l'ensemble de la famille, est formée d'un grand pétale supérieure, l'étendard, de deux pétales latéraux parallèles, les ailes, et de deux pétales inférieurs, recourbés vers le bas, libres ou réunis par le bord inférieur de manière à former la carène qui renferme les étamines et le pistil. Les étamines sont au nombre de 10. Le fruit, issu d'un seul carpelle, est un fruit sec typique (BAHOUH, 1994).

A maturité, il peut s'ouvrir suivant une ou deux linges longitudinaux, mais parfois il ne s'ouvre pas du tout et est divisé en autant de loges qu'il y a de graines (dont les cotylédons sont riches en amidon).

Un autre caractère très important des légumineuses, mais surtout de celles qui sont herbacées, est l'existence d'une relation de symbiose entre les racines et des bactéries (*Rhizobium*) capables de fixer l'azote atmosphérique (JENEN, 1986).

Dans les conditions de faible disponibilité de l'azote minéral, les légumineuses sont a priori privilégiées puisqu'elles peuvent fixer l'azote atmosphérique. Cependant, la nutrition azotée des légumineuses étant d'abord assurée par la réduction du  $\text{NO}_3^-$  du sol, la fixation symbiotique prend, par la suite, la relève (OBATON et al., 1980). Le sel limite les deux voies d'alimentation azotées. Ce pendant les légumineuses dépendant uniquement du nitrate leur alimentation azotée tolèrent mieux la contrainte saline que celles utilisant l'azote fourni par la fixation symbiotique (TU J. C. 1981 ; LAUTER, 1981 ; SINGLETON, 1983).

## Chapitre III

### 1-Situation de la fève dans le monde et en Algérie :

La production mondiale de la fève sèche en graines en 2012 a atteint 4,2 millions de tonnes/an. Sur 2,5 millions d'hectares. Les principaux producteurs sont la Chine (1,4 millions de tonnes/an sur 953000 hectares), l'Éthiopie (944000 tonnes/an sur 574000 hectares), l'Australie (425 000 tonnes/an sur 160 000 hectares) et la France (273 000 tonnes/an sur 60 000 hectares). L'Afrique a produit en 2012 environ 1,5 millions de tonnes de fèves sèches. L'Éthiopie seule représente 62% de cette production suivie du Soudan et du Maroc par une production de 156 000 et 147 000 tonnes respectivement. La surface cultivée en Égypte est 127 000 hectares en 2000-2002, cette superficie est diminuée en 2010-2012 pour atteindre les 57 000 hectares, ce qui explique ainsi que la production au cours de la même période ont augmenté, passant de 144 000 tonnes avec une production de 67 000 tonnes à 155 000 tonnes produit sur 194 000 hectares. Cependant le rendement au Maroc est de 790 kg/ha et reste faible par rapport à l'Égypte dont le rendement est de 3 400 kg/ha (FAO, 2012).

Les données statistiques sur la superficie sur la production de la fève en Algérie pour la décennie 2001-2015 sont présentées dans le tableau suivant :

**Tableau n° 03** : Evaluation de la superficie et production de la fève et féverole en Algérie (FAOSTAT, 2015)

| Compagne agricole | Superficie (ha) | Production (qx) | Rendement (qx/ha) |
|-------------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| 2000/2001         | 31 416          | 211 760         | 6,64              |
| 2001/2002         | 33 565          | 228 880         | 6,82              |
| 2002/2003         | 34 028          | 306 810         | 9,02              |
| 2003/2004         | 36 767          | 320 450         | 8,72              |
| 2004/2005         | 35 031          | 268 330         | 7,66              |
| 2005/2006         | 33 537          | 242 986         | 7,25              |
| 2006/2007         | 31 284          | 279 735         | 8,94              |
| 2007/2008         | 30 688          | 235 210         | 7,66              |
| 2008/2009         | 32 278          | 364 949         | 11,31             |
| 2009/2010         | 27 782          | 366 252         | 8,93              |
| 2010/2011         | 27937           | 2 483 465       | 8,92              |
| 2011/2012         | 30 172          | 2 577 002       | 8,75              |
| 2012/2013         | 30 833          | 2 969 634       | 9,80              |
| 2013/2014         | 30 833          | 2 959 716       | 9,61              |
| 2014/2015         | 30 055          | 2 495 373       | 8,37              |

## Chapitre III

---

Il ne ressort de ces données que la superficie moyenne réservée pour la culture de la fève en Algérie est de 31747 ha, elle présente des variations d'une année à une autre, ce qui influe sur la production qui varie aussi, dont la moyenne de dix années est de 1087370 qx. Nous constatons également des fluctuations du rendement, qui présente une moyenne de 8,56qx/ha.

Le rendement maximal a été noté durant la campagne agricole 2008-2009 avec 11,31qx/ha, par contre le rendement minimal est enregistré durant l'année 2000-2001 avec 6,74qx/ha. Ces variations du rendement peuvent être expliquées, par la mauvaise conduite des cultures ainsi que les conditions climatiques.

### **2-L'origine et évolution :**

La fève aurait cultivée dès la fin du néolithique, elle a constitué durant toute l'antiquité et le moyen Age, une base alimentaire importante jusqu'au développement du haricot et de la pomme de terre (Hullé et al ., 1999).

D'après Saxena (1994), la fève a été domestiquée très tôt dans le monde. Bien que son origine ne soit pas encore claire, il a été longtemps pensé qu'elle était originaire de la méditerranée ou de l'Asie de l'Oest. D'autres auteurs comme Nuessly et al. (2004); Mikic (2011), la considèrent originaire d'Asie centrale).

Cependant, de récentes découvertes archéologiques à Tell el-kerkh dans le Nord-Ouest de la Syrie ont montré que la fève daterait de la fin du 10ème millénaire avant Jésus-Christ, ce qui indique que le Sud-Ouest de l'Asie est le principale centre d'origine et de diversité de *V.faba L* (Duc et al ., 2010).

Selon Cubero (2011), le centre d'origine de *V.faba L*, serait le Proche-Orient, cette plante aurait été disséminées d'abord vers l'Europe centrale et la Russie puis vers l'Est de la méditerranée et à partir de l'Egypte et les cotes Arabes vers l'Abyssine puis de la Mésopotamie vers l'Inde et la Chine. Au cours du 16èmes siècle, la culture de la fève a été introduite en Amérique par les Espagnoles et vers la fin du 20 siècle, elle a réussi à atteindre l'Australie.

La forme ancestrale de *V.faba L*, est inconnue, mais le plus proche parent sauvage de la fève est supposé être l'espèce *Vicia pliniana* d'Algérie (Duc et al., 2010).

### 3-Taxonomie et caractéristique botanique :

#### 3-1-Description botanique de la fève :

La fève est une plante diploïde ( $2n = 12$  chromosomes) et partiellement allogame (Wang et al., 2012). Elle est formée d'un appareil végétatif et d'un appareil reproducteur. L'appareil végétatif comprend : les racines, la tige et les feuilles quand son appareil reproducteur, il est formé par les fleurs qui sont l'origine des fruits et des graines.

#### 3- 1-1-Les racines :

Selon Duc (1997), le système racinaire de *V. faba* L, est formé par une racine principale pivotante et des racines secondaires portant des nodosités contenant des bactéries fixatrices d'azote (*Rhizobium leguminosarum*).

D'après Chaux et Foury (1994), le système raculaire de la fève peut s'enfoncer jusqu'à 80 cm de profondeur, les nodosités sont abondantes dans les 30 premiers centimètres.



**Figure 03:** les racines de la fève *Vicia faba*.

(<https://www.fotosearch.fr>)

### 3-1- 2- La tige :

La tige est simple, dressée, creuse, de section quadrangulaire, sa hauteur est généralement comprise entre 0,80 à 1,20 m (Chaux et foury, 1994). La tige est pourvue d'un ou plusieurs rameaux la base et présente un type de croissance indéterminé (Duc, 1997 : Brink et Belay, 2006).

### 3-1-3- Les feuilles :

Les feuilles sont alternes, composées-pennées, constituées par 2 à 4 paires de folioles ovales, mucronées, sans vrille, de couleur vert glauque ou grisâtre. Les stipules bien visibles en forme dentées (Chaux et Foury, 1994).



**Figure 04** : les feuilles de la fève.

*(<https://www.fotosearch.fr>)*

### 3-1-4- Les fleurs :

Les fleurs sont de type papilionacé, de 2 à 3 cm de long, de couleur blanche, marron ou violette et portent sur chaque aile une macule noire ou marron (Duc, 1997).

L'inflorescence est en grappe axillaire de 1 à 6 fleurs. Les fleurs sont constituées d'un calice à 5 sépales, d'une corolle blanche à pétales (la carène, les ailes et l'étendard), de 10 étamines dont 9 sont soudées et 1 libre. L'ovaire est supère et sessile avec 2 à 4 ovules allant parfois jusqu'à 9. La floraison débute en moyenne au niveau du 7<sup>ème</sup> nœud et continue jusqu'aux 20 nœuds suivants (Brink et Belay, 2006).

Girard (1990) rapporte qu'il n'y a pas d'inflorescence terminale ce qui fait que la floraison est en principe indéfinie.

La reproduction chez la fève peut être selon les lignées autogame ou allogame, mais l'activité de butinage des abeilles sur la fève assure une pollinisation croisée et améliore significativement la production de la plante par rapport à l'autofécondation (Benachour et al., 2007).

Selon Chaux et Foury (1994), la fève est allogame pour 40 à 60 % de sa floraison, la pollinisation est essentiellement assurée par les boudons, ce qui engagera à prendre des précautions dans le choix des produits de traitements effectués durant la floraison.



**Figure 05** : les fleurs de la fève.

(<https://www.fotosearch.fr>)

### 3-1-5- Les fruits :

Les fruits sont des gousses charnues qui peuvent avoir de 10 à 20 cm de long selon les variétés et contenir un nombre variable de graines (4 à 9). A l'état jeune, les gousses sont de couleur verte puis noircissent à maturité (Chaux et Foury, 1994). Les gousses sont pourvues d'un bec et elles sont renflées au niveau des graines (Brink Belay, 2006) et Belay, 2006)



**Figure 06 :** les fruits de la fève *Vicia faba*.

(<https://www.fotosearch.fr>)

### 3-1-6- Les graines :

Les graines sont charnues, de couleur vert tendre à l'état immature, elles développent, à complète maturité, un tégument épais et coriace de couleur brun rouge à blanc verdâtre et prend une forme aplatie à contour presque circulaire ou réniforme (Chaux et Foury, 1994).

Les graines possèdent un hile clair ou de couleur noire parfois entouré de taches de couleur marron (Duc, 1997).

Chaux et Foury (1994) rapportent que la faculté germinative de la graine peut se maintenir 6 à 10 ans et même au-delà et que la graine est à germination hypogée c'est-à-dire que les cotylédons restent en terre et c'est l'épicotyle qui émerge du sol.



**Figure 07 :** graines de *Vicia Faba* L.

(<https://www.fotosearch.fr>)

### 3-2-Position systématique de fève :

Les légumineuses alimentaires constituent une grande famille, avec quelques 690 genres et environ 18000 espèces, dont fait partie la fève qui est une plante herbacée annuelle, appartenant à celle des fabacées (Peron, 2006).

- La classification APGIII (2009), par les auteurs : Birgit Bremer et al .
- La classification APG IV (2016), par les auteurs : Jams W.Byng et al .

- Règne : *Plantae*
- Sous-règne : *Tracheobionta*
- Division : *Magnoliophyta*
- Classe : *Magnoliopsida*
- Sous-classe : *Rosidae*
- Ordre : *Fabales*
- Famille : *Fabaceae*
- Genre : *Vicia*
- Espèce : *Faba*

## Chapitre III

---

### **3-3-Cycle biologique :**

La fève est une plante annuelle, son cycle complet, de la graine à la d'environ 5 mois d'après (Brink et Belay, 2006), le développement de la fève est caractérisé par cinq principaux : germination et levée, développement végétatif, développement reproductif, sénescence de la gousse et sénescence de la tige.

### **4-Les différentes variétés de la fève (*V.faba*) présentes en Algérie :**

Il existe cinq variétés de fèves, et la féverole en Algérie, qui sont :

#### **A-La Séville :**

C'est une variété précoce à gousses longues, renferment 5 à 6 grains volumineux. Sa tige est d'une hauteur de 70 cm, se distinguant des autres variétés par la couleur de son feuillage, d'un vert assez franc (CHAUX et FOURY, 1994). Ses gousses présentent une largeur d'environ 3cm et une longueur de 25 cm (LAUMONIER, 1979).

#### **b-L'Aguadulce :**

C'est une variété demie précoce, très répandue en culture. Elle est caractérisée par une plante, de végétation haute de 1,10 à 1,20m .Elle possède des gousses de couleur vert franc, volumineuse et très longue, pouvant atteindre 20 à 25 cm renfermant 7 à 9 graines. C'est une variété très productive (CHAUX et FOURY, 1994).Elle est introduite, avec la Séville, d'Espagne (ZAGHOUANE, 1991).

#### **c- La Muchaniel :**

C'est une variété très précoce, elle a des gousses de couleur vert clair, de 20cm de longueur en moyenne, renfermant 5 à 6 grains blancs, elle est très productive (CHAUX et FOURY, 1994).

#### **d- La Sidi Moussa :**

## Chapitre III

---

Elle est sélectionnée à El-Harrach en 1965, elle est convenable à tous les sols, résiste aux maladies cryptogamiques (Botrytis), aux insectes (Aphis fabae), aux plantes parasites (Orobanche sp) et aux nématodes (ZAGHOUANE, 1991).

### **e-La féverole :**

Cette culture a été sélectionnée par l'homme au Proche Orient ou en Afrique (ANONYME, 2007). Elle possède un système racinaire très repoussant et structurant, et de surcroît l'une des plus performantes, en matière de fixation de l'azote (THOMAS, 2008).

Selon LEBRETON et al. (2009), la féverole, voir les repoussent et préfèrent les autres plantes, ce qui en fait une plante assez facile à installer et à réussir (THOMAS, 2008).

En Algérie, la seule variété de féverole cultivée est « Sidi Aich » (ZAGHOUANE, 1991).

### **5-Interet cultureux de la fève :**

#### **a-Agronomique :**

Comme toutes les légumineuses, l'espèce *Vicia faba* L., assure sa nutrition azotée par deux voies : l'assimilation de l'azote minéral du sol et la fixation symbiotique de l'azote atmosphérique. Cette aptitude à fixer l'azote atmosphérique limite l'utilisation des engrais azotés qui sont coûteux pour l'agriculture et néfastes pour la santé humaine et l'environnement (NOUAR, 2007).

Plusieurs études agronomiques, entre autres celles conduites à l'**ITAB** (Institut Technique de la Culture Biologique) et au CREAB MP (Centre Régional de Recherche et l'Expérimentation en Agriculture Biologique de Midi-Pyrénées) en France, affirment que l'espèce *Vicia faba* L. (fève ou féverole) est indifférente à la nature du précédent cultural. Ce qui la met, le plus souvent, en fin de rotation. Sa bonne utilisation de l'azote amène à privilégier des précédents à faibles restitutions et reliquats azotés. Par contre, elle est considérée comme excellent précédent cultural pour d'autres exigeantes en azote, telles que les céréales. Un intervalle minimal de 3 à 4 ans est recommandé entre deux cultures de cette espèce (PAPVC, 2009).

## Chapitre III

---

### **b-Ecologique :**

La fève est localisée dans l'étage bioclimatique de 250 mm de pluie, tolère bien le froid et les hautes températures (HERZOG.,1984 ;CARLU.,1952). Sa température optimale de pousse se situe aux environ de 20 °C (FOLTETE.,2010). La somme de températures nécessaires pour accomplir son cycle végétatif varie de 1900 à 2000°C (CARLU.,1952). La fève préfère les sols profonds,silico-argileux riches en matières nutritives et en humus (KOLEV.,1976).

Cette plantes a capables de s'adapter à des sols très pauvres, et très dégradés, ont donc un role améliorateur des sols, en plus d'un intérêt alimentaire (SINGH et JAUHAR.,2005).

La fève est très sensible a la pollution du sol, ce qui en fait un modèle végétatif utiliséen écotoxicologue dans un grand nombre d'étude (NOURI.,2012). La fève est on outre aussi employée pour étudier les réponces des marqueurs du stress oxydant (RADETSKI et al .,2004) ; et d'autre défenses antitixiques de la plante comme les phytochélatines (BERAUD.,2007).

### **c-Economique :**

La récolte mondiale des fèves s'élève à 4,75 millions de tonnes (FAO,1988), dont : fève verte (1,02 millions de tonnes) et fèves sèches (3,73 millions de tonnes).

### **d-Alimentaire :**

La fève rentre dans la ration alimentaire humaine (JOHNSTON et UZCATEGUI,1990) et animale (POLIGNANO et al.,1991) comme source de protéines végétales (25%)(AYKROYD et al .,1982).

Les fèves séchées sont toujours une des bases de l'alimentation en Orient et en Afrique du Nord. Elles furent , avant le haricot, le légume du cassoulet, il faut les faire tremper avant de les cuire. Elles s'accommodent comme les haricots secs.

La farine de fève est utilisée dans des recettes régionales. Son ajout, à celle de blé et de siegle, est autorisé à raison de 2% maximum dans la fabrication du pain. La farine de fève a une saveur prononcée de noisette et une texture onctueuse. Les

## Chapitre III

---

fèves sont cueillies avant maturité. Elles ont une gousse vert-pale et de petits grains.

La fève est une légumineuse riche en protéines végétales, en glucides, en vitamines du groupe B et en vitamine C. Elle l'est également en fibres : quelques fèves croquées en début du repas sont un excellent moyen de lutter contre la constipation. C'est l'un des légumes bénéfiques du régime méditerranéen.

La fève peut être consommée crue, mais sans la peau épaisse qui contient des tannins. En Espagne, elle entre dans la composition *faba*, une sorte de cassoulet. En Italie, on la cuisine *alla pancetta*, avec des oignons et du lard.

### **7-Contraintes de la culture de fève en Algérie :**

En Algérie la culture de la fève est soumise à un certain nombre de contraintes, qui limitent sa production, son développement et son extension. Ces contraintes sont résumées comme suit :

#### **7-1-Contraintes abiotiques :**

##### **7-1-1-Le froid hivernal et les gelées printanières :**

D'après MAATOUGUI (1996), c'est la principale contrainte dans la zone des Hauts Plateaux et les plaines intérieures, elle provoque la coulure des fleurs et la mortalité des plantes.

##### **7-1-2-La sécheresse terminale :**

La sécheresse, caractéristique structurelle du climat sur les hauts plateaux et les plaines littorales à sol léger, constitue le stress abiotique le plus important, pour l'instabilité et la production de la fève (EL BOUHAMDJ et SADIKI, 2002). Le faible rendement de la culture de cette espèce en Algérie est dû en grande partie à l'insuffisance des précipitations printanières et leur irrégularité (ZAGHOUANE et al., 2000), cette contrainte constitue un facteur limitant de la production dans les Hauts Plateaux et les plaines côtières, car la culture de la fève exige beaucoup d'eau (GERARD, 1990).

Selon GREEN et al. (1986), les rendements de la fève deviennent plus importants, en milieux irrigués.

## Chapitre III

---

### **7-1-3-La chaleur :**

C'est la plus néfaste surtout dans les zones Sahariennes, ainsi que dans les Hauts Plateaux et les plaines intérieures, dans le cas de ces dernières, c'est le Sirocco qui affecte la production de gousses et limite aussi la grosseur des graines (MAATOUGUI, 1996).

