



République Algérienne Démocratique Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique
Université de Tissemsilt



Faculté des Sciences et de la Technologie

Département des Sciences de la Nature et de la Vie

Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme

de Master académique en

Filière : **Agronomie**

Spécialité : Production végétale

Présenté par : **BESBES HASSIBA**

AZZAZ RAHMANI AMEL

Thème

Contribution à l'étude de la résistance à la salinité
de la culture d'Orge vert hydroponique

Soutenu le 12-06-2023

Devant le Jury :

Mr Boukhalout S. Président

MAA

Univ-Tissemsilt

Mme Naimi S. Encadrante

MAA

Univ-Tissemsilt

Mr Abdelhamid. Examineur

MCA

Univ-Tissemsilt

Année universitaire : 2022-2023



Remerciements

Avant tout on remercie Dieu tout puissant de nous avoir donné le privilège, la chance d'étudier et de nous avoir donné force, courage, et patience pour accomplir ce travail.

Un remerciement spécial pour notre encadrant Mme NAIMI Souhila, maitre assistante A à la Faculté de SNV Université de Tissemsilt, qui nous a beaucoup aidé tout au long de la rédaction de ce mémoire et qui nous a orienté avec ses conseils et surtout merci pour sa patience. Merci pour votre gentillesse, vos précieux conseils et votre soutien à tous les instants.

Nous remercions vivement

Mr BOUKHALOUT Salah d'avoir bien voulu nous honorer en présidant le jury , tous nos remerciements a Mr ABDELHAMID Djamal, d'avoir accepté d'examiner notre travail malgré les charges qui lui incombent.

Nous tenons à remercier MmesChahihHadjira et Bentahar Nadia pour leur gentillesse, leur disponibilité et leur aide précieuse.

On remercie également de tous nos cœurs tous les enseignants qui ont contribué à notre apprentissage depuis notre jeune âge à ce jour, et on leur adresse nos sentiments respectueusement reconnaissant pour tout le savoir qu'ils nous ont prodigué. Enfin on remercie tous ceux qui ont contribué de près ou loin à l'aboutissement de ce modeste travail.



DEDICACES

Je dédie ce modeste travail à :

♥ Mes chers parents qui ont fait de moi ce que je suis aujourd'hui

♥ A mon cher Frère : Abdelkader

♥ A mes chères sœurs: Malika ; NourElHouda ; Imane; Wafa pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral

♥ Toute ma famille ;

A tout mes chers amis ; Abir; Nadia Bentahar ;