Les fortes chaleurs (au-dessus de 22-25°C de moyenne journalière) causent un arrêt de croissance, une chlorose et peuvent même anéantir complètement la végétation ; à un degré moindre, elles nuisent à la qualité du grain, le rendant précocement amer et farineux (CHAUX et FOURY, 1994).

### **7-1-4-La salinité :**

La salinité du sol est un facteur de stress osmotique très limitant pour les plantes (LAZREK et al., 2002). C'est une contrainte qui concerne notamment les zones Sahariennes, où les fèves sont irriguées avec des eaux assez chargées en Sodium. L'effet du sel sur les plantes et sur les propriétés physiques et chimiques du sol réduit la productivité (MAATOUGUI, 1996).

## **7-2-Contraintes culturelles et socio-économique :**

### **7-2-1-Les contraintes culturelles :**

Selon ZAGHOUANE (1991), les contraintes sur la conduite culturale des fèves en Algérie se caractérisent par :

- L'insuffisance de contrôle des mauvaises herbes.
- L'absence de mécanisation.
- L'indisponibilité de semences certifiées.
- Les prix exorbitants et l'indisponibilité des intrants, tels que : les fertilisants, les herbicides et les pesticides.

### **7-2-2-Les contraintes socio-économiques :**

## Chapitre III

---

La culture de la fève impose des charges de mains d'œuvre élevées, de plus, les prix à la production offerts aux agriculteurs étaient insuffisants pour que cette culture soit vue comme profitable, de même que très peu d'efforts financiers sont consentis pour cette culture par les agriculteurs qui en ont fait une culture marginalisée (Maatougui,1996).

### 7-3-Contraintes biotiques :

La fève est sujette à un très grand nombre de maladies cryptogamiques et aux attaques des ravageurs et parasites supérieurs .

#### ❖ Plante parasite « L'Orabanche » :

C'est une plante holoparasite sans chlorophylle, qui dépend entièrement de son hôte, pour réaliser son cycle biotique (KHARAAT,2002). Elle occasionne des pertes considérables, pouvant entraîner la destruction totale de la fève (KHARAAT et al.,2002 ;ABBES et al.,2010). Cette herbe parasite a des fleurs gamopétales et appartient à la famille des Orobanchacées (CLEMENT,1981). D'après HAMADACHE (2003), l'espèce la plus connue en Algérie est l'Orabanche spicieuse (*Orobanche crenata Forsk*).

Selon AIT ABDELLAH et HAMADACHE (1996), la fève émet des exsudats racinaires, favorisant la germination et la levée de la graine d'Orabanche à partir du mois d'avril. L'Orabanche émet aussi à son tour des suçoirs, au niveau de la racine de la fève et détourne la sève élaborée à son profit.

#### ❖ Maladies cryptogamiques :

Les principales maladies cryptogamiques qui affectent la fève sont :

- **La rouille** : causée par *Uromyces fabae*, elle se manifeste par la présence, sur les deux faces de la feuille, de nombreuses petites pustules pulvérulentes de couleur brun-roux, auréolées de vert clair (CHAUX et FOURY,1994). Elle constitue un facteur limitant pour la production des fèves dans plusieurs pays. En Algérie, les pertes de rendement en grains secs ont été estimées entre 15 et 20% (MESKINE et al.,2002).

- **Le botrytis** : la maladie des taches chocolatées causée par *Botrytis fabae*, est l'une des maladies les plus dévastatrices affectant la fève (ABOU-

## Chapitre III

---

ZEID,2002 ;STODDARD et al.,2010). Les premiers symptômes sont les taches foncé-brunes invisibles, entourées par un anneau orange-brun sur les feuilles, les fleurs et les tiges (STODDARD et al.,2010). RHAÏM rendement allant jusqu'à 100% lorsque les conditions favorables se prolongent.

- **L'antracnose** : causée par *Aschophyta fabae*, elle se manifeste par les petites taches claires, qui évoluent en grosses taches sur les feuilles. Cette maladie entraîne des dégâts dès la levée de la végétation et provoque aussi des tiges et des gousses (PLANQUAERT et GIRARD,1987). Elle provoque aussi des pertes en quantité et en qualité sur la fève.

### ❖ Sensibilité aux déprédateurs

- **Les nématodes :**

*Ditylenchus dipsci* est un nématode qui limite le développement de la culture de la fève (MAOUI et al., 1990). Il provoque le gonflement et la déformation de la tige avec la décoloration des différentes parties de la plante. Les nématodes peuvent rester sous le manteau de la graine en développement, tuent celle-ci ou réduisent au moins sa vigueur et causent la souillure (ABBAD ANDALOUSSI, 2001).

- **Les insectes :**

Quelques insectes attaquent les cultures des fèves et peuvent occasionner des dégâts considérables, les plus répandus sont :

**a-La sitone du pois** (*sitona lineatus lineatus*), est un charançon brun grisâtre, dont les adultes découpent des encoches en U sur bord des feuilles de la fève, et leur larves vivent sous et se nourrissent des nodosités fixatrices d'azote, sur les racines de la fève (AVERSENQ et al., 2008).

**b-Le puceron vert du pois** (*Acyrtosiphon pisum*), peut compromettre toute la récolte lorsque l'infestation survient avant la floraison. Il pompe la sève et cause des pertes de rendement non négligeables et peut même transmettre des virus, qui tuent complètement la plante (BOUHACHEM, 2002).

**c-Le puceron noir de la fève** (*Aphis fabac*), c'est un puceron piqueur suceur, il vit en colonies compactes, à l'extrémité des plantes de fève. Il provoque l'enroulement, le

## Chapitre III

dessèchement et la chute des feuilles (HAMADACHE, 2003). De plus, cet insecte peut transmettre plus de 30 virus pathogènes (BLACKMAN et EASTOP, 2007)

**d-Lixe poudreux des fèves** ( *lixux algerus*), ce charançon Curculionidae provoque l'affaiblissement de la plante, réduction du poids moyen des graines, ainsi que le dessèchement précoce et diminution du rendement (MAOUI et al., 1990).

**e-La bruche de la fève** (*B. rufimanus*), la femelle pond ses œufs sur les gousses et les larves de ce Coléoptère se développent aux dépens des graines, qui perdent leur pouvoir germinatif et leur poids (BOUGHDAD, 1994). La bioécologie de ce ravageur fait l'objet de cette présente «étude.

### 9-Propriété des fèves :

#### 1-Composition des fèves :

**Tableau n° 04:**composition de 100 g de partie comestible de graines mures crue de fève(<http://database.prota.org>)

|   | Eau en g | Protéines en g | Glucides en g | Lipides en g | Minéraux en mg                                | Vitamines   | acides aminés essentiels en mg  | principaux acides gras en mg                                      |
|---|----------|----------------|---------------|--------------|---|---|---|---|
| Composition des graines de fèves par 100 g de partie comestible | 11,5     | 26,1           | 58,3          | 1,5          | Ca 103<br>Mg 192<br>P 421<br>Fe 6,7<br>Zn 3,1 | A, B<br>Thiamine,<br>Riboflavine<br>Niacine ,<br>Folates,<br>Acide ascorbique | Tryptophane 247<br>Lysine 1671<br>Méthionine 213<br>Phénylalanine 1103<br>Thréonine 928<br>Valine 1161<br>Leucine 1964<br>Isoleucine 1053 | acide linoléique 581<br>acide oléique 297<br>acide palmitique 204 |

#### 2-Favisme :

## Chapitre III

---

Chez certaines personnes génétiquement prédisposées, qui vivent surtout dans la région méditerranéenne, la consommation excessive de graines de fève, surtout immatures, et même l'installation de pollen, provoque le favisme (une sorte d'anémie hémolytique résultant de l'accumulation de  $\beta$ -glycosidase (vicine et convicine) et de leurs aglycones chez des personnes dont les globules rouges ont une déficience de l'enzyme glucose-6-phosphate déshydrogénase)

Le favisme se traduit par un éclatement de globules rouges. Cet éclatement a pour conséquences principale :

- La diminution, parfois dramatique, de la capacité du sang à transporter l'oxygène, avec asthénie (fatigue) et pâleur.
- La formation de débris d'hématies qui peuvent entraver le fonctionnement de certains organes comme les reins.
- Une jaunisse ou ictère causés par la dégradation de l'hémoglobine contenue dans les globules rouges.

Cette anémie peut être de gravité variable et nécessiter des soins intensifs ou peut se réparer spontanément en quelques jours grâce à la synthèse de nouveaux globules rouges par la moelle osseuse.

### **3- Caractéristiques médicinales des fèves :**

Les graines de fèves ont des effets réducteurs de lipides chez les humains et les rats. Les protéines isolées des graines ont fait ressortir une activité antioxydante.

L'agglutinine, une lectine extraite des fruits de fèves, peut ralentir la progression du cancer du colon.

*PARTIE*

*EXPERIMENTALE*

# *Matériel et Méthodes*

## Partie expérimental

---

### ➤ Objectif de l'étude :

Le présent travail a pour but d'étudier la tolérance vis-à-vis à la salinité sur les paramètres morphologique, physiologique et biochimiques chez la fève *Vicia faba*.L.

### ➤ Site expérimental :

Le travail a été réalisé sur un site expérimental qui se trouve au niveau de la serre d'une ferme expérimental du département de Biologie de l'université de Mostaganem situé à Mazagran environ de 5 km au nord-ouest de la ville de Mostaganem, cette serre est caractérisée par sa température contenue entre 15 et 20°C.



**Figure n° 08** : Site expérimental.

## Partie expérimental

---

### I-Matériels végétale :

Le matériel végétal utilisé a été la fève (*vicia faba* .L, variété super Aguadulce (eau douce en espagnol)), un cultivar de *vicia faba* major facile à se procurer en jardinerie et d'une bonne sensibilité aux polluants.



**Figure n° 09 :** Graines *Vicia faba* L.

### II-Méthode :

#### 1-Préparation des graines :

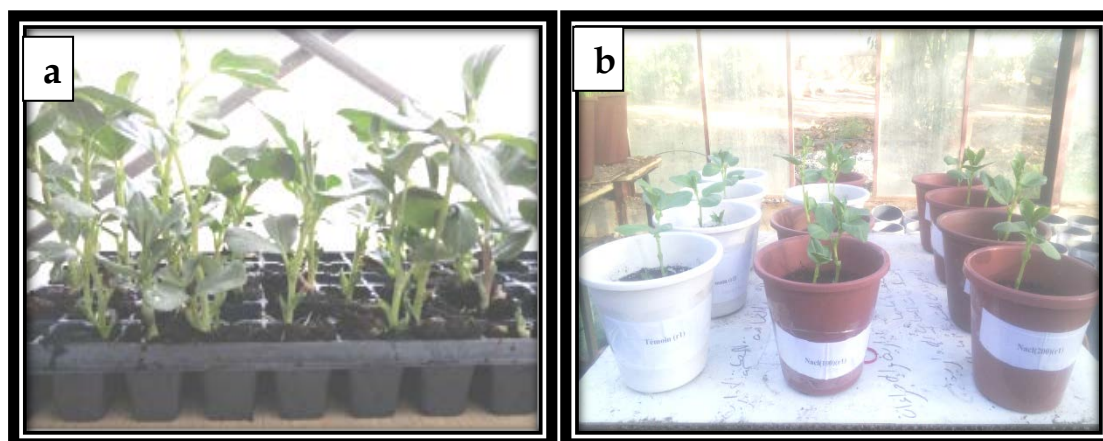
Notre expérience est menée dans une serre de physiologie végétale en condition non contrôlées (température, humidité, luminosité).

Les graines de *Vicia faba* L. sont sélectionnées rigoureusement en fonction de leur morphologie, leur taille, leur couleur et leur état sanitaire.

Ces graines de *Vicia faba* L , sont d'abord désinfectées dans l'eau de javel durant 05 mn puis rincées à l'eau distillée pendant 1 mn.

Ces graines sont semées dans des alvéoles ne contenant que du terreau puis sont arrosées à l'eau distillée (pendant 15 jours).Après germination des graines, les plantules sont repiquées dans des pots.

## Partie expérimental



**Figure n° 10 :** (a) : les plantules de vicia faba .L dans les alvéoles ; (b) : repiquage dans les pots. (Originale, 2018)

### 2-Préparation de la solution saline :

Les solutions salines sont préparées pour le protocole d'arrosage à partir d'une concentration de chlorure de sodium à 100 meq et 200meq.

**Tableau n 05 :** composition de la solution saline

|                  |      |      |
|------------------|------|------|
| <b>NaCl(meq)</b> | 100  | 200  |
| <b>NaCl(g/l)</b> | 5,85 | 11,7 |

Le chlorure de sodium : c'est un sel soluble dans l'eau et totalement dissociant en ( $\text{Na}^+ \text{Cl}^-$ ) il augmente la vitesse de l'absorption de l'eau dans les cellules dans les concentrations normales ,mais il devient toxique dans les concentrations plus élevés.

### 3-Préparation du substrat de culture :

Le sable utilisé dans la préparation du substrat est récupéré du bord de la plage de Abdelmalek Ramdan de wilaya de Mostaganem. Ce substrat présente l'avantage de se comporter comme un élément neutre par rapport à la terre.

Ce sable a subi plusieurs préparations pour son utilisation selon les étapes suivantes :

- ✓ Différents types de tamis sont utilisés afin d'éliminer les débris végétaux, animaux et gravier pour n'obtenir que du sable fin.
- ✓ Ce sable est lavé plusieurs fois à l'eau de robinet dans le but d'éliminer les sels.

## Partie expérimental

- ✓ Le sable est ensuite épandu dans la serre, sur du papier journal pour subir une phase de séchage complet.
- ✓ Après séchage, ce sable est lavé à l'esprit de sel pour éliminer les sulfates, carbonates,...etc
- ✓ Puis des rinçages répétés à l'eau déminéralisée pour éliminer le chlore.
- ✓ Un test confirmatif de la désalinisation du sable est réalisé par le nitrate d'argent.
- ✓ Le sable est ensuite épandu à l'air libre, sur une couche de papier journal pour subir un séchage naturel .Ainsi préparé, le sable constitue un support inerte à la plante, aère les racines et présente l'avantage de ne pas fixer les ions (DEMOLON, 1968).



**Figure n° 11 : (a ; b et c) : les étapes de la préparation du sable. (Originale, 2018)**

### 4-Préparation des pots :

Des pots en plastiques d'une capacité de 3Kg, d'un diamètre de 20cm et d'une hauteur de 30cm .dont le fond est tapissé avec du gravier afin d'assurer le drainage, ils sont remplis d'un substrat composé d'un mélange sable-terreau(1 volume terreau+ 2volumes de sable).Cette valeur de poids est retenue pour déterminer la capacité de rétention du substrat :cette caractéristique hydrique est nécessaire car elle permet le calcul des quantités de solution nutritive à apporter lors des arrosages, et est fonctions de la nature du substrat, de son poids dans le pots et de l'âge de la plante (BELKHODIA,1996)

Après la germination, les plantules sont repiquées soigneusement à raison d'une plantule par pot et irriguées à 60% de la capacité de rétention du substrat soit environ 250 ml de solution nutritive par pot déterminées après le calcul de leur capacité de rétention.



**Figure n° 12 :** préparation des pots. (Originale, 2018)

### **5-L'arrosage :**

L'irrigation est effectuée à l'eau distillée à la capacité de rétention qu'est déterminé par la différence entre la quantité d'eau apporté avant l'arrosage et celle récupéré après 24h de décantation (méthode adoptée par le laboratoire) soit 250 ml le volume d'arrosage calculé. L'arrosage est effectué 3 fois par semaines, 2 fois à l'eau déminéralisée et une fois à la solution nutritive de type (HOAGLAND et ARNON.,1938) diluée au 1/1000<sup>ème</sup> couramment utilisé au laboratoire de physiologie végétale.

## Partie expérimental

**Tableau n 06** : composition minérale de la solution nutritive Hoagland.

| Produit                        | Composition   | Poids en g/l |
|--------------------------------|---|--------------|
| Nitrate de potassium           | $\text{KNO}_3$  | 191,90       |
| Nitrate de calcium             | $(\text{KO}_3)_2\text{Ca}4\text{H}_2\text{O}$               | 129,80       |
| Nitrate d'ammonium             | $\text{NO}_3\text{NH}_4$                                    | 210          |
| Sulfate de magnésium           | $\text{SO}_4\text{Mg}7\text{H}_2\text{O}$                   | 61,5         |
| Phosphate monopotassique       | $\text{PO}_4\text{H}_2\text{K}$                             | 54,40        |
| Di-potassiumhydrogénophosphate | $\text{PO}_4\text{K}_2\text{H}_3\text{H}_2\text{O}$         | 34,23        |
| Chlorure de manganèse          | $\text{Cl}_2\text{Mn}4\text{H}_2\text{O}$                   | 1,80         |
| Sulfate de cuivre              | $\text{CuSO}_45\text{H}_2\text{O}$                          | 0,176        |
| Sulfate de zinc                | $\text{ZnSO}_47\text{H}_2\text{O}$                          | 0,219        |
| Acide borique                  | $\text{H}_3\text{BO}_3$                                     | 2,861        |
| Molybdate d'ammonium           | $\text{MO}_7\text{O}_{24}(\text{NH}_4)_7\text{H}_2\text{O}$ | 0,285        |
| Complexe ferrique              | $(\text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{FeN}_2\text{NaO}_8$       | 0,050        |

### 6-Application de stress :

Au 30 jours après le repiquage, nous avons appliqué le stress salin aux plantes. Se répartir en 03 traitements de 04 répétitions. Les plantes sont arrosées une fois aux différentes solutions salines à 60% de la CR.

- Les plantes témoins reçoivent la solution nutritive tous les deux jours jusqu'à deux semaines.
- Les plantes traitées sont stressées à NaCl 100 et 200 meq/l.

### 7-Prélèvement des échantillons :

Nous avons procédé au prélèvement des échantillons selon les étapes suivantes :

- ✓ Les plantes entières sont soigneusement prélevées, rincées à l'eau de robinet puis séchées rapidement à l'aide du papier Joseph.
- ✓ La partie aérienne est isolée de la partie souterraine
- ✓ Chaque échantillon est enveloppé dans du papier aluminium puis le tout est déposé dans une étuve réglée à 80°C durant 48 heures. Ensuite les échantillons sont mis dans des flacons fermés à l'aide d'un bouchon plasma, et placés au congélateur jusqu'aux analyses.

# Partie expérimental

---

## II-2-Les paramètres mesurés :

### 2-1-paramètres biomorphométriques :

#### *a-Détermination du nombre des feuilles :*

Le nombre des feuilles de chaque plante a été déterminé avant l'application de traitement salin et après une et deux semaines de stress salin.

#### *b- Hauteur de la tige (HT):*

La hauteur de la tige a été déterminée avant l'application de traitement salin et après une et deux semaines de stress salin. Exprimé en centimètres (Cm) ces mesures sont effectuées par règle graduée.

#### *c-Longueur racinaire (LR):*

La longueur des racines est mesurée après déterrement et exprimée en Cm.

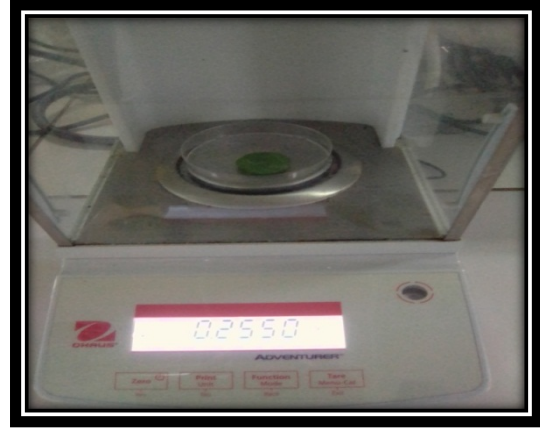
### 2-2-Paramètres physiologiques:

#### 2-2-1-La teneur relative en eau (RWC):

Est déterminée selon la méthode de (BARRS et WEATHERLEY.,1968 ;QSCIPPA).Le limbe foliaire coupé à sa base, est immédiatement pesé pour déterminer le poids frais (PF).Les feuilles sont ensuite placées dans un tube à essai contenant de l'eau distillée, puis maintenu à l'obscurité à 4°C pendant 12 heures .Ces feuilles sont récupérées et essuyées délicatement avec un papier buvard et pesées à nouveau pour déterminer le poids en pleine turgescence (Ppt). Le poids sec (PS) est déterminé après passage des feuilles dans une étuve pendant 48 heures à 80°C. La teneur relative en eau est calculée par la formule suivante proposée par BARRS et WEATHERLEY.,1962) adoptée plus tard par (SCIPPA et al .,2004).

$$\text{RWC (\%)} = \frac{(Pf - Ps)}{(Ppt - Ps)} \times 100$$

## Partie expérimental



**Figure n° 13 :** Dosage de teneur relative en eau (RWC) **Figure n° 14 :** le poids frais des feuilles.

### 2-3-Paramètres biochimiques :

#### 2-3-1-Concentration en pigment (Chlr.A, Chlr.B, Chlr.A+B, CRTN) :

Les teneurs en chlorophylle a, b et totale (mg/g PF) ont été déterminées selon la méthode de Torre cillas et al. (1984). Des feuilles d'environ 200 mg de poids frais sont pesées et mises dans 5 ml d'acétone concentrée (80%). Après un séjour de 72 heures à l'obscurité à une température de 4°C,

Les équations suivantes sont utilisées pour calculer les concentrations des chlorophylles et les caroténoïdes dans les feuilles (en mg/g MF) :

- Chlr.A =  $12,25 \times A663 - 2,79 \times A645$
- Chlr.B =  $21,50 \times A645 - 5,10 \times A663$
- Chlr.A+B =  $7,50 \times A663 + 18,71 \times A645$

$CRTN = (1000 \times A470 - 1,82 \times Chlr.A - 85,02 \times Chlr.B)/198.$ (Wang et al., 2010).

#### 2-3-2-La Proline (PRLN) (µg/g MS) :

La méthode utilisée pour doser la proline est celle de (Troll et Lindsley. 1955) modifiée par (Dreier et Goring. 1974), et ensuite par (Monneveux et Nemmar .1983).Elle consiste à prendre 100 mg du matériel végétal (1/3) médian de la feuille étandard. Puis à ajouter 2 ml de méthanol à 40% le tout est chauffé à 85°C dans un bain-marie pendant 60min. Après refroidissement, on prélève 1 ml d'extrait auquel on ajoute :- 1 ml d'acide acétique

## Partie expérimental

---

(CH<sub>3</sub>COOH) ;- 25 mg de ninhydrine (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>O<sub>4</sub>) et 1 ml de mélange contenant : 120 ml d'eau distillée ; 300 ml d'acide acétique et 80 ml d'acide orthophosphorique (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, d=1,7). le mélange est porté à ébullition durant 30 min, la solution vire au rouge, après refroidissement, 5 ml de Toluène sont rajoutés à la solution qui est agitée, deux phases se séparent (une phase supérieure et une phase inférieure).

Après avoir éliminé la phase inférieure, la phase supérieure est récupérée et déshydratée par L'ajout d'une spatule de Sulfate de sodium Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> anhydre. On détermine la densité optique à 528 nm.



**Figure n° 15 :** Dosage de proline.

### **2-3-3-Les sucres solubles (SS) (µg/g MS) :**

Les sucres solubles totaux (saccharose, glucose, fructose, leurs dérivés méthyles et les polysaccharides) sont dosés par la méthode de (Dubois et al, 1956). Elle consiste à prendre 100 mg de matériel végétal, dans des tubes à essai, on ajoute 3 ml d'éthanol à 80% pour faire l'extraction des sucres, puis on laisse à température ambiante pendant 48 heures. Au moment du dosage les tubes sont placés dans l'étuve à 80°C pour faire évaporer l'alcool. Dans des tubes en verre propres, on met 2 ml de la solution à analyser, on ajoute 1 ml de phénol à 5% ; on ajoute rapidement 5 ml d'acide sulfurique concentré 96% (d = 1,86) tout en évitant de verser de l'acide contre les parois de tube. On obtient, une solution jaune orange à la surface, on passe au vortex pour homogénéiser la couleur de la solution. On laisse les tubes pendant 10 min et on les place au bain-marie pour 10 à 20 min à une température de 30°C. A ce moment-là l'absorbance est lue à une longueur d'onde de 485 nm.

## Partie expérimental

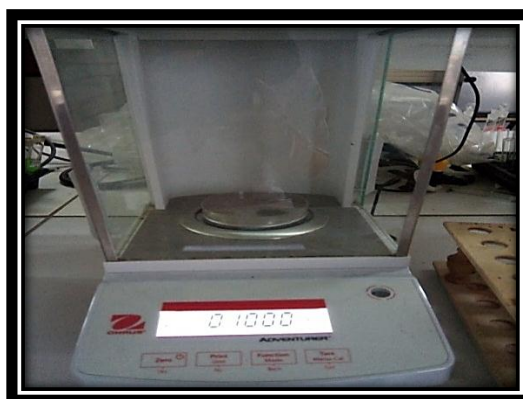
---



**Figure n° 16 :** Dosage de sucres solubles.

### **2-3-4-Taux de protéine totale ( $\mu\text{g/g MF}$ ) :**

La méthode retenue pour le dosage des protéines totales est celle de Brad Ford (1976) qui Utilisé la BSA (Sérum d'Albumine de Bovin) comme standard. Elle consiste à prendre 10 mg Du matériel végétal, chaque échantillon est broyé avec 5ml d'eau distillée puis filtré et versé dans un tube à essai contenant 5ml d'eau distillée. Pour le dosage on prend 0.2ml de réactif Brad Ford avec 0.2 ml de la solution à analyser et 1.6ml d'eau distillée (bien agiter au vortex). Parallèlement, il est préparé un essai de contrôle en utilisant 0.2ml d'eau distillée; après 5min à une heure on procède à la lecture de l'absorbance à 595nm.



**Figure n°17 :** Dosage protéine totale

### **III- Analyses statistiques:**

Tous les résultats obtenus ont été soumis à une analyse de variance (ANOVA) par le test NEWMAN-KEULS au seuil de 5% réalisée sur le logiciel STAT-BOX, version "A.6".Le logiciel EXCEL a été utilisé en vue de calcul de la moyenne et de l'écart-type pour l'établissement des graphes.

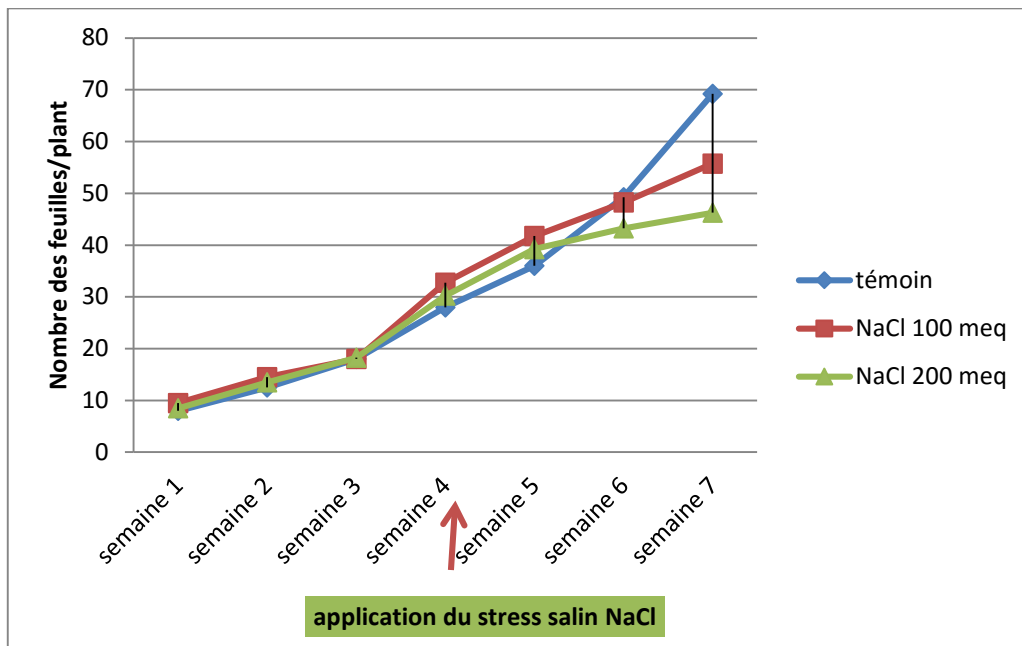
# *Résultat et Interprétation*

## RESULTATAT ET INTERPRITATION

### I-Interprétation du paramètre biométrique des plantes de la fève *Vicia faba*.L :

#### 1-Nombre des feuilles :

La figure 18 illustre le nombre de feuilles des plantes de la fève *Vicia faba* .L durant leur développement (repiquage, application de stress, et après l'application de stress salin NaCl).



**Figure n° 18 :** Nombre des feuilles des plantes la fève *Vicia faba* L mesurés avant et après l'application de stress.

Le résultat obtenu montre que le nombre des feuilles est identique (09 à 29) durant semaine 1, semaine 2, et semaine 3 selon le témoin et les traitements à 100 meq/l et 200 meq/l.

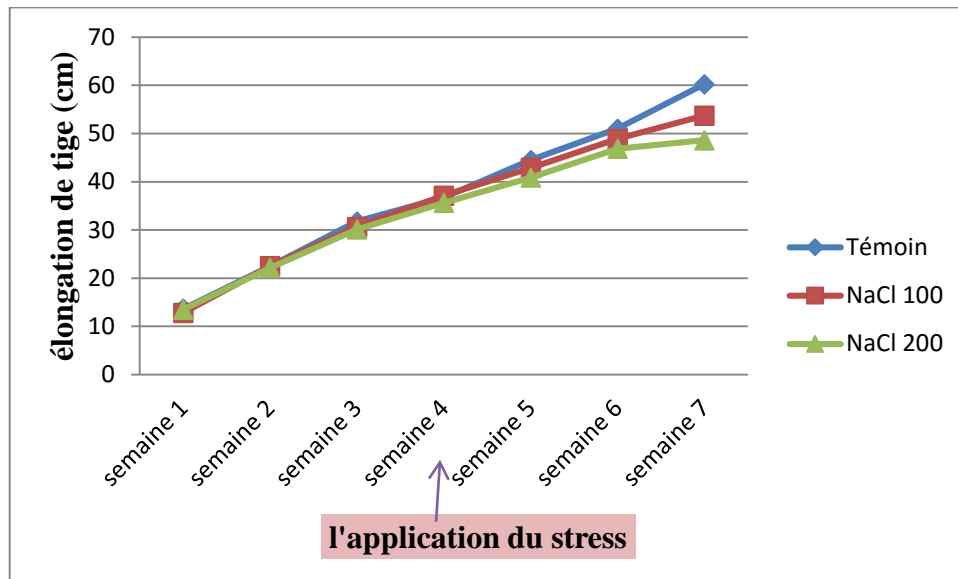
Le 4<sup>ème</sup> semaine en appliquant le stress salin (NaCl) à deux traitements (100meq/l, 200meq/l). La contrainte saline dans sa globalité n'a pas induit de grande différence au niveau de ce paramètre après une semaine de l'application de stress salin (28, 30 et 32 sont respectivement aux le témoin, 100meq/l et 200meq/l).

## RESULTATAT ET INTERPRITATION

Effet hautement significatif chez le traitement 200meq/l (46,25 par contre le témoin 69,25), et significatif chez le traitement 100meq/l (55,75 par contre le témoin 69,25), pour le nombre des feuilles de septième semaine.

### 2-Elongation de tiges :

La figure 19 représente élongation de tiges des plantes *Vicia faba*.L stressées par la salinité



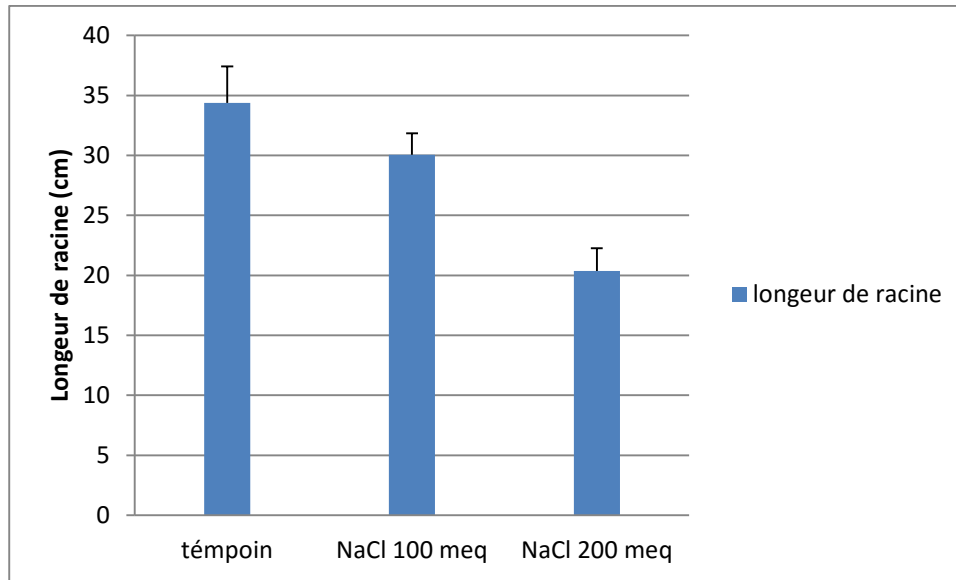
**Figure n°19 :** élongation de tiges des plantes la fève *Vicia faba* L mesurés avant et après l'application de stress.

Selon la figure 19 on remarque que la longueur de tige est presque identique(12-39) durant les quatre semaines (1,2,3,4), mais après une semaine de l'application de stress salin (NaCl) à deux traitement (100meq/l,200meq/l) on observe que la salinité n'a pas induit une grande différence à longueur de tige(44,5 ; 42,875 et 40,875 sont respectivement aux témoin, 100meq/l et 200meq/l).

Effet hautement significatif chez le traitement 200meq/l (48 par contre le témoin 60,25), et significatif chez le traitement 100meq/l (53,75 par contre le témoin 60,25), pour le nombre des feuilles de septième semaine.

## RESULTATAT ET INTERPRITATION

### 3-La longueur des racines :



**Figure n° 20 :** les variations des longueurs des racines chez les trois traitements de la fève.

D'après la figure 20, nous avons remarquées une variation claire de la longueur des racines entre les traitements. Enregistré les valeurs plus élevé (34 cm) chez le témoin, et les valeurs plus faibles chez le traitement 200meq/l (20 cm).

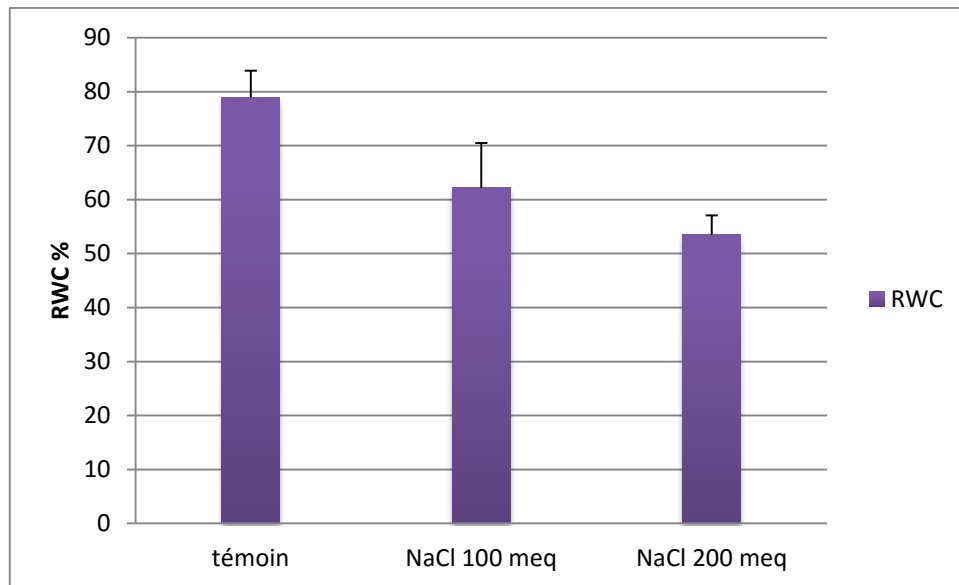
L'analyse de la variance a un critère de classification ( $p=0,00006$ ) montré qu'il y a une différence très hautement significative entre les traitements (témoin, 100meq/l, et 200meq/l). (Annexe, tableau n°01), et le test de Newman et keuls au seuil  $\alpha= 5\%$  fait ressortir trois groupements homogènes (annexe, tableau n°02). Le premier groupe A est dominant avec une valeur de  $34,375\mu\text{g/g}$  MF représenté par le traitement 200meq/l .Le deuxième groupe B est représenté par le traitement 100meq/l avec une valeur de  $30,05 \mu\text{g/g}$ , et le dernier groupe C qui représente par le témoin avec une valeur de  $20,375 \mu\text{g/g}$ .

## RESULTATAT ET INTERPRITATION

### II-Interprétations des paramètres physiologiques :

#### 1-Teneur relative en eau (RWC):

La figure 21 illustre les variations de teneur relative en eau (RWC) de la partie aérienne (feuille) chez *Vicia faba*.L traité avec NaCl au différent traitement (100 meq/l, 200 meq/l).



**Figure n°21:** l'évolution des moyennes (moyennes  $\pm$  écart-type) de la RWC % chez la fève en fonction de la dose du NaCl.

les résultats obtenus en figure 21, montrent que la teneur en eau la plus élevée est enregistrée chez les témoins avec une valeur maximale de 78,95%,Après l'application du stress salin nous avons observé une diminution de 16 et 25% respectivement sous l'effet de 100 et 200 meq/l de NaCl et nous avons remarqué dès que la concentration de NaCl augmente, la teneur relative en eau est diminué .

Dans la teneur en eau, L'analyse de la variance à un critère de classification ( $p=0,00068$ ) montre qu'il y a une différence très hautement significative (annexe, tableau 03) entre les différents traitements.