Abdelkader CH

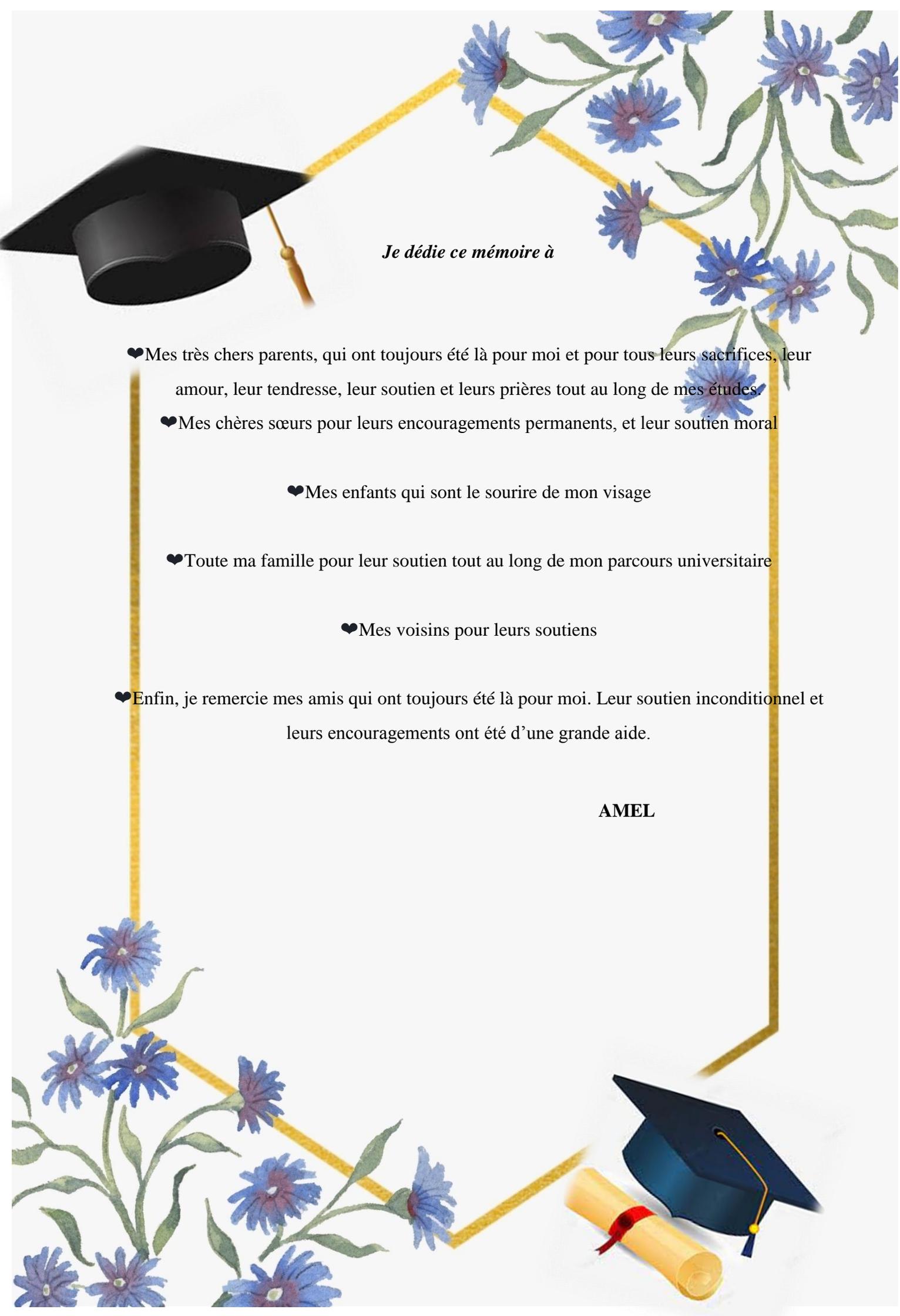
♥ Tous mes professeurs durant tous mes études ;

♥ A tous mes amis.

♥ La promotion de master 2 production végétale de l'année universitaire 2022-2023 ,
université de Tissemsilt;

HASSIBA





Je dédie ce mémoire à

- ♥ Mes très chers parents, qui ont toujours été là pour moi et pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études
- ♥ Mes chères sœurs pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral

- ♥ Mes enfants qui sont le sourire de mon visage

- ♥ Toute ma famille pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire

- ♥ Mes voisins pour leurs soutiens

- ♥ Enfin, je remercie mes amis qui ont toujours été là pour moi. Leur soutien inconditionnel et leurs encouragements ont été d'une grande aide.

AMEL

Table des matières

Table des matières

Remerciements	
Dédicaces	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des abréviations	

Partie Bibliographiques

Introduction	01
Chapitre I Généralités sur les cultures fourragères	
1. Généralités sur les cultures fourragères	03
2. Types des cultures fourragères :.....	03
2.1. Les opiacées fourragères.....	03
2.2. Les fabacées fourragères:.....	04
2.3. Les arbustes et arbres fourragères :.....	04
3. Intérêts des cultures foragers	04
3.1. Intérêts des légumineuses fourragères.....	04
3.2. Intérêts des graminées fourragères :	04
3.3. Intérêts des arbres et arbuste	05
4. l'état des cultures fourragères en Algérie.....	<u>05</u>
5. Les espèces fourragères cultivées sont	06
6. Etude monographie de l'orge	06
6.1. Généralités.....	06
6.2. Origin géographique et génétique	07
6.3. Classification de l'orge	07
6.4. Description botanique	08
7. Exigences agro-écologiques.....	10
8. Principales variétés d'orge cultivées en Algérie	10
8.1. Importance de l'orge en algérie	11
9. Accidents, maladies et ravageurs	12
Chapitre II la salinité	
1. Généralités sur la salinité	
1.1. Salinisation des sols	
1.2. L'origine de la salinité	17