## RESULTATAT ET INTERPRITATION

**Tableau 07:** test statistique de signification de test de NEWMAN-KEULS - seuil = 5% des teneurs relative en eau des feuilles du plantes fève stressée à la salinité.

|       | Témoin       | NaCl 100 meq/l | NaCl 200 meq /l |
|-------|--------------|----------------|-----------------|
| RWC % | 78,959±4,923 | 62,209±8,271   | 53,517±3,574    |

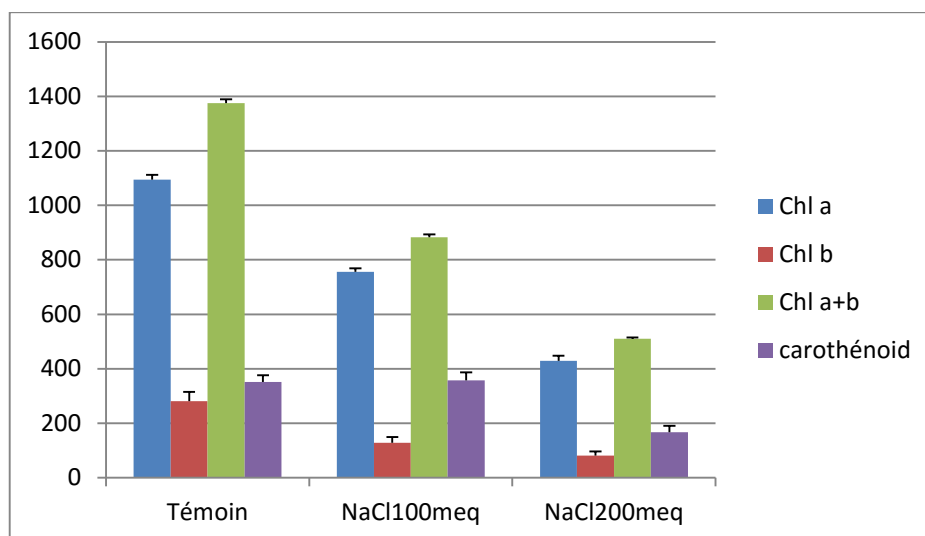
A partir de tableau les variations dans la teneur en eau est hautement significatif chez le traitement 200 meq/l (53,517µg/g par contre 78,959µg/g chez le témoin),et significatif chez le traitement 100 meq/l (62,209µg/g par contre78,959 µg/g chez le témoin) .

Le test de Newman et keuls au seuil  $\alpha= 5\%$  fait ressortir deux groupements homogènes (annexe, tableau 04). Le premier groupe A est dominant avec une valeur de 78,959µg/g MF représenté par le témoin. Le deuxième groupe B est représenté par le traitement 100meq/l et 200meq/l respectivement avec une valeur 62,209µg/g, 53,517µg/g, et l'effet entre eux (100meq/l, 200meq/l) est non significatif.

### I-Etude des paramètres biochimiques chez la fève *Vicia faba* .L :

#### 1-Teneur de la chlorophylle :

La figure 22 représente la teneur de chlorophylliennes (chl a, chl b, chla+b, et caroténoïde) des plantes *Vicia faba* .L stressées.



**Figure n°22 :** La teneur de la chlorophylle chez *Vicia Faba*.L traitée avec NaCl.

## RESULTATAT ET INTERPRITATION

---

### **a- La teneur de la chlorophylle a :**

les résultats obtenus en figure 22, montrent que la teneur de la chlorophylle a plus élevée est enregistrée chez les témoins avec une valeur maximale de 1094,328  $\mu\text{g/g}$ . Après l'application du stress salin nous avons observé une diminution sous l'effet de 100 et 200 meq/l de NaCl et nous avons remarqué dès que la concentration de NaCl augmente, la teneur de la chlorophylle a est diminué.

L'analyse de la variance à un critère de classification ( $p=0$ ) montre qu'il y a une différence très hautement significative (annexe, tableau 05) entre les différents traitements, et le test de Newman et keuls au seuil  $\alpha= 5\%$  fait ressortir trois groupements homogènes (annexe, tableau 06). Le premier groupe A est dominant avec une valeur de 1094,328  $\mu\text{g/g}$  MF représenté par le témoin .Le deuxième groupe B est représenté par le traitement 100meq/g avec une valeur de 755,399 $\mu\text{g/g}$ , et le dernier groupe C qui représente par le traitement 200meq/l avec une valeur de 429,275  $\mu\text{g/g}$ .

### **b- La teneur de la chlorophylle b :**

Les résultats obtenus en figure 22, illustré que la teneur de la chlorophylle b est plus élevée est enregistrée chez les témoins avec une valeur maximale de 281,056  $\mu\text{g/g}$

L'analyse de la variance à un critère de classification ( $p=0,00001$ ) montre qu'il y a une différence très hautement significative (annexe, tableau 07) entre les différents traitements, et le test de Newman et keuls au seuil  $\alpha = 5\%$  fait ressortir trois groupements homogènes (annexe, tableau 08). Le premier groupe A est dominant avec une valeur de 281,056  $\mu\text{g/g}$  MF représenté par le témoin .Le deuxième groupe B est représenté par le traitement 100meq/g avec une valeur de 127,826  $\mu\text{g/g}$ , et le dernier groupe C qui représente par le traitement 200meq/l avec une valeur de 81,093  $\mu\text{g/g}$ .

### **c- La teneur de la chlorophylle a+b :**

La teneur de la chlorophylle a+b démunie minimaux au niveau des feuilles des plantes traitées à 200 meq/l (510,369  $\mu\text{g/g}$ ) de NaCl par rapport le témoin (1375,384 $\mu\text{g/g}$ ).

## RESULTATAT ET INTERPRITATION

---

L'analyse de la variance à un critère de classification ( $p=0$ ) montre qu'il y a une différence très hautement significative (annexe, tableau 09) entre les différentes traitements, et le test de Newman et keuls au seuil  $\alpha = 5\%$  fait ressortir trois groupements homogènes (annexe, tableau 10), Le premier groupe A est dominant avec une valeur de 1375,384  $\mu\text{g/g}$  MF représenté par le témoin .Le deuxième groupe B est représenté par le traitement 100 meq/l avec une valeur de 883,226  $\mu\text{g/g}$ , et le dernière groupe C qui représente par le traitement 200meq/l avec une valeur de 510,369  $\mu\text{g/g}$ .

### **d- La teneur du caroténoïde :**

La teneur du caroténoïde démunie minimaux au niveau des feuilles des plantes traitées à 200 meq/l (166,596  $\mu\text{g/g}$ ) de NaCl par apport le témoin (356,98  $\mu\text{g/g}$ ).

L'analyse de la variance à un critère de classification ( $p=0$ ) montre qu'il y a une différence très hautement significative (annexe, tableau 11) entre les différentes traitements.

Et le test de Newman et keuls au seuil  $\alpha = 5\%$  fait ressortir deux groupements homogènes (annexe, tableau 12). Le premier groupe A est dominant avec une valeur de 356,98  $\mu\text{g/g}$  MF représenté par le témoin et avec le traitement 100meq/g, donc l'effet entre eux est non significatif. Le deuxième groupe B est représenté par le traitement 200 meq/l avec une valeur de 166,596  $\mu\text{g/g}$ .

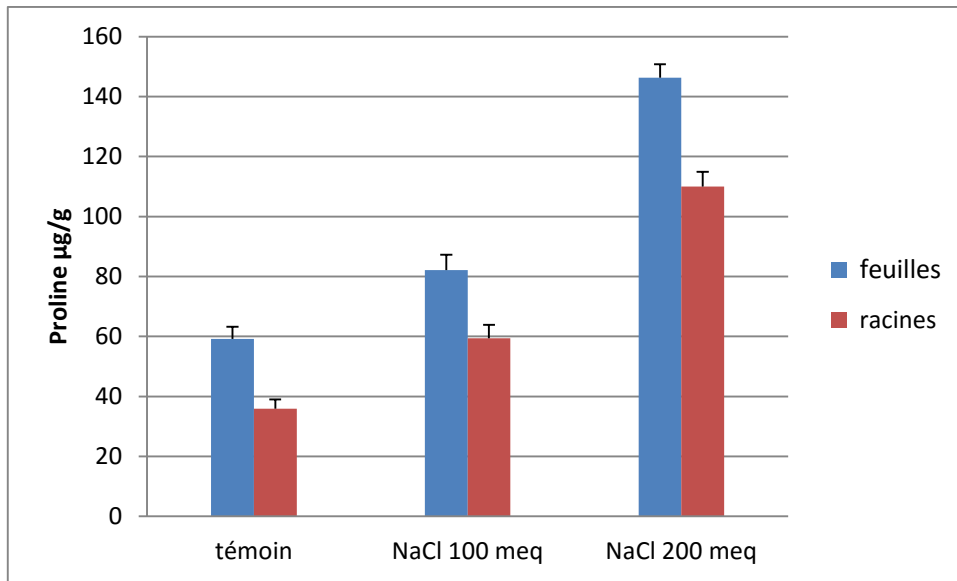
### **2-Teneur en proline dans les organes de plante de la fève *Vicia faba* .L (feuille, racine) :**

La figure 23 illustre les variations des teneurs en proline analysée dans les feuilles, et les racines des plantes de la fève soumises à la salinité.

En remarque que la proline s'accumule beaucoup plus dans les feuilles que dans les racines aussi bien chez les plantes nourries à 200 meq/l que celles des plantes stressées à 100 meq/l ,et les plantes témoins qui accumulent moins de proline.

La teneur en proline varie de 59,16 mg/g dans les feuilles des plantes témoins à 82,12 et 146,24  $\mu\text{g/g}$  respectivement dans celles 100 et 200 meq/l de NaCl,

## RESULTATAT ET INTERPRITATION



**Figure n°23:** Teneurs en proline ( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ) des feuilles et racines de la plante de fève âgées de 75 jours et stressés au NaCl.

Dans la teneur en proline, l'analyse de la variance à un critère de classification ( $p=0$ ) montre qu'il y a une différence très hautement significative (annexe, tableau 13) entre les différents traitements chez les racines car ( $p=0$ ), et aussi il y a une différence très hautement significative (annexe, tableau 14) chez les feuilles car ( $p=0$ ).

**Tableau 08:** test statistique de signification de test de NEWMAN-KEULS - seuil = 5% des teneurs en proline ( $\mu\text{g/g}$ ) des feuilles et racines des plantes fève âgées de 75 jours et stressée à la salinité.

|         | Témoin       | 100 meq/l    | 200 meq/l     |
|---------|--------------|--------------|---------------|
| Racine  | 35,89±3,076  | 59,386±4,494 | 109,987±4,916 |
| Feuille | 59,164±4,021 | 82,122±5,133 | 146,244±4,49  |

- La teneur de cet acide aminé est très hautement significative chez les feuilles des plantes traitées à 200 meq/l (146,244  $\mu\text{g/g}$  par contre 59,164  $\mu\text{g/g}$  de feuille témoins), et significative chez le traitement 100 meq/l (82,122  $\mu\text{g/g}$  par contre 59,164  $\mu\text{g/g}$  de feuilles témoins).
- Dans les racines, cet acide aminé évolue aussi très hautement significatif sous le traitement de 200 meq/L par rapport au témoin (109,987  $\mu\text{g/g}$  par contre

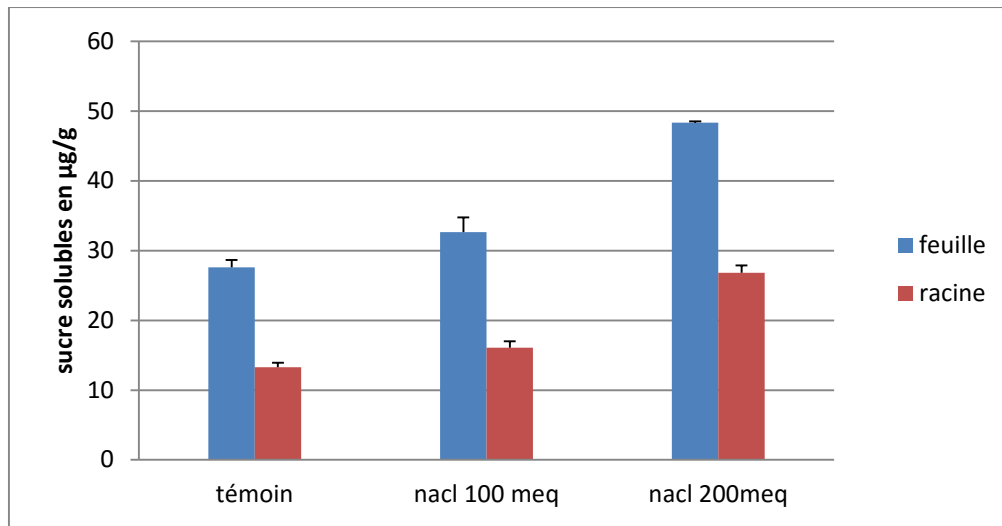
## RESULTATAT ET INTERPRITATION

35,89  $\mu\text{g/g}$ ), et significatif chez les racines des plantes traitées à 100mes/l ( 59,386  $\mu\text{g/g}$  par contre 35,89  $\mu\text{g/g}$  chez le témoin)

Le test de Newman et keuls au seuil  $\alpha = 5\%$  fait ressortir trois groupements homogènes chez les feuilles (annexe, tableau15). Le premier groupe A est dominant avec une valeur de 146,244 $\mu\text{g/g}$  MS représenté par le traitement 200 meq/l .Le deuxième groupe B est représenté par le traitement 100meq/g avec une valeur de 82,122 $\mu\text{g/g}$  ,et le dernière groupe C qui représente par le témoin avec une valeur de 59,164  $\mu\text{g/g}$ . et pour les racines, le test de Newman et keuls au seuil  $\alpha = 5\%$  fait ressortir trois groupements homogènes (annexe , tableau16). Le premier groupe A est dominant avec une valeur de 109,987 $\mu\text{g/g}$  MS représenté par le traitement 200 meq/l .Le deuxième groupe B est représenté par le traitement 100meq/g avec une valeur de 59,386 $\mu\text{g/g}$ , et le dernier groupe C qui représente par le témoin avec une valeur de 35,89  $\mu\text{g/g}$ .

### 3-Teneur en sucre soluble dans les organes des plantes de la fève *Vicia faba*.L :

La figure 24 montre les variations des teneurs en sucre solubles analysées dans les feuilles et les racines des plantes de *Vicia faba* L stressée à la salinité .Il faut remarque que les sucres solubles s'accumulent beaucoup plus dans les feuilles et les racines chez les plantes stressée à 200 meq/l.



**Figure n° 24 :** Teneurs en sucres solubles ( $\mu\text{g/g}$ ) des feuille et racines des plantes de la fève âgées de 75 jours et stressées au NaCl .

En effet, la teneur en sucres solubles est élevée maximum au niveau des organes des plantes traitées à 200 meq/l de NaCl par rapport le témoin, et diminue eu niveau

## RESULTATAT ET INTERPRITATION

des racines par apport les feuilles. Alors que, le taux de salinité augmente, plus la teneur en sucre solubles est élevée.

Dans la teneur en sucre soluble, L'analyse de la variance à un critère de classification ( $p=0$ ) montre qu'il y a une différence très hautement significative (annexe, tableau 17) entre les différentes traitements chez les racines, et aussi chez les feuilles ( $p=0$ ), il y a différence très hautement significative (annexe, tableau18).

**Tableau 09:** test statistique de signification de test de NEWMAN-KEULS - seuil = 5% des teneurs en sucre solubles ( $\mu\text{g/g}$ ) des feuilles et racines des plantes fève âgée de 75 jours et stressée à la salinité.

|         | témoin             | 100meq/l           | 200meq/l           |
|---------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Feuille | 27,627 $\pm$ 1,041 | 32,639 $\pm$ 2,147 | 48,342 $\pm$ 0,178 |
| Racine  | 13,278 $\pm$ 0,649 | 16,072 $\pm$ 0,956 | 26,812 $\pm$ 1,061 |

L'accumulation des sucres solubles est hautement significative chez le traitement 200meq/l (48,342  $\mu\text{g/g}$  par contre le témoin 27,627  $\mu\text{g/g}$  ),et significative chez le traitement 100meq (32,639  $\mu\text{g/g}$  par contre le témoin 27,627  $\mu\text{g/g}$ ) pour les feuilles ,par ailleurs cette accumulation est hautement significatif chez le traitement 200 meq/l (26,812 $\mu\text{g/g}$  par contre 13,278 $\mu\text{g/g}$  chez le témoin) ,et non significatif chez le traitement 100 meq/l (16,072 $\mu\text{g/g}$  par contre 13,287 $\mu\text{g/g}$  chez le témoin) chez les racines .

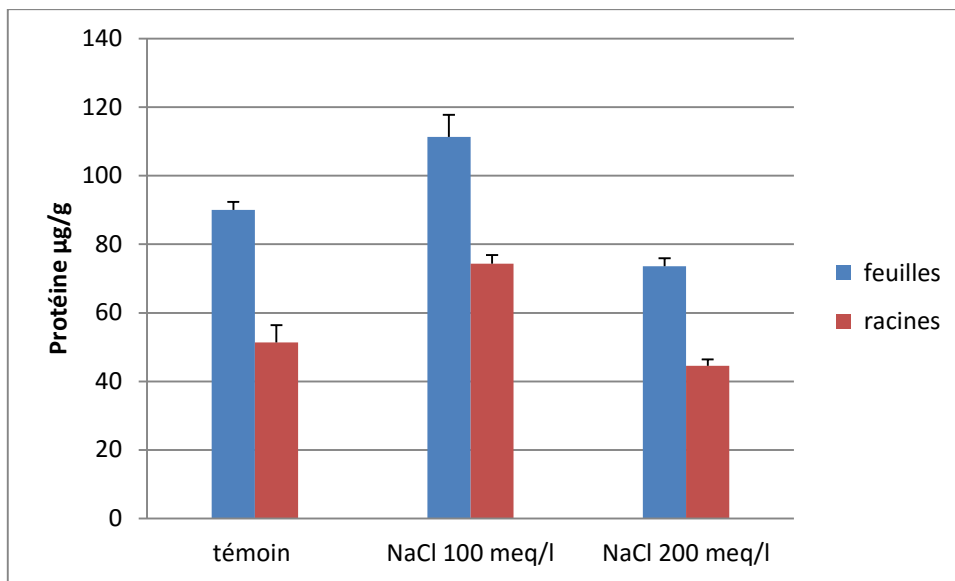
Le test de Newman et keuls au seuil  $\alpha= 5\%$  fait ressortir trois groupements homogènes chez les feuilles (annexe, tableau 19). Le premier groupe A est dominant avec une valeur de 48,342 $\mu\text{g/g}$  MS représenté par le traitement 200 meq/l .Le deuxième groupe B est représenté par le traitement 100meq/g avec une valeur de32,639  $\mu\text{g/g}$  ,et le dernière groupe C qui représente par le témoin avec une valeur de27,627  $\mu\text{g/g}$ . et pour les racines, le test de Newman et keuls au seuil  $\alpha= 5\%$  fait ressortir trois groupements homogènes (annexe, tableau 20). Le premier groupe A est dominant avec une valeur de 26,812 $\mu\text{g/g}$  MS représenté par le traitement 200 meq/l .Le deuxième groupe B est représenté par le traitement 100meq/g avec une valeur de

## RESULTATAT ET INTERPRITATION

16,072 $\mu$ g/g, et le dernier groupe C qui représente par le témoin avec une valeur de 13,278 $\mu$ g/g.

### 4-Teneur de protéines :

D'après la figure 25, nous avons remarquées une variation claire de la teneur de protéines entre les traitements. Pour les feuilles, en enregistré les valeurs plus faibles chez le traitement 200meq/l (73,607 $\mu$ g/g par contre le témoin 90,066  $\mu$ g/g), et aussi pour les racines, les valeurs de teneur de protéine est démunie chez le traitement 200meq/l (44,501 $\mu$ g/g par apport le témoin 51,356  $\mu$ g/g).



**Figure n°25:** Teneurs en protéine ( $\mu$ g.g<sup>-1</sup>) des feuilles et racines de la plante de fève âgées de 75 jours et stressés au NaCl.

L'analyse de la variance a un critère de classification ( $p=0$ ) montré qu'il y a une différence très hautement significative entre les traitements (témoin, 100meq/l, et 200meq/l). (Annexe, tableau 21,23) chez les feuilles et les racines.

**Tableau 10:** test statistique de signification de test de NEWMAN-KEULS - seuil = 5% des teneurs en protéine ( $\mu$ g/g) des feuilles et racines des plantes fève âgée de 75 jours et stressée à la salinité.

|                  | témoin       | NaCl 100 meq/l | NaCl 200 meq/l |
|------------------|--------------|----------------|----------------|
| protéine feuille | 90,066±2,292 | 111,29±6,446   | 73,607±2,361   |
| protéine racine  | 51,356±5,019 | 74,303±2,535   | 44,501±1,932   |

## RESULTATAT ET INTERPRITATION

---

La teneur de protéine est hautement significatif chez le traitement 200 meq/l (73,607 $\mu$ g/g par contre 90,066  $\mu$ g/g chez le témoin), et aussi hautement significatif chez le traitement 100 meq/l (111,29 $\mu$ g/g par contre 90,066 $\mu$ g/g chez le témoin) chez les feuilles.

Pour les racines, la teneur est significative 200 meq/l (44,501 $\mu$ g/g par contre 51,356  $\mu$ g/g chez le témoin), et hautement significatif chez le traitement 100 meq/l (74,303 $\mu$ g/g par contre 51,356  $\mu$ g/g chez le témoin) .

Le test de Newman et keuls au seuil  $\alpha = 5\%$  fait ressortir trois groupements homogènes chez les feuilles (annexe, tableau 22). Le premier groupe A est dominant avec une valeur de 111,29 $\mu$ g/g MS représenté par le traitement 100meq/l .Le deuxième groupe B est représenté par le témoin avec une valeur de 90,066  $\mu$ g/g ,et le dernière groupe C qui représente par le traitement 200 meq/l avec une valeur de 73,607  $\mu$ g/g. et pour les racines, le test de Newman et keuls au seuil  $\alpha = 5\%$  fait ressortir trois groupements homogènes (annexe, tableau 24). Le premier groupe A est dominant avec une valeur de 74,303 $\mu$ g/g MS représenté par le traitement 100 meq/l .Le deuxième groupe B est représenté par le témoin avec une valeur de 51,356  $\mu$ g/g , et le dernière groupe C qui représente par le traitement 200 meq/l avec une valeur de 44,501 $\mu$ g/g.

*Discussion et Conclusion  
Générale*

## DISCUSSION ET CONCLUSION GENERALE

---

La salinité est une contrainte majeure qui affecte la croissance et le développement des plantes dans les régions arides et semi-arides qui souffrent de problèmes de la salinisation des sols.

Au terme de notre travail qui a visé à l'étude de la tolérance de la fève *Vicia faba*.L à la salinité en appliquant différents traitements (100meq/l , 200meq/l), dans le but de déterminer l'effet de stress salin sur les paramètres biométriques, biochimiques et physiologiques chez la fève .

D'une manière générale, la teneur en proline est beaucoup plus élevée dans la partie aérienne (feuilles) des plantes notamment dans les racines .

Sous le traitement à 200meq/l de NaCl la proline évolue très rapidement en augmentant des feuilles des plantes stressées. Cette évolution se manifeste lentement dans les racines sous les mêmes conditions de traitement .

La proline analysée après deux semaines de stress salin dans les organes des plantes de la fève est un indicateur de tolérance à la salinité. L'analyse de la variance à un critère de classification ( $p=0$ ) montre qu'il y a une différence très hautement significative (annexe, tableau 13) entre les différents traitements chez les racines car ( $p= 0$ ), et aussi il y a une différence très hautement significative (annexe ,tableau14) chez les feuilles car ( $p= 0$ ).

De nombreux travaux signalent que la proline migre vers les feuilles et s'y localise sous contrainte saline chez le sorgho (WEIMBERG et al., 1984), l'aubergine (JOSHI, 1984), le coton (BOUTELIER, 1986), la vigne (IMMAMULHUQ et LARHER, 1985), la fève (AIT SAADI, 1990), chez racine (LUTTS et al., 1996).

Et pour les sucres solubles, les données montrent dans ce cas aussi que ces composés glucidiques s'accumulent beaucoup plus dans les feuilles que dans les racines, aussi bien chez les plantes témoins que celles ayant été stressées .Néanmoins, ces sucres solubles changent de teneurs selon, le traitement salin .Ce changement dans les sucres solubles se traduit en particulier par le phénomène d'accumulation élevée avec l'augmentation de la salinité du milieu.

Les teneurs en sucres solubles dans les feuilles des plantes témoins sont légèrement inférieures à celles des plantes stressées. Néanmoins, ces teneurs restent

## DISCUSSION ET CONCLUSION GENERALE

---

très hautement significatives pour les feuilles des plantes nourries à 100meq/l et 200meq/l comparativement aux plantes témoins.

L'accumulation se manifeste aussi dans les racines avec des teneurs plus élevées chez les plantes témoins et celles stressées à 100meq/l et 200meq/l, donc il y a une différence très hautement significative entre les traitements.

Les données expérimentales que nous venons de détailler ont permis de mettre en évidence la variabilité du métabolisme des plantes glycophytes et expriment sa capacité à synthétiser des sucres solubles et de les accumuler dans des organes différents selon les conditions de traitement. Cette aptitude des plantes à la synthèse et l'accumulation des sucres solubles a été montrée par plusieurs auteurs (BENSALEM, 1993 ; KAMELI et LOSEL, 1995 ; ALT HADDOU et al., 2002). L'effet des concentrations salines utilisées a pu être compensé par l'accumulation de sucres solubles au niveau foliaire (AIT HADDOU et al., 2002), ce qui pourrait indiquer selon ce même auteur un indice de tolérance à la salinité .

Selon HANNANA et al., (1995), la salinité semble affecter le métabolisme des glucides à travers la synthèse de l'amidon et son hydrolyse en sucres solubles . Lorsque la salinité est appliquée, c'est plus tôt l'hydrolyse de l'amidon qui est ralentie : phénomènes peu observés sous des doses de salinité modérées

L'analyse de la teneur relative en eau, permet de décrire d'une manière globale le statut hydrique de la plante et d'évaluer l'aptitude à réaliser une bonne osmorégulation et de maintenir une turgescence cellulaire (El DJAAFARI, 2000).

Ces résultats démontrent que la salinité affecte ce paramètre qui diminue pour éviter les pertes d'eau. En effet, l'absorption d'eau est maintenue à un niveau suffisant pour éviter la déshydratation des tissus de la plante, pour établir le phénomène de succulence et pouvoir diluer le plus d'osmolytes possibles. ( HASSANI et al., 2009).

Les corrélations réalisées pour les paramètres étudiés révèlent des résultats très hautement significatifs entre la teneur relative en eau et le traitement salin après applications de stress. Plus le stress s'intensifie plus la teneur relative en eau (TRE) chute. Ce résultat qui paraît évident est confirmé par de nombreuses études (ALI DIB, 1992). 3

## DISCUSSION ET CONCLUSION GENERALE

---

Les résultats de analyse de la variance de la teneur en chlorophylle a,b, chlorophylle totale et caroténoïde montrent que le facteur de salinité provoque un effet très hautement significatif sur le contenu en chlorophylle .

Les résultats illustrés par la figure 17 , montrent un corrélation négative entre le stress salin et les pigments chlorophylliens, alors plus la concentration de sel augmente plus la teneur des chlorophylliens a , b,(a+b), et caroténoïde diminuent ,ce qui influe négativement sur la photosynthèse des plantes stressées ,ce qui confirmé par (AGASTIAN et al.,2000) qui observent que le taux de la chlorophylle et des caroténoïdes des feuilles diminue en général sous les conditions de stress salin et par des études précédentes de Mwai et al,2004 ; que sont signalés que la salinité diminue considérablement la teneur en chlorophylle.

L'optimisation de l'absorption de l'eau par les racines est en effet, liée à un ensemble complexe de caractères morphologiques comprenant la longueur, le volume et la rapidité d'installation du système racinaire ainsi que la ramification.

L'analyse de la variance de longueur des racines a un critère de classification ( $p=0,00006$ ) montré qu'il y a une différence très hautement significative entre les traitements (témoin, 100meq/l, et 200meq/l).

Selon les résultats obtenus, une forte relation négative est établie entre le volume du système racinaire et l'intensité du stress appliqué. Cette réduction du volume reflète l'inhibition de la croissance due au manque d'eau et d'une faible ramification du système racinaire.

Les mêmes résultats sont énoncés par BRUN en 1980, qui constate que l'excès de sel dans la rhizosphère conduit à la formation des plantes de courtes tailles voire des plantes naines.

Et pour l'élongation des tiges, on remarquant qu'après une semaine d'application de stress salin, ce dernier n'a pas induit une grande différence, et il ya un effet significatif entre les traitements.

D'une façon générale, nous avons constaté que, la croissance en longueur des tiges diminue avec l'augmentation de l'intensité du stress salin.

## DISCUSSION ET CONCLUSION GENERALE

---

Pour le nombre des feuilles, notre résultats obtenues montre que les plantes stressées à 200meq/l représentent les moyennes plus faibles par rapport autre traitement. et il ya un effet significatif entre les traitements.

La réduction des biomasses aérienne et racinaire sous l'effet des fortes concentrations de sel a été rapportée chez la luzerne par plusieurs auteurs (MEZNI et al., 2002 ; IBRIZ et al.,2004). Nous pouvons expliquer la réduction des tiges et nombres des feuilles sous condition saline, à l'augmentation de la température et au manque d'eau au moment de la croissance qui agit sur la hauteur des tiges de luzerne ; ou aussi peut être que les différentes populations testées présentent des différences d'accumulation des ions minéraux entre les différentes parties de la plante. Ainsi ce comportement (faible hauteur) pourrait être considéré comme une forme d'adaptation au froid excessif (MAURIES, 2003).

Concernant la croissance, l'effet général de la salinité se traduit par la réduction de la biomasse, et peut s'expliquer par des problèmes ioniques (EPRON et al., 1999 ,in DURAND, 2007).

Nos résultats, montrent une accumulation des protéines totales qui diminués dans les différents organes (feuilles, racines) des plantes sous stress salin NaCl. Cependant cette accumulation est plus importante au niveau des feuilles pour les deux traitements de stress 100meq/l et 200meq/l, toute fois, elle est très hautement significative. Et même pour les résultats au niveau des racines est très hautement significative.

Les résultats de ABDEL HALEEM.,2007 sur *Vigna radiata* L. Wileczek montrent une décroissance significative dans les teneur en protéines totales solubles sous stress salin.

## DISCUSSION ET CONCLUSION GENERALE

---

### **Conclusion générale :**

Le stress salin a provoqué des perturbations morphologiques, biochimiques et physiologiques sur fève *vicia faba*.L et a induit des augmentations des teneurs en sucres solubles et en proline, proportionnellement aux concentrations appliquées. Par contre, les teneurs en chlorophylles, teneur relative en eau, élongation des tiges, nombre des feuilles, la longueur des racines et la teneur en protéines totaux ont été réduites. En effet, pour s'adapté au stress salin, la plante peut éviter les dommages par la réduction de la croissance. C'est l'effet le plus commun des stress abiotiques sur la physiologie, biochimie et la morphologie des plantes. La réduction de la croissance est une capacité adaptative nécessaire à la survie d'une plante exposée à un stress abiotique (salin). En fait, ce retard de développement permet à la plante d'accumuler de l'énergie et des ressources pour combattre le stress avant que le déséquilibre entre l'intérieur et l'extérieur de l'organisme n'augmente jusqu'à un seuil où les dommages seront irréversibles

## ANNEXES

### ANOVA à un facteur contrôlé phase de croissance

#### I-La longueur de racine :

**Tableau n°01**

|                     | S.C.E   | DDL | C.M.    | TEST F | PROBA   | E.T. | C.V.  |
|---------------------|---------|-----|---------|--------|---------|------|-------|
| VAR.TOTALE          | 459,087 | 11  | 41,735  |        |         |      |       |
| VAR.FACTEUR 1       | 411,082 | 2   | 205,541 | 38,535 | 0,00006 |      |       |
| VAR.RESIDUELLE<br>1 | 48,005  | 9   | 5,334   |        |         | 2,31 | 8,17% |

**Tableau n°02**

| F1  | LIBELLES | MOYENNES | GROUPES HOMOGENES |   |   |
|-----|----------|----------|-------------------|---|---|
| 1.0 | F1n1     | 34,375   | A                 |   |   |
| 2.0 | F1n2     | 30,05    |                   | B |   |
| 3.0 | F1n3     | 20,375   |                   |   | C |

#### II-Teneur relative en eau (RWC):

**Tableau n°03**

|                     | S.C.E    | DDL | C.M.    | TEST F | PROBA   | E.T.  | C.V.  |
|---------------------|----------|-----|---------|--------|---------|-------|-------|
| VAR.TOTALE          | 1654,08  | 11  | 150,371 |        |         |       |       |
| VAR.FACTEUR 1       | 1337,846 | 2   | 668,923 | 19,038 | 0,00068 |       |       |
| VAR.RESIDUELLE<br>1 | 316,234  | 9   | 35,137  |        |         | 5,928 | 9,13% |

**Tableau n°04**

| F1  | LIBELLES | MOYENNES | GROUPES HOMOGENES |   |
|-----|----------|----------|-------------------|---|
| 1.0 | F1n1     | 78,959   | A                 |   |
| 2.0 | F1n2     | 62,209   |                   | B |
| 3.0 | F1n3     | 53,517   |                   | B |

## ANNEXES

### III- Les résultats des teneurs en chlorophylle:

#### 1-chl a :

**Tableau n°05**

|                     | S.C.E    | DDL | C.M.     | TEST F   | PROBA | E.T.   | C.V.  |
|---------------------|----------|-----|----------|----------|-------|--------|-------|
| VAR.TOTALE          | 887229,8 | 11  | 80657,25 |          |       |        |       |
| VAR.FACTEUR 1       | 884700,7 | 2   | 442350,3 | 1574,161 | 0     |        |       |
| VAR.RESIDUELLE<br>1 | 2529,063 | 9   | 281,007  |          |       | 16,763 | 2,21% |

**Tableau n°06**

| F1  | LIBELLES | MOYENNES | GROUPES HOMOGENES |   |   |
|-----|----------|----------|-------------------|---|---|
| 1.0 | F1n1     | 1094,328 | A                 |   |   |
| 2.0 | F1n2     | 755,399  |                   | B |   |
| 3.0 | F1n3     | 429,275  |                   |   | C |

#### 2-Chl b :

**Tableau n°07**

|                     | S.C.E    | DDL | C.M.     | TEST F | PROBA   | E.T.   | C.V.   |
|---------------------|----------|-----|----------|--------|---------|--------|--------|
| VAR.TOTALE          | 93028,42 | 11  | 8457,129 |        |         |        |        |
| VAR.FACTEUR 1       | 87530,91 | 2   | 43765,45 | 71,649 | 0,00001 |        |        |
| VAR.RESIDUELLE<br>1 | 5497,516 | 9   | 610,835  |        |         | 24,715 | 15,13% |

**Tableau n°08**

| F1  | LIBELLES | MOYENNES | GROUPES HOMOGENES |   |   |
|-----|----------|----------|-------------------|---|---|
| 1.0 | F1n1     | 281,056  | A                 |   |   |
| 2.0 | F1n2     | 127,826  |                   | B |   |
| 3.0 | F1n3     | 81,093   |                   |   | C |

## ANNEXES

### 3- caroténoïde :

**Tableau n°09**

|                     | S.C.E    | DDL | C.M.     | TEST F  | PROBA | E.T.   | C.V.  |
|---------------------|----------|-----|----------|---------|-------|--------|-------|
| VAR.TOTALE          | 94938,88 | 11  | 8630,808 |         |       |        |       |
| VAR.FACTEUR 1       | 94018,55 | 2   | 47009,27 | 459,705 | 0     |        |       |
| VAR.RESIDUELLE<br>1 | 920,336  | 9   | 102,26   |         |       | 10,112 | 3,47% |

**Tableau n°10**

| F1  | LIBELLES | MOYENNES | GROUPES<br>HOMOGENES |   |
|-----|----------|----------|----------------------|---|
| 2.0 | F1n2     | 356,98   | A                    |   |
| 1.0 | F1n1     | 351,635  | A                    |   |
| 3.0 | F1n3     | 166,596  |                      | B |

### 4-Chl a+b :

**Tableau n°11**

|                     | S.C.E   | DDL | C.M.     | TEST F   | PROBA | E.T.   | C.V.  |
|---------------------|---------|-----|----------|----------|-------|--------|-------|
| VAR.TOTALE          | 1512215 | 11  | 137474,1 |          |       |        |       |
| VAR.FACTEUR 1       | 1505992 | 2   | 752995,9 | 1088,931 | 0     |        |       |
| VAR.RESIDUELLE<br>1 | 6223,5  | 9   | 691,5    |          |       | 26,296 | 2,85% |

**Tableau n°12**

| F1  | LIBELLES | MOYENNES | GROUPES HOMOGENES |   |   |
|-----|----------|----------|-------------------|---|---|
| 1.0 | F1n1     | 1375,384 | A                 |   |   |
| 2.0 | F1n2     | 883,226  |                   | B |   |
| 3.0 | F1n3     | 510,369  |                   |   | C |

## ANNEXES

### IV-Les résultats des teneurs en Proline

#### a-Prolines feuilles

**Tableau n°13**

|                     | S.C.E    | DDL | C.M.     | TEST F  | PROBA | E.T.  | C.V.  |
|---------------------|----------|-----|----------|---------|-------|-------|-------|
| VAR.TOTALE          | 16483,75 | 11  | 1498,523 |         |       |       |       |
| VAR.FACTEUR 1       | 16295,73 | 2   | 8147,863 | 390,007 | 0     |       |       |
| VAR.RESIDUELLE<br>1 | 188,024  | 9   | 20,892   |         |       | 4,571 | 4,77% |

**Tableau n°14**

| F1  | LIBELLES | MOYENNES | GROUPES HOMOGENES |   |   |
|-----|----------|----------|-------------------|---|---|
| 3.0 | F1n3     | 146,244  | A                 |   |   |
| 2.0 | F1n2     | 82,122   |                   | B |   |
| 1.0 | F1n1     | 59,164   |                   |   | C |

#### b-Prolines racines

**Tableau n°15**

|                     | S.C.E    | DDL | C.M.     | TEST F  | PROBA | E.T.  | C.V.  |
|---------------------|----------|-----|----------|---------|-------|-------|-------|
| VAR.TOTALE          | 11632,16 | 11  | 1057,469 |         |       |       |       |
| VAR.FACTEUR 1       | 11470,7  | 2   | 5735,35  | 319,691 | 0     |       |       |
| VAR.RESIDUELLE<br>1 | 161,463  | 9   | 17,94    |         |       | 4,236 | 6,19% |

**Tableau n°16**

| F1  | LIBELLES | MOYENNES | GROUPES HOMOGENES |   |   |
|-----|----------|----------|-------------------|---|---|
| 3.0 | F1n3     | 109,987  | A                 |   |   |
| 2.0 | F1n2     | 59,386   |                   | B |   |
| 1.0 | F1n1     | 35,89    |                   |   | C |

## ANNEXES

### V-Teneur en sucres solubles :

#### 1- sucres solubles feuilles :

**Tableau n°17**

|                     | S.C.E   | DDL | C.M.    | TEST F | PROBA | E.T.  | C.V.  |
|---------------------|---------|-----|---------|--------|-------|-------|-------|
| VAR.TOTALE          | 951,61  | 11  | 86,51   |        |       |       |       |
| VAR.FACTEUR 1       | 934,436 | 2   | 467,218 | 244,84 | 0     |       |       |
| VAR.RESIDUELLE<br>1 | 17,174  | 9   | 1,908   |        |       | 1,381 | 3,82% |

**Tableau n°18**

| F1  | LIBELLES | MOYENNES | GROUPES HOMOGENES |   |   |
|-----|----------|----------|-------------------|---|---|
| 3.0 | F1n3     | 48,342   | A                 |   |   |
| 2.0 | F1n2     | 32,639   |                   | B |   |
| 1.0 | F1n1     | 27,627   |                   |   | C |

#### 2-sucres solubles racines :

**Tableau n°19**

|                     | S.C.E   | DDL | C.M.    | TEST F  | PROBA | E.T.  | C.V.  |
|---------------------|---------|-----|---------|---------|-------|-------|-------|
| VAR.TOTALE          | 415,815 | 11  | 37,801  |         |       |       |       |
| VAR.FACTEUR 1       | 408,435 | 2   | 204,217 | 249,039 | 0     |       |       |
| VAR.RESIDUELLE<br>1 | 7,38    | 9   | 0,82    |         |       | 0,906 | 4,84% |

**Tableau n°20**

| F1  | LIBELLES | MOYENNES | GROUPES HOMOGENES |   |   |
|-----|----------|----------|-------------------|---|---|
| 3.0 | F1n3     | 26,812   | A                 |   |   |
| 2.0 | F1n2     | 16,072   |                   | B |   |
| 1.0 | F1n1     | 13,278   |                   |   | C |

## ANNEXES

### VI-Les résultats des teneurs en Protéines :

#### 1- Protéines feuilles :

**Tableau n°21**

|                     | S.C.E    | DDL | C.M.     | TEST F | PROBA   | E.T.  | C.V.  |
|---------------------|----------|-----|----------|--------|---------|-------|-------|
| VAR.TOTALE          | 3012,338 | 11  | 273,849  |        |         |       |       |
| VAR.FACTEUR 1       | 2855,202 | 2   | 1427,601 | 81,766 | 0,00001 |       |       |
| VAR.RESIDUELLE<br>1 | 157,136  | 9   | 17,46    |        |         | 4,178 | 4,56% |

**Tableau n°22**

| F1  | LIBELLES | MOYENNES | GROUPES HOMOGENES |   |   |
|-----|----------|----------|-------------------|---|---|
| 2.0 | F1n2     | 111,29   | A                 |   |   |
| 1.0 | F1n1     | 90,066   |                   | B |   |
| 3.0 | F1n3     | 73,607   |                   |   | C |

#### 2-Protéine racine :

**Tableau n°23**

|                     | S.C.E    | DDL | C.M.    | TEST F | PROBA   | E.T.  | C.V.  |
|---------------------|----------|-----|---------|--------|---------|-------|-------|
| VAR.TOTALE          | 2055,011 | 11  | 186,819 |        |         |       |       |
| VAR.FACTEUR 1       | 1948,964 | 2   | 974,482 | 82,702 | 0,00001 |       |       |
| VAR.RESIDUELLE<br>1 | 106,047  | 9   | 11,783  |        |         | 3,433 | 6,05% |

**Tableau n°24**

| F1  | LIBELLES | MOYENNES | GROUPES HOMOGENES |   |   |
|-----|----------|----------|-------------------|---|---|
| 2.0 | F1n2     | 74,303   | A                 |   |   |
| 1.0 | F1n1     | 51,356   |                   | B |   |
| 3.0 | F1n3     | 44,501   |                   |   | C |

## ANNEXES



**Fig 26:** la fève après une semaine de repiquage



**Fig 27:** la fève après 3 semaines de repiquage



**Fig 28 :** la fève après 4 semaines de repiquage



**Fig 29 :** la différence entre les plantes stressée à 100 meq/l et plantes témoins.

## ANNEXES



**Fig 30** : la différence entre les plantes stressée à 200 meq/l et plantes témoins.



**Fig 31** : la différence entre les plantes stressée à 100 meq/l , 200 meq/l et plantes témoins.



**Fig 32** : le poids de la plante.



**Fig 33** : poids de partie racinaires

*Références  
bibliographiques*

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

**ABBAD ANDALOUSSI F., 2001.** Screening of vicia faba for resistance to the “giant race” of *Ditylenchus dipsaci* in Morocco. *Nematol. Mediterr.* 29, 29-33.

**ABBANI B, et ABDEL-LALIY., 2005** – Contribution à l’étude des eaux phréatiques sur l’état de dégradation de la palmeraie de Ouagla. Mémoire ing. Univde Ouargla.p 21.

**ABBES Z., KHARRAT M., SHAABAN K. et BAYAA B., 2010** – Comportement de différentes accessions améloirées de féverole (*Vicia faba* L) vis-a-vis d’Orobanche crenata Forks. Et Orobanche foetida Poir. *Cah. Agric*, 19 n°3 :194-199.

**ABDELLY.C., 2006** – Caractérisation des halophytes pour le dessalement des sols salins et traitement des deux salines. Rapport d’activité 2007. Centre de biotechnologique à la technologie de Borj-cegria. Tunisie. P 28-31.

**ABOU-ZEID N. M.,2002** - Current status of food legumes diseases in Egypt. Proceedings du 2<sup>ème</sup> séminaire du réseau REMAFEVE/REMALA, « Le devenir des Légumineuses Alimentaires dans le Maghreb », Hammamet, Tunisie, 100p.

**ABROL Y.P et INGRAM K.T., 1997** – Effets directs et indirects du changement des processus hydrologiques, pédagogiques et physiologiques des végétaux. FAO ; 1997, ch. 6, p. 110-119.

**AGASTIAN P.; KINGSLEY S.J.; VIVEKANANDAN M., 2000** - Effect of salinity on photosynthesis and biochemical characteristics in mulberry genotypes .*Phtosynthtica* 38, 287-290.

**AIT ABDELLAH F.et HAMADACHE A., 1996** - Effet de la période de semis, de la variété et de l’utilisation du Glycophosphate sur le contrôle de l’Orobanche chez la fève (*Vicia faba*) dans une zone sub-humide numéro spécial fève N°29, 27-30.

**AIT HADDOU M., BOUSRHAL A., BENYAHIA H., BNAZZOUZ A., 2002** – Effet du stress salin sur l’accumulation de la proline et les sucres solubles dans les feuilles de trois porte-greffes d’argumes au Maroc. *CIRD, EDP science. Fruit* 57, 335-340.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- AIT SAADI M., 1990-** comportement biochimique de quelques lignées de fève (*Vicia faba*.L) soumise à la salinité : étude particulière de la proline. Memoires, University Senia, 65 p.
- ALAM S.M., 1994-** Nutrient Uptake by plants under stress conditions. In: Pessarakis M. Hand book of plants and crop-stress. New York.
- ALEM. C., et AMRI. A., 2005-** Importance de la stabilité des membranes cellulaires dans la tolérance à la salinité chez l'orge. Vol 4 Maroc, PP 20-32.
- Ali Dib, Monneveux P (1992)** -Adaptation à la sécheresse et notion d'idéotype chez le blé dur. I. Caractères morphologiques d'enracinement. Agronomie 12,
- AL-KARAKI G.N., 2000** –Growthwater use efficiency. And sodium and potassium acquisition by tomato cultivars grown under salt stress. Journal of plant nutrition .Vol.23.N°. 1:1-8.
- ALLEN R., 1995** – Dissection of oxidative stress tolerance using transgenic plants. Plant Physiol. 107: 1049-1054.
- ANONYME., 2007** – La féverole de la plante à ses utilisations. Intérêt cultural de la fève, 15p.
- ANTIPOLIS., 2003** – Les cahiers du plan bleu 2. Les menaces sur les sols dans les pays méditerranéens. Etude bibliographique. 71p.
- ASHRAF M., ATHARH. R., HARRIS P .J.C. and KWON T. R., 2008** - Some Prospective Strategies for Improving Crop Salt Tolerance. Advances in Agronomy, 97: 45-110.
- ASLOUM H., 1990** – Elaboration d'un système de production maraîchère (Tomate, *Lycopersicon esculentum* L) en culture hors sol pour les régions sahariennes. Utilisation de substrats sableux et d'eaux saumâtres. Thèse de doctorat, développement et amélioration des végétaux, Université de Nice Sophia-Antipolis : 24-32.
- ASPINALL, D., AND PALEG, L.G., 1981-** Proline accumulation: Physiological aspects. In The Physiology and Biochemistry of Drought Resistance in Plants (L.G.Paleg and D. Aspinall, eds.), pp.205-241. (Academic Press: Sydney.)

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

**AVERSENQ P., GOUTIER J. et GUEGUEN M., 2008.** Le truffaut. Anti-maladies et parasites. Larousse. Edition Octavo. 224p.

**AYKROYD. W R, DOUGHTY. J et WALKER.A., 1982.** Legumes in human nutrition (2<sup>nd</sup> ed.) FAO. FOOD and nutrition paper N°20, FAO Rome.

**B****AATOUR O., M'RAH S., BEN BRAHIM N., BOULESNEM F., LACHAAL M., 2004** – Réponse physiologique de la gesse ( *Lathyrussativus*) à la salinité du milieu. Revue des régions arides, Tome 1, N°.Spécial : 346-358.

**BAILEY RW., BARKER SA, BOURNE E J.,1957** – Significance of oligosaccharide intermediates in dextrin synthesis. Nature: 179: 179-310.

**BAJI M. KINET , J.M., LUTTS,S.,1998** : Salt stress effects on roots and leaves of *Atriplexhalimus* L.and their corresponding callus culture .Plant Science,11(137): 131-142.

**BAMOUN A.,1997** – Contribution à l'étude de quelques caractères morpho-physiologiques, biochimiques et moléculaires chez & » variétés de blé dur, *Triticum durum* Desf., pour l'étude de la tolérance à la sécheresse dans la région des hauts plateaux de l'Ouest Algérien. Mémoire de Magister Université Alger. 107 p.

**BEGG J.E. et TURNER N.C., 1976** – Crop water deficits. Adv. In Ag. (28). P : 330-337.

**BEKKOUCHE H., 1992** – Etude de la germination de quelques lignées de poids chiche, soumises à la salinité. Croissance et anatomie des tiges et des racines – Mémoire D.E.S., Bio. Vég. Université d'Oran.

**BELHASSEN E., THIS D., et MONNEVEUX P., 1995** - L'absorption génétique face aux contraintes de sécheresse .Cahier agricultures ; 4,p.251-61.

**BELHODJA M., 1996** – Action de la salinité sur le comportement physiologique, métabolique minéral et recherche de marqueurs moléculaire chez la fève (*Vicia faba* L) Thèse Dos Es Sciences,Univ d'Oran, 230p.

**BEN AHMED H, ZID E. ELGAZZAH M et GRIGNON C 1996** – Croissance et accumulation ionique chez *Atriplexhalimus* L. Cahier. Agricltures 5, 367-372.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

**BEN AHMED H., MANAA A. et ZID., 2008** – Tolérance à la salinité d'une poaceae à cycle court : la séttaire( *Setariaverticillata* L). Comptes rendus biologiques, Vol. 331 : 164-170.

**BENACHOUR K., LOUADI K. et TERZO M., 2007** – Rôle des abeilles sauvages et domestiques ( Hymenoptera ; Apoidea) dans la pollinisation de la fève (*Vicia faba*L var major) (fabaceae) en région de Constantine (Algérie). Ann. Soc. Entomol. Fr. (n.S), 43(2) : 213-219.

**BENKHELIF M., ARBAOUI M. et BELKHODJA M., 1999** – Effets combinés de la salinité et de la bentonite sur la densité racinaire d'une culture de tomate cultivée sur un substrat sableux. Séminaire National sur la salinité des terres Agricoles en Algérie, Chlef : 101-108.

**BENLARIBI M., 1990-** Adaptation au déficit hydrique chez le blé dur (*Triticum durum* Desf). Etude des caractères morphologiques et physiologiques. Thèse Doctorat d'Etat University. Da Constantine. 164p.

**BENNABI F., 2005** – Métabolisme glucidique et azote chez une halophyte (*Atriplexhalimus* L) stressée à la salinité. Mémoire de magistère en physiologie végétale, Université Es-Senia, Oran, 136p.

**BENSALEM M. Ben Abdallah N., 1993** - Paramètres morphophysiologiques de sélection pour la résistance à la sécheresse des céréales ». In Monneveux P., Ben Salem M. (éd.) : Tolérance à la sécheresse des céréales en zone méditerranéenne. Diversité génétique et amélioration variétale. Paris, Inra, Les colloques, n° 64 : 275-297.

**BENSEDDIK B., 2000** – Analyse des facteurs écologiques pour une optimisation des stratégies de sélection de blé dur *Triticum durum* Desf. Dans l'Ouest Algérien Thèse Doctorat en Ecophysiologie. Univ. Sidi Bellebes. 240p.

**BERAUD.,2007** – Etude des effets écotoxiques et de l'induction des phytochélatines chez *Vicia faba* L(fabaceae) expose au cadmium. Application de test Vicia-micronoyaux à des matrices. Mstz. Université de Mets 107p.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- BIDAI Y., 2001-** Le métabolisme de la proline chez l'*Atriplex halimus* L. stressée à la salinité. Mémoire de Magister en physiologie végétale, Université d'Oran, pp. 69-71.
- BLACKMAN R.L. et EASTOP V.F., 2007.** Taxonomie issues (Chapter 1). In: VAN EMDEN H.F., HARRINGTON R. (Eds), *Aphids as Crop Pests*. CABI International, Oxford shire, U.K. 968-1003.
- BLUM A., 1974 -** Genotypic responses of sorghum to drought stress. Vol.II, Leaf tissues water relations .*Crop.Sci.*14 (5), p.691-693.
- BLUM A.,1988-** Plant Breeding for stress environments. BOCA Reaction, Ed C.R.C. Press Inc. 223p.
- BOUALLA NABILA., BENZIANE AHMED., ET DERRICH ZOUBIR., 2012 :** Origine de la salinisation des sols de la plaine de M'leta, Oran Algérie *Journal of applied biosciences* 35 : 3787- 3796 ISSN 1997-5902.
- BOUGHADAD A., 1994.** Statut de nuisibilité et écologie des populations de *Bruchus rufimanus* (Boh) sur *Vicia faba* L. au Maroc : Thèse d'Etat en Sciences, N° 3628 Université de Paris-Sud Orsay, 182p.
- BOUHACHEM S., 2002.** Les pucerons de la féverole en Tunisie. Proceedings du 2<sup>ème</sup> séminaire du réseau REMAFEVE/REMALA, « Le devenir des Légumineuses Alimentaires dans le Maghreb », Mammamet, Tunisie, 100p.
- BOUSMAHA N., BOULEBENE F.Z., 1991-** Les protéines du choc thermique chez *Pennisetum thyphoides* L. à l'état juvénile. Mémoire D.E.S. Inst. Biol. Univ. Oran, p3-6
- BOUTELLIER.E. ,1986-** Effet du chlorure de sodium sur la physiologie du cotonnier, *Gossypium hirsutum* L. Son rôle dans l'acquisition de la résistance à la sécheresse. Thèse Doc Univer., Paris VI.142 p
- BOUTEYRE G., LOYER Y., 2003 –** Sols salés eaux saumâtre des régions arides tropicales et méditerranéennes in l'aridité, une contrainte au développement. ORSTOM, Paris.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

**Bradford, M. M. (1976)** A - rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analyt. Biochem.* 72, 248–254.

**BRINIS L., 1995** – Effet du stress hydrique sur quelques mécanismes morpho-physiologiques et biochimiques de trait d'adaptation et déterminisme génétique chez le blé dur (*Triticum durum* Desf). Doctorat d'état es Science Physiologie Végétale et amélioration génétiques des plantes. Univ. Annaba. (Algérie) : 156p.

**Brink M., Belay G., 2006-** Céréales et légumes secs. Ressources végétales de l'Afrique tropicale1. Fondation PROTA/ Backhuys Publishers/CTA. Pays-Bas ; 327 P.

**BRUN A., 1980** – Effets comparés de différence de concentrations de NaCl sur germination, d'Algérie. These de doctorat 3<sup>ème</sup> cycle. Montpellier.

**CALU G., 2006** – Effet du stress salin sur les plantes. Comparaison entre deux plantes modèles : *Arabidopsisthaliana* et *Thellugielahalophila*. Master 1, Recherche biotechnologie : du gène à la molécule SpectroSciences, article 23, 10 p.

**CALVET R., 2003** – Le sol, propriété et fonction, phénomènes physiques et chimiques. Tome 2.Ed. France.Agricole, 511 P;

**CAMPBELL W.H. and PITMAN M.G., 1971-** Salinity and plant cells:Salinity and Water use .Talsma T. and Philips J.R., ed.MacMallan.London

**CARLU J.,1952** – Fèves et féveroles. Larousse agricole, 204p.

**CHARTZOULAKIS.K., et KLAPAKI. G., 2000-** Response of two green house pepper hybrids to NaCl salinity during different growth stages. *Sci. Hortic.* 86, 247-260.

**CHAUX C. et FOURY C., 1994** – Production légumières secs, Tome 3, légumineuses potagères, légumes, fruits. Technique et documentation Lavoisier F75384 Paris Cedex 08, pp 3-15.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

**CHERBUY., 1991-** dans ces modèles, les phénomènes de transport et leur traduction mathématique ne sont pas explicitement pris en considération.

**Cheverry C., 1995** - Plant behaviour in saline environment. Action eau N°4, Séance spécialisée du 22 mars 1995 ; Ed. aCAD ; Agro, Paris, France, 49p.

**CHEVERY et ROBERT M., 1993-** Salure des sols Magrébins : Influence sur les propriétés physiques et physico-chimiques des sols. Répercussion des modifications de ces dernières sur la fertilité, notamment azotée. Rapport final du contrat CEE STD TS2- 108-F, 34p.

**CHRETIEN D., 1992** – La résistance au sel chez le Jojoba (*Simmondsia chinensis* L.S) : Croissance et modifications du contenu lipoprotéique de calcs cultivés en présence d'une teneur élevée en NaCl. Thèse Doct. Uni. Paris VI, p. 144.

**Clarck J.M & Mac-Caig T.N. 1982-** Excised leaf water relation capability as an indicator of drought resistance of Triticum genotypes. Canada Journal Plant Science 62, 571-576

**CLARK, K. B., B. CHEW AND T. FUJIMOTO., 1989** - Product Development in the World Auto Industry, Brookings Papers on Economic Activity, 729-77 1. AND T. FUJIMOTO, "Overlapping Problem Solving in Product Development," in K. Ferdows (Ed.), Managing International Manufacturing, North-Holland, Amsterdam, 1 989a. AND , "Lead Time in Automobile Product Development: Explaining the Japanese Advantage," J. Engineering and Technology Management, 1 (1 989b), 1-34.

**CLEMENT J.M.,1981.** Larousse agricole, 541p.

**Couée I., Sulmon C., Gouesbet G. & El Amrani A., 2006** - Involvement of soluble sugars in reactive oxygen species balance and responses to oxidative stress in plants. *Journal of Experimental Botany* **57**, 449–459.

**CRAMER G.R., 2002** – Sodium-calcium interactions under salinity stress. In: Salinity. Environment-Plants-Molecules. Eds. A. Lauchli and U. Luttge Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 205-227.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- DAJIC Z., 2006 - Salt stress.** In: Physiology and Molecular biology of Stress Tolerance in Plants. MadhavaRaok.V., Raghavendra A.S. and Janardhan Reddy K.(eds.), Netherlands., Springer, 41-99.
- DAOUD Y. et HALITIM A., 1994 -** irrigation et salinisation au Sahara algérien Sécheresse, **3(5)** : 151-160.
- DEMOLON A., 1968 -** Croissance des végétaux. 6è ; Ed. Dunod. Paris, 584p.
- DEVLIN R.M. et WHITAM F.H., 1983 –** Plant physiology, 4<sup>th</sup> ed. Willard Grant Press, Boston. 577p.
- DIEDHIOU G.J., 2006 –** Mechanisms of salts tolerance : Sodium, Chloride, and potassium Homeostasis in two rice lines with different tolerance to salinity stress. Dr. Rer. Nat theses. Faculty of biology University of Bielefeld, Germany.
- DOUAOUI A. et HARTANI T., 2008 –** Impact de l'irrigation par les eaux souterraines sur la dégradation des sols de la plaine du Bas-Chellif. Scientifique commons. Vol.2, no3, p.9.
- Dreier W., Goring M., 1974 -** Der einfluss hoher salzkonzentrationen auf verschieden physiologische parameter von maisswurzeln. Win Z. der HU Berlin. Nat.Naturwiss R., 23: 641-644
- DROUHIN G., 1961 -**Expérience algérienne d'utilisation des eaux saumâtres pour l'irrigation avec référence particulières aux sols salins. U.N.E.S.C.O. Paris, 239-244.
- DUBOIS M., GILLESK L., HAMITLON J., REBERG A et SMITH F.(1956)-** Colorimetric.
- DURAND J.L., 2007-**“Ecophysiologie de la réponse et de l'adaptation des plantes fourragères et prairiales au changement climatique”, Fourrages, 214, 111 -118.
- DURAND JH., 1983 –** Les sols irrigables. Presses universitaires de France Paris, 322p.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

**EL BOUHAMDI K. et SADIKI M., 2002.** Evaluation d'une collection de populations Marocaines locales de fève et de féverole pour la tolérance à la sécheresse. Proceedings du 2<sup>ème</sup> séminaire du réseau REMAFEVE/REMALA, « Le devenir des Légumineuses Alimentaires dans le Maghreb », Hammamet, Tunisie, 100p.

**El Djaafari S., 2000** - Durum wheat breeding for abiotic stresses resistance: Defining physiological traits and criteria. *Option Mediterranean*, 40 : 251- 256.

**EMBERGER L.,1971-** Travaux de botanique et d'écologie. Edition masson et Cie 1971

**ESSAH P.A., 2000** – Sodium Transport in *Arabidopsis thaliana*. Master of Philosophy. Department of Plant Science and Pembroke College, Cambridge. 80 p.

**FAO (Food and Agricultural Organisation), 2001-** La foresterie urbaine et péri-urbaine.

**FAO., 2002** – Le sel de la terre: un danger pour la production vivrière. Sommet mondial de l'alimentation juin 2002.

**FAO., 2008** – Annuaire statistique de la FAO

**FAO., 2012** - Agriculture et Environnement: Les défis du 21<sup>ème</sup> siècle. 21<sup>e</sup> Session,

**FAO.,1988-** Programme de coopération technique ; programme de développement de productions fourragères et de l'élevage. Rapport de synthèse, 45p.

**FAOSTAT., 2015** - *Faostat Database*. Rome: Economic and Social Development Department.

Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, ENY-475.

**FLOWERS T.J. et FLOWERS S.A., 2005-** Why does salinity pose such a difficult problem for plant breeders. *Agricultural water management*. Vol. 78. N° 1-2: 15-24.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

**FLOWERS TJ., TROKE PF., YEO A R., 1977** – The mechanism of salt tolerance in halophytes. *Ann. Rev. Plant. Physiol.*, 28, 89-121.

**FOLTETE A.S., 2010** – Effet génotoxiques et systèmes de détoxification chez *Vicia faba* L (fabaceae) dans le cadre des sols pollués. These d' doctorat. Université de paul Verlaines-Meets. 245p.

**FROSSARD M., 1996-** Coordination, intégration, réseaux de services Enjeux pour la gestion des politiques publiques en direction des personnes âgées

**Gaucher G. et Burdin S., 1974-** Géologie, géomorphologie et hydrologie des terrains salés. Presse, Unis'. France, 227p.

**GAUDILLIERE J.P. et BARCELO M.O., 1990** – Effets des facteurs hydriques et osmotiques sur la croissance des talles de blé. *Agronomie* 1990. (10) p. 30-32.

**GERARD C., 1990** – La féverole, encyclopédique techniques agricoles. Partie production végétale : 2213p.

**GHASSIMI F., JAKEMAN AJ., NIX HA., 1995-** Salinisation *of* land and water is an increasing problem in many areas *of* the world, particularly in arid and semi-arid regions where irrigation - *Science* - 526 pages

**GIRARD P., PROST J., BASSEREAU P., 2005** – Passive or Active Fluctuations in Membranes Containing Proteins *Phys. Rev. Lett.* 94, 088102: 60-64.

**GOSLING E., 2000** – The systematic status of *Mytilus galloprovincialis* in Western Europe: a review; *Malacologia*, 25 (2) : 551-568.

**GREEN C.F., HEBBLETHWAI A. et HELENE R., 1986.** The practice irrigating of faba bean. *Revue news letter* N° 5 Ed. ICARDA (Syrie), pp 26-31.

**GREENWAY H., MUNNS R., 1980** – Mechanisms of Salt tolerance in non-halophytes *Ann. Rev. Plants. Physiol.* 31, 149-90.

**GUERRIER G., 1983**–Capacité germinative de semences en fonction des doses graduelles en NaCl et importance des transferts sur milieux sodés ou témoins. 90p

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

**GUESSOUM A., 2001** – L'effet de l'irrigation sur la salinité du sol dans la région de Saada – Biskra., Thèse ing, Agro, Univ Batna., 50p.

**HADJADJ-AOUL S., CHOUIEB M., LOISEL R., 2009-** Effet des facteurs environnementaux sur les premiers stades de la régénération naturelle de *Tetraclinis articulata* Vahl Master en Oranie. *Ecologia mediterranea*, vol. 35: 19-31.

**HALITIM A. et DAOUD Y., 1994** – Sécheresse., Revue N°03, V : 05 Septembre 94., 151p.

**HAMADACHE A., 2003.** La féverole. Inst. Techn. Gr. Cult.(T.T.G.C), 13p.

**Hamdy A., 1999-**Saline irrigation and management for a sustainable use. In: Advanced Short Course on Saline Irrigation Proceeding, Agadir. 152-227.

**HAMZA M., 1977** – Action de différents d'apports de chlorures de sodium sur les physiologie de deux légumineuses (*phasolus vulgaris*, sensible) sensible et (*hedysarum curmosum*) Tolérante relation hydrique et ionique thèse doctorat. Univ. Paris.

**HANDA S., HANDA A. K., HASEGAWA P.M., et BRESSAN R.A., 1986** – Proline accumulation and the adaptation of cultured plant cells to water stress. *Plant Physiol.*, 80, p. 938-945.

**HANNANA M., DALIN N., BOUZID., 1995** – Importance du stade de développement de la plante et de la répartition entre amidon et sucres solubles dans la réponse du piment à la présence d'un stress salin.

**HASAN A.M., 1995** الأساس الفيزيولوجي للتحسن الوراثي في النبات. التربية لزيادة الكفاءة الانتاجية و تحمل الظروف القاسية الاكاديمية القاهرة 169-170 المكتبة.

**HASAN R., 1995** - Le travail qui fait l'objet de ce *mémoire de thèse* a été réalisé à la faculté de Droit., Sciences .... C. Le nouvel accord de pêche de 1995. Parag.3, le Maroc « ressemble à un arbre dont les racines.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

**Hassani, H., Heravi, H., and Zhigljavsky, A. (2009)-** Forecasting European industrial production with Singular Spectrum Analysis. *International Journal of Forecasting*, 25, 103–118.

**Hayashi H, Murata N., 1998-** Genetically engineered enhancement of salt tolerance in higher plants. In K Satoh, N Murata, eds, *Stress Responses of Photosynthetic Organisms*. Elsevier Press, Amsterdam, pp 133–148

**Heller, K.A. et Perleth Ch., 2004-** Adapting Conceptual Models for Cross-Cultural Applications. In J.R. Campbell, K. Tirri, P. Ruohotie & H. Walberg (Eds.), *Cross-Cultural Research: Basic Issues, Dilemmas, and Strategies* (pp. 81-101). Tampere, FL: Hame Polytechnic (University of Tampere, Finland)

**HENIN S., 1976 –** Définition de la sécheresse, politique d'utilisation de l'eau. *Fourrage* 67, p13-25.

**Hernandez, J.A., A. Jimenez, P. Mullineaux and F. Sevilla. 2000-** Tolerance of pea (*Pisum sativum* L.) to long-term salt stress is associated with induction of antioxidant defenses. *Plant Cell Environ.*, 23: 853-862.

**HERZOG H., 1984 –** Relation of source and sink during grain filling period in wheat and some aspects of its regulation. *Physiol. Plant.*, 56,p. 155-160.

**HOPKINS., 1999-** Introduction to plant physiology. Second edition. The University of Western Ontario. Edit. John Wilay and Sons., Inc, 512p.

**Hsiao T.C., Acevedo E. Fereres and D.W. Henderson., 1976 -** Stress metabolism: water stress, growth, and osmotic adjustments. *Phil. Trans. R. Sot. Lond. B.* 273:497-500.

**Ibriz M , Thami Alami I , Amotfi S, Al Faiz C, Rachidai A., 2007 -** Réponse de quelques écotypes marocains de luzerne (*Medicago sativa* L.) à différentes concentrations de chlorure de sodium. Congrès International de Biochimie. Marrakech, Maroc, 3-6 Mai 2004.

**IMMAMULHUQ SMn, et LARHER F., 1985-** Dynamic of Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, and proline accumulation in salt-treated *Vigna sinensis* L. and *Phaseolus aureus* L. *J.plant.physiol.*, 119, P133-147.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

**IPTRID** , **2006** – Extension de la salinisation et Stratégies de prévention et réhabilitation Thèse d'Etat de l'Université d'Alger Conférence électronique sur la salinisation IPTRID (Programme International pour la Technologie et la Recherche en Irrigation et Drainage). FAO, CISEAU : Etude des sols des Plaines du Chélif., 582p.

**IPTRID., 2006** – Conférence électronique sur la salinisation. Extension de la salinisation et stratégie de prévention et réhabilitation. P 2, 11.

**IPTRID., 2006** – Conférence électronique sur la salinization. Extension de la salinisation et stratégie de prévention et réhabilitation. P 2, 11.

**JENSEN E., 1986** – Symbiotic N fixation in pea and Field bean estimated by N<sub>15</sub> fertiliser dilution in Field experiment with barley as a reference crop. Plant and soil, 92, p3-13.

**JOHNSTON NP et UZCATEGUI ME.,1990-** The effect of Soybean, Meal, better lupine ; Faba bean and pea on the growth and location of rabbits of apply. Rabbit.Resea, 12, (1), P42-44.

**JORGE I., NAVARRO R M., ARIZA D et JORRIN J.,2006-** Variation in the holmaok leaf proteome at different plant developmental stages, between provenances and in response to drought stress. Proteomics; 6: p 207-214.

**JOSHI., 1984** –Effet of salinity stress on organic and mineral constituents in the leaves of *pigeonpea Cajanus cajan* L.Var.C-11.plant and soil, 82,P69-76.

**KABAR K., 1986** - Alleviation of salinity stress by growth regulators on seed germination .J Plant .Phyiol.128.p 79-83.

**Kameli, A. et Lösel, D.M. (1995)**-Contribution of carbohydrates and other solutes to osmotic adjustment in wheat leaves under water stress. J. Plant Physiol., 145 : 363-366.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

**KESSIRAN M.M., 2003** – Gestion de l'irrigation dans le milieu salin. Recueil des communications des journées techniques et scientifiques sur la qualité des eaux du Sud. Volume III, El-Oued les 19 ET 20 mai 2003.

**KHARAAT M., SADIKI M.et MAATOUGUI M.F.H.,2002.** Analyse de la stabilité du Rendement de Lignées Améliorées de fève et de Féverole dans la Région du Maghreb,Proceedings du 2<sup>ème</sup> séminaire du réseau REMAFEVE/REMALA, « Le devenir des Légumineuses Alimentaires dans le Maghreb », Mammamet, Tunisie, 100p.

**KHARAAT, 2002.** Etude de la Virulence de l'Ecotype de Beja d'Orobanche foetida sur Différentes Espèces de Légumineuses. Proceedings du 2<sup>ème</sup> séminaire du réseau REMAFEVE/REMALA, « Le devenir des Légumineuses Alimentaires dans le Maghreb », Hammamet, Tunisie, 100p.

**KINET J.K.,BENREBIHA F.Z.,BOUZID S.,LAILHACAR S. et DUTUTT P., 1998** - Réseau Atriplex. Allier biotechnologies et écologies pour une sécurité alimentaire accrue en régions arides et semi-arides .Cahiers Agriculture,Vol.7, N° 6,p.505-509.

**KOLEV N.,1976** – Cultures maraichères en Algérie.(I) FAO, p. 178-186.

**KOSLOWSKI T.,1968**– Water deficits and plant growth.Vol.II .Academic Press, New

**Kotchoni S.O., E.W. Gachomo, B.O. Omafuvbe and O.O. Shonukan., 2006-** Purification and Biochemical Characterization of Carboxymethyl Cellulase (CMCase) from a Catabolite Repression Insensitive Mutant of *Bacillus pumilus*. Int. J. Agri. Biol. 8: 286–292.

**LANGRIDGE R., J. Christian-Smith, and K. A. Lohse., 2006-** Access and resilience: analyzing the construction of social resilience to the threat of water scarcity. Ecology and Society **11**(2): 18

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- LARCHER Z., 1980** – Transpiration and photosynthesis of detached leaves and shoots *Quercus pubescens* and *Quercus ilex* during desiccation under standard conditions. Bull. Res. Coun. Isr.(8D) :p :213-224.
- LAUMONIER R., 1979** – Cultures légumières et maraichères, Tome III. Ed.J.B.BAILLIERE, 276p.
- LAUTER DJ., 1981** – Salt response of chickpeas influenced by N Agric J 73:961-966.
- LAZREK F., HUGUET T. et AOUANI M.E., 2002.** Réponse au stress salin de lignées Tunisiennes de *Medicago truncatula*. Actes du Symposium Franco Maghrébin : Applications Biotechnologique de la Fixation de l'Azote, Hammamet, Tunisie, 15-18.
- LE HOUEROU H N., 1995-** Considérations biogéographiques sur les steppes arides du nord de l'Afrique. Sécheresse, 01/06/1995, vol. 6, n. 2, p. 167-182
- LE HOUEROU,H.N. 1986** - Salt-tolerant plant of economic value in the Mediterranean basin.Reclamation and Vegetation Research .Vol.5: 319-314.
- LEBRETON J.C., LEGRAET S., GUIBERT S., MASSON F., RIGAUD J.P. et ROCTON L., 2009** – La féverole d'hiver, chambre d'agriculture de l'Oran, 10p.
- LEVIGNERON A., LOPEZ F., VANSUYT G., BERTHOMIEU P., FOURCROY P., et CASSE-DELBART F., 1995** – Les plantes face au stress salin. Cahiers Agriculture. 4(4). 263-273.
- LORD D., 1989** – Physiologie végétale, notes de cours (section 2) département des sciences fondamentales. UQAC. 77p.
- LUTTS S, KINET J M, BOUHARMONT J., 1996** -. Effects of salt stress on growth, mineral nutrition and proline accumulation in relation to osmotic adjustment in rice (*Oryza sativa* L.) cultivars differing in salinity resistance. Plant Growth Regulation, 19:207-218.
- Lynd LR, Weimer PJ, van Zyl WH., 2002-** Pretorius IS. Microbial cellulose utilization, fundamentals and biotechnology. Microb Mol Biol Rev.; 66: 506- 577.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- MAALEM et RAHMOUNE C., 2009** - Toxicity of the salt and pericarp inhibition in the germination of some *Atriples species*. American –Eurasian Journal of Toxicology Science. Vol.N°2.PP43-49.
- MAAS E.V., 1996** -Plant response to soil salinity. In: 4<sup>th</sup> National Conference and Workshop on the Productive Use and Rehabilitation of Saline Land. Promaco conventions Pty ltd, 25-30 March 1996, Albany Western Australia.
- MAATOUGUI M.E.H., 1996**.Situation de la culture des fèves en Algérie et Perspectives de relance, in réhabilitation of faba bean. Ed. actes, Rabat (Maroc) 202p.
- Maatougui, M.E. (1996)**.Situation de la culture des fèves en Algérie et Perspectives de relance. Céréaliculture. N°.29 :6-18.
- Maguy D., 2007** – Effet des contraintes biotiques en foret marécageuse, salinité et inondation, sur le fonctionnement hydrique, azoté, et carboné du *Pterocarpus officinalis* ( Fabacée). Activités de recherche, MCF UFR SEN, laboratoire de biologie et physiologie Végétale, maguy. Dulormne@ univ-ag.fr intégrée.
- Maillard J., 2001**- Le point sur l'irrigation et la salinité des sols en zone sahélienne. Risques et recommandations. Handicap International. Novembre 2001, 34p.
- MAINGUET M., 2003** -Les pays secs environnement et développement .Ellipses, Paris : 27-28.
- Majoul, T., Bancel, E., Triboi, E., Ben Hamida, J., Branlard, G., 2003** - Proteomic analysis of the effect of heat stress on hexaploid wheat grain: characterization of heatresponsive proteins from total endosperm. Proteomics 3, 175–183.
- MANSFLELD T.A.C. J, ATKINSON., 1990** -Stomata behavior in Water stressed plants. In: R.G. Alscher, J.R. Cumming (Eds),stress Reponses in plans: Adaptation and Acclimation Mechanisms.New York: Wiley-liss,p.241-264.
- MAOUI R., SAY B., EL HADJ B., FRIKH A. et GIRARD C., 1990**.La culture de la féverole en Tunisie. Ed. I.N.R.A.T, O.N.H., AGROPOL. et I.T.C.F., 16p.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

**MARSHNER Het POSSINGHAM J.V., 1975** – Effect of  $k^+$  and  $Na^+$  on growth leaf discs of sugar beet and spinach: 75, 6-16.

**MASHALI A., SUAREZ D.L., NABHAN H., RABINDRRA R., 2005** – Integrated management for sustainable use of salt-affected soils. Rome: FAO Soils Bulletin, now printing.

**Mauriès, M., 2003** - Luzerne : culture, récolte, conservation, utilisation. France Agricole Editions.

**MELONI D.A., OLIVA M.A., RUIZ.H.A., MARTINEZ C.A., 2001**- Contribution of proline and inorganic solutes to osmotic adjustment in cotton under salt stress. J. Plant Nutr. 24, 599-612.

**MERMOUD A., 2006** - Cours de physique du sol : Maitrise de la salinité des sols. Ecole polytechnique fédérale de Lausanne, 23p.

**MESKINE M., BOUZNAD Z., ALLAGUI M.B et AZIRI H., 2002.** La Rouille des fèves dans le Maghreb : Incidence de la Maladie et Sources de Résistance. Proceedings du 2<sup>ème</sup> séminaire du réseau REMAFEVE/REMALA, « Le devenir des Légumineuses Alimentaires dans le Maghreb », Hammamet, Tunisie, 100p.

**MEZNI M., ALBONCHI A., BIZID E. et HAMZA M., 2002** – Effet de la salinité des eaux d'irrigation sur la nutrition minérale chez trois variétés de luzerne pérenne (*Medicago sativa*). EDP Sciences, Agronomie 22, pp283-291.

**MEZNI M., ALBOUCHI A., BIZID E., et HAMZA M., 2002** - l'effet de la salinité des eaux d'irrigation sur la nutrition minéral chez trois variétés de luzerne pérenne (*Medicago sativa*).Agronomic .22:283-291.

**Mikic A., 2011**- Words denoting Faba bean (*vicia faba*) in European languages. Ratar.Povrt./ Field Veg. Crop Res. 48:233-238

**MOHAMMAD M., SHIBLI. R., ADJOUNI M., NIMRI L.,1998**- Tomato root and shoot responses to salt stress under different levls of phosphorus nutrition. J. Plant Nutr. 21, 1667-1680.

**MONNEVEUX P et NEMMAR M.,1986** – Contribution à l'étude de la résistance à la sécheresse chez le blé tendre (*Triticum aestivium*) et chez le blé dur (*Triticum*

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

durum Desf) étude de l'accumulation de la proline au cours du cycle de développement. *Agronomie*, 3, 583.

**MONNEVEUX P et THIS D., 1997** - La génétique face aux problème de la tolérance des plantes cultivées à la sécheresse : espoir et difficultés. Cahiers « sécheresse », vol.8, N° 1, p. 29 – 37.

**MORGAN J.M., 1984** – Le stress hydrique et l'osmorégulation chez les plantes supérieures. *Ann. Rev. Plant physiol.*(35) :p :229-348.

**MUNNE –BOSCH et ALEGRE L., 2004**- leaf senescence contributes to plant survival under drought stress. *Funct Plant Biol* 31: 203–213

**Munné-Bosch S, Alegre L., 2004** - Die and let live: leaf senescence contributes to plant survival under drought stress. *Funct Plant Biol* 31: 203–213

**MUNNS R., 1981** “Screening methods for salinity tolerance: A case study with tetraploid wheat.” *Plant Soil*, 253, 201–218

**MUNNS R., 2002** - Comparative physiology of salt and water stress. *Plant cell and environment*, Vol.25:239-250..

**MUNNS R., JEMES R.A et LAUCHELI R., 2005** - Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereal. *Journal of Experimental Botany*. Vol.57, N° .5:1025-1043.

**MUNNS.R., JAMES. R.A., LAUCHLI. R., 2006** – Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. *Journal of Experimental Botany*;57(5): 1025-1043.

**Mwai GN, Schippers RR (2004)** *Solanum tarderemotum* Bitter. In: Grubben GJH, Denton OA (Eds) *Plant Resources of Tropical Africa 2. Vegetables*, PROTA Foundation, Wageningen, Netherlands /Backhuys Publishers, Leiden, Netherlands/CTA, Wageningen, The Netherlands, pp 498-501.

**N. Duc, P. Crill, D. Bastviken., 2010** - Implications of temperature and sediment characteristics on methane formation and oxidation in lake sediments *Biogeochemistry*, pp. 185-196

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

**NAM MH., HEO FJ., KIM SI., KWON KH., SEO JB., KWON O., YOO JS., PARK YM.,2003-** Proteome analysis of the responses of *Panax ginseng* C.A. Meyer leaves to high light: use of electrospray ionization quadrupole-time of flight mass spectrometry and expressed sequence tag data. *Proteomics* 3:2351-2367.

**NOUAR A.,2007** -On the solvability of a 4th order operator differential equation ». *ELECTRONICAL JOURNAL OF DIFFERENTIAL EQUATIONS*, N°137, PP 1-9. 8.

**NOURI.,2012** – La réponse de la fève *Vicia faba* L. au stress salin cas d'un sol sableux amendé en bentonite (these de magister. 89.

**NUESSLY G. S., AND S. E. WEBB. 2004** - a. Insect Management for Leaf Vegetables (Lettuce, Endive and Escarole). Entomology & Nematology Department,

**O**BATON M., MIQUEL M., ROBIN P., CONJERO G., DOMENACH A.M.,

**BARDIN R., 1980-**Influence du déficit hydrique sur l'activité nitrate réductase et nitrogénase chez le soja(*Glycine max* L. Merr.cv. Hodgson), *C.R.Acad. Sci.* 249, p 1007-1012.

**OSMAND A., 1976** – Ion absorption and carbon metabolism in cells of higher plant in encyclopedia of plant physiology, N.S., vol.II. Ion transport in plant II, pt. A: Cells, p, 347-372. Liilge.U. Pitman M.G, eds. Springer. Berlin. Herderberg.N.Y.

**P**ALONEN P., 1999 – Relationship of seasonal changes in carbohydrates and cold hardiness in canes and buds of three red raspberry cultivars. *J Am Soc Hort Sci:* 124, p, 07-13.

**PAPVC, 2009** – Pole Agronomie Productions végétales des chambres d'agriculture de Bretagne (revue) – cap agro. Printemps 2009, 41-42.

**Parida A.K., Das A.B., Das P., 2002** - NaCl stress causes changes in photosynthetic pigments, proteins and other metabolic components in the leaves of a true mangrove, *Bruguiera parviflora*, in hydroponic cultures. *J. Plant Biol.*, 45: 28–36.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

**PARIDA A.K. et DAS A.B., 2005** – Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 60, 324-349..

**Parker, S. K., Williams, H. M., & Turner N., 2006** - Modeling the antecedents of proactive behavior at work. *Journal of Applied Psychology*, 91: 636-652.

**PEARSON J. et STEWART G.R.,1986** – Chlorophyll fluorescence as tool in improvement for N<sub>2</sub> fixation efficiency. *Euphytica*(45): p: 43-47.

*Pennisetum thyphoides* L. à l'état juvénile. Mémoire D.E.S. Inst. Biol. Univ. Oran.

**Peron A., 2006-** Identification and functional characterization of a 5-transmembrane domain variant isoform of the NTS2 neurotensin receptor in rat central nervous system. *J.Biol.Chem.* 280:10219-10227, 2005.

**PHEE BK., CHO JH., PARK S., JUNG JH., JEON JS., BHOO SH., HAHN TR., 2004-** Proteomic analysis of the responses of Arabidopsis chloroplast proteins to high light stress. *Proteomic* 4:3560-3568.

**PLANQUAERT P.H. et GIRARD G.,1987.** La fêverole d'hiver, *Revue, I.T.C.F* 3<sup>ème</sup> Trim. 32p.

**POLIGNANO GB, SPLENDIDO R et UGGENTI P., 1991-** Protein polymorphism among genotypes of faba bean (*Vicia faba* L) from Ethiopia and Afghanistan. *Fabis*, p 8-11.

**PRAKASH A., KARADGE P., 1986** – Growth mineral nutrition organic constituents and rate of photosynthesis in *Sesbania gradiflora* L. Growth under saline condition. *Plant and soil* 93, p. 395-404.

**RADETSKI CM, FERRARI B, COTTELE S, MASFAREAUD JF; FERARD**

**JF.,2004** – Evaluation of the fenotoxic, mutagenic and oxidant stress potentials of municipal solid waste incinerator bottom ash leachates. *Sci. Total Environ.* 333(1-3) 209-218.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

**RAHMOUNE S., MAALEM et M'BAREK B., 2000** – Etude comparative de rendement en matière sèche et en matière azotée totale de trois espèces de plantes steppiques de genre *Atriplex*. Université Mentouri Constantine, 25000 Const, Algérie.

**Rahoui S, Chaoui A, El Ferjani E., 2008** - Differential sensitivity to cadmium in germinating seeds of three cultivars of faba bean (*Vicia faba* L.). *Acta Physiol. Plant*, 30(4): 451-456.

**RAISON J K, G. R. Orr.,1986** – Phase transitions in liposome's formed from polar lipids of mitochondria from chilling-sensitive plants. *Plants physiology* 81, p807-811.

**RAMADE F.,1984** –Eléments d'écologie: Ecologie fondamentale. Mc : Graw Hill, Paris. 387p.

**RAO I. M., R.E.SHARP,J.S.BOYER., 1987** - Leaf magnesium alters photosynthetic response to low water potentials in sunflower .*Plant physiology* 84 : p 1214 -1219.

**RAVEN P.H., EVERT F.E., EICHORN S.E., 1992** –Biologie of plants. Worth publishers, New York. 791p.

**Redondo-Gómez S, Mateos-Naranjo E, Davy AJ, Fernández-Muñoz F, Castellanos E, Luque T, Figueroa ME., 2008** - Growth and photosynthetic responses to salinity of the salt-marsh shrub *Atriplex portulacoides*. *Annals of Botany*; 100:555–563.

**REJILI ; NEFFATI N; MOUHAMMED VADEL H., 2006** – Comportement germinatifs de deux population de lotus creticus. L en présence du NaCl *Revue des Région Arides* n°17 page 65.75.

**RENAUT J., LUTTS S., HOFFMANN Let HAUSMAN JF., 2004** – Responses of poplar to chilling temperatures: proteomic and physiological aspects. *Plant Biology* (Stuttgart); 6: p 81-90.

**Requejo R. and Tena M., 2005-** Proteome analysis of maize roots reveals that oxidative stress is a main contributory factor to plant arsenic toxicity. *Phytochemistry* 66:1519–28.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

**Reynolds, R.W., N.A. Rayner, T.M. Smith, D.C. Stokes and W. Wang, 2001** - An improved in situ and satellite SST analysis for climate, *Journal of Climate*, 15, 1609-1625

**ROBERT M., 1996** – Le sol : interface dans l'environnement ressource pour le développement. Ed. MASSON, Paris. 96 P.

**Saba B. Bahouh., 1994** - "Technology Readiness as a Business Strategy", *Industrial Management & Data Systems*, Vol. 94 Issue: 8, pp.8-12,

**SAID BOUDAA, B, ABDELMAJID HADDIOUIB., 2011-** Effet du stress salin sur la germination de quelques espèces du genre atriplex « *Revue Nature et technologie* ». N° 05/Juin 2011.

**SANTORO M.M., LIU Y.,KHAN S. M. A., HOU L. X. and BOLEN D. W., 1992** - Increased thermal stability of chilling .*Protoplasma.*,137,p,45-55

**Sarry, J-E., Kuhn, L., Lay, P.L.,Garin, J. and Bourguignon, J., 2006-** Dynamics of *Arabidopsis thaliana* soluble proteome in response to different nutrient culture conditions. *Electrophoresis*27:495–507

**SAUTER J J, et KLOTH S., 1987** – Changes in carbohydrate and ultrastructure in xylem ray cells of populus in reponse to chilling. *Protoplasma.*, 137, p, 45-55.

**Saxena M.C., 1994** –Statut and scope production of Faba bean in the mediteraneancontriesoptinsméditerranéennes: Present statut and future pespects of faba bean production, I.C.A.R.D.A. Serie N°16, pp 15-20.

**SCHOFFL F.,BAUGMANN G.,RASCHKE and BEVAN M.W., 1986** - The expression of heat shock genes in higher plants.*Philosophical transactions of the Royal Society. London.B* 314: 453-468.Leaves in the dark.*Plant Physiol.*,51,508-511

**SCHONFELD M.P., RICHARD J.E., CARVER B.F.et MORNHI W., 1988** – Water relation in winter wheat as drought indication. *Plant sci.* 66, p. 95-101.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- Scippa G F, Di Michele M, Di Orio A, Costa A, Lassere B, Chiatante D (2005)**- The response of *Spartium junceum* roots to slope: anchorage and gene factors. *Ann. Bot.* 97, 857–866
- Selye H. 1936** - A syndrome produced by diverse nocuous agents. *Nature* 138(3479, July 4):32
- SERVANT J.M., 1975** – La salinité dans le sol et les eaux. Caractérisation et problèmes d'irrigation drainage. S.E.S. N°310, Montpellier, 27p.
- SHANNON M.C., 1986** - New insights in plant breeding efforts for improved salt tolerance. *Hort. Technol.*, 6:96-99.
- SHENG M.; TANG M.; CHAN H.; YANG B.; ZHANG F . et HUANG Y., 2008** - Influence of arbuscular mycorrhizae on photosynthesis and water status of maize plants under salt stress. *Mycorrhiza* 18, 287 -296.
- SHILPI M. et NARENDRA., 2005** - Cold, Salinity and Drought Stresses An Overview,” *Archives of Biochemistry and Biophysics*, Vol. 444, No. 2, , pp. 139-158.
- SIMINOVITCH D., WILSON C M., BRIGGS D R., 1953** – Studies of the chemistry of the living black locust in relation of its frost handiness. V. Seasonal transformations and variations in the carbohydrates: Starch-glucose Interco versions. *Plant Physiol*; 28: 383-400.
- SINCLAIR T et LUDLOW M.,1985** – Who taught plants thermodynamics the unfilled potential of plant water potential. *Amot.J. plant, physiol.* (12):p: 213-217.
- SINGH R.J et JAUHAR P.P.,2005** – Genetic resources, chromososome engineering, and crop improvement, Volume1, Grain Legumes. Ed CRC Press Taylor and Francis Group. P 363.
- SINGLETON P.W., BOULOOL B.B., 1983** – Effect of salinity on the functional component of the soybean-*Rhizobium japonicum* symbiosis, *Crop Sci*, 23.p 815-818.
- SMIRNOFF.,1999** – The role of active oxygene in the response of plants to water deficit and desiccation. *New phytol* 125: 27-58.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

**STATISTIQUES AGRICOLES.,1990** - Série B ; 1981-1990.Ed.Ministère de l'agriculture.Alger.

**STEWART C R ., BOGGESS S F., 1978** – Role of carbohydrates in proline accumulation in wilted barley leaves. *Plant. Physiology.* 61, p, 775- 778.

**STEWART C R., BOGGESS S F., ASPINALL D., et PALEG L G.,1977** – Inhibition of proline oxidation by water stress. *Plant. Physiology.* 59, p, 930-932.

**STODDARD F.L., NICHOLAS A.S., RUBIALES D., THOMAS J. et VILLEGAS-FERNANDEZ A.M., 2010.** Integrated pest management in faba bean. *Field Crops Research*11, 308-318.

**STRYER L., 1992** – La biochimie de Lubert Stryer. Eds Médecine Science inflammation : Paris 1088p.

**SZABLOCS I, 1994**– Soils and salinization .In :Pessarakli, M, (Ed), *Handbook of plant and crop stress.* Marcel Dekker, New York: 3-11.

**TAL M., 1984** – Selection for stress tolerance. In hand book of plant cell culture: *Technique for propagation and breeding* (D.A.Ewans, W.R.Sharp, P.V.Ammirato and Y.Yamadou, eds). Vol.I.p.461-488. Mac Millan Publishing Co., New York. ISBN0-02-9492 30-0.

**TAYLOR C R., 1996** – Proline and water deficit: Downs and Outs. *The Plant Cell.*, 8,p, 1221-1224.

**THOMAS F., 2008** – La féverole confirme son intérêt. *Techniques cultyrales simplifiées* N°48. 4<sup>ème</sup> édition. 102p.

**Troll W. and Lindsley G., 1955.** Aphotometric method for the determinations of proline *Biol Chem*, 215, p. 655- 660.

**TU J.C., 1981** – Effect of salinity on Rhizobium-root-hair inter-action, nodulation and growth of soybean, *Can.J. Plant Sci.* 61.p 231-239.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

**UNGAR I A., 1967** – Growth Regulators In: Ecophysiology of Vascular halophytes. CRC press Inc., Boca Raton, Florida. pp, 87-93.

**UNGAR I A., 1996**-Effect of salinity on seed germination, growth and ion accumulation of *Atriplex patula*.(Chenopodiaceae).Ann.Bot; 83,p 04-07.

**USSL, 1954**- Salinity Laboratory (**1954**) Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils. US Department of Agriculture Handbook, No. 60, 160 p.

**WAISEL Y., 1972** – Biology of halophytes. Acad. Press, New York, 395p. Water relations. Crop. Sci. 14 (5),p. 691 – 693.

**Wang Y, Zhang X, Zhang H, Lu Y, Huang H, Dong X, Chen J, Dong J, Yang X, Hang H., 2012** - Coiled-coil networking shapes cell molecular machinery. *Mol Biol Cell* 23(19):3911-22.

**Wang, Y. P., Houlton, B. Z., and Field, C. B., 2007** - A model of biogeochemical cycles of carbon, nitrogen and phosphorus including symbiotic nitrogen fixation and phosphatase production, *Global Biogeochem. Cy.*, 21, GB1018,

**WANG.Y., NIL. N., 2000** : Changes in chlorophyll, ribulosebiphosphate carboxylase-oxygenase, glycine betaine content, photosynthesis and transpiration in *Amaranthus tricolor* leaves during salt stress. *J. Hortic. Sci. Biotechnol.* 75, 623-627.

**WEIMBERG R LERNER HR and POLJAKOFF MA., 1984**- Changes in growth and water soluble solute concentrations in *sorghum bicolor* stressed with Na and K Salt, *physiol, plantarum.*,62, P472-480.

**WILLIAM HOPKIN G., 2003**- Physiologie Végétale lère Edition de boeck universities

**WYNJONES RG , STOREY R , LEIGH RA, AHMED N et POLLARD A., 1977**- Hypothesis on cytoplasmic osmoregulation. In Regulation of cell membrane activities in plants. (EMMARRE, O CIFFERI eds), Elsevier, Amsterdam, p121-136.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

**YEO A R., T J, FLOWERS., 1989** -Selection for physiological characters – examples from breeding for salt tolerance .In : H. G.Jones,T.J.Flowers,M. B.Jones (eds),plants Under Stress,Biochemistry,Physiology and Ecology and Their Application to plant Improvement Cambridge.Cambridge University Press,p 218-234.

**YEO A.R., 1983** –Salinity resistance: Physiologies and prices. *Physi. Plant*, 58, 214-222.

**YOUCEF H., 1988-** Contribution à la cartographie agrobiologique des sols sales sur Chlef. Mémoire Ingéniorat, I.T.A. Mostaganem.

**ZAGHOUANE O., 1991-** The situation of Faba bean (*Vicia faba* L) in Algeria.

Options méditerranéennes. Present statut and future perpects of faba bean production, I.C.A.R.D.A. Serie A, N°10.pp 123-125.

**ZAGHOUANE O., ADJOUT N., BOUCHATA K., BUHAOUCHINE L., BRANKI N. et SERAN N., 2000.**La réhabilitation et le développement des légumineuses alimentaires dans le cadre du plan national de développement agricole. *Céréaliculture*, N° 34, pp 61 -67.

**ZEGHOUANE O., 1989** -Situation de la culture de Fève en Algerie .Doc. RONEO.ITGC Alger

**ZHANG J W , DAVIE S., 1987** – Increased synthesis of ABA in partially dehydrated root tips and ABA transport from roots to leaves. *Journal of Experimental Botany* 38, p 2015-2023.

**ZHU J.K., 2001** - Plant salt tolerance. *Trenda in plant Sci.* 6: 66-71.

**ZID E., GRIGNON C., 1991-** Les tests de sélection précoce pour la résistance des plantes aux stress. Cas des stress salin et hydrique. L'amélioration des plantes pour l'adaptation aux milieux arides, AUPELF-UREF. Jon LibbeyEurotext, Paris : 91-108.