Table des matières

1.2.1. La roche mère	17
1.2.2. la nappe phréatique.....	17
1.2.3. la minéralisation de la matière organique	17
1.2.4. Les engrais minéraux	17
1.2.5. Le sel apporté par l'eau d'irrigation	17
1.3. Salinisation des eaux	17
1.3.1. Définition d'eau saline	18
1.3.2. les principaux sels dissous	19
1.3.3. l'origine des eaux salines	20
1.4. La salinité dans le monde et en Algérie	22
1.4.1. Dans le monde.....	22
1.4.2. En Algérie.....	23
2. Physiologie des plants en milieu saline	24
2.1. Effet des sels sur la plante.....	24
2.1.1. Effet de la salinité sur la germination:.....	25
2.1.2. L'effet de la salinité sur la croissance et le développement:	25
2.1.3. Mécanismes de tolérance et d'adaptation à la salinité	26
Chapitre III La culture hydroponique	
1. Historique	30
2. culture hydroponique par rapport à la culture en Terre	30
3. Culture hydroponique par rapport à la culture en Terre	30
4. Avantages et inconvénients de la culture hydroponique	31
4.1. Avantages de la culture hydroponique	31
4.2. Inconvénients de la culture hydroponique	31
5. Aperçu de la production de fourrage hors-sol	31
Partie expérimentale	
Chapitre IV Matériels et méthodes	
1. Objectif de travail	33
2. Matériel d'étude	33
2.1. Matériels végétaux	33
2.2. Matériels de laboratoire.....	34
3. Conduite de l'expérimentation en hors sol	34
3.1. Préparation de la solution saline	34
3.2. Protocole expérimental	34

Table des matières

3.2.1. Essai sur la germination des grains	34
3.2.2. Essai sur le développement végétatif de l'Orge	35
a. Dispositif expérimental	35
b. Irrigation	36
4. Paramètres étudiés.....	36
4.1. Le taux de germination.....	36
4.2. Les paramètres morphologiques	36
4.2.1. La longueur des tiges	36
4.2.2. Matière fraîche	36
4.2.3. Matière sèche	37
5. Traitement statistique	37

Chapitre Interprétation et discussion des résultats

I. Interprétation des résultats	38
I.1. les paramètres des croissances :.....	38
I.1.1. Taux de germination :.....	38
I.1.2. Partie aérienne :.....	39
I.1.3. Matière fraîche:.....	40
I.1.4. Matière sèche :.....	42

Conclusion

Références bibliographiques	44
Liste des Annexes :	45
Résumé	

Liste des tableaux

Liste des tableaux

Tableau N°01 : Evolution de la superficie et production de culture fourragère en Algérie

Tableau N°02 : variétés d'orge cultivées en Algérie

Tableau N°03 : Evolution des superficies, productions et rendements de l'orge en Algérie

Tableau N°04 : Distribution régionale des sols salés et sols sodiques en million d'hectares

Tableau N°05 : Classification de la qualité des eaux d'irrigation

Tableau N° 06: Composition des solutions salines

Tableau N° 07 : Analyse de la variance ANOVA relative à l'effet de dose des sels sur la partie aérienne (LT)

Tableau N°08 : Analyse de la variance ANOVA relative à l'effet de dose des sels sur la partie aérienne (MF)

Liste des figures

Liste des figures

Figures N°01 : Les poeacées (graminées)

Figures N° 02 : Principaux stades de développement des graminées fourragères.

Figures N°03 : la culture hydroponique de l'orge (photo original).

Figures N°04 : Les grains préparés pour la germination (photo original).

Figures N°05 : Dispositif expérimental pour l'orge (Photos original).

Figures N°06 : Poids de la matière fraîche (Photos original)

Figures N°07 : Mesure de la matière sèche (Photos original).

Figure N°08 : Evolution du taux de germination en fonction des traitements.

Figure N°09: Evolution de la partie aérienne (LT) en fonction des traitements.

Figure N°10: Production de la matière fraîche en fonction des doses des sels .

Figure N°11: Production de la matière sèche de deux variétés d'orge en fonction de dose des sels.

Liste des abréviations

Liste des abréviations

Cm: Centimètre.

g /l : Gramme par litre.

mg/l : Milligramme par litre

NaCl : chlorure de sodium.

NS : effet non significative

MS : Matière Sèche

MF : Matière Fraiche

PS : Poids Sec

PF : Poids Frais

CCLS : centre de conditionnement et des semences

pH: degré d'acidité

°C : degré Celsius

CE: conductivité électrique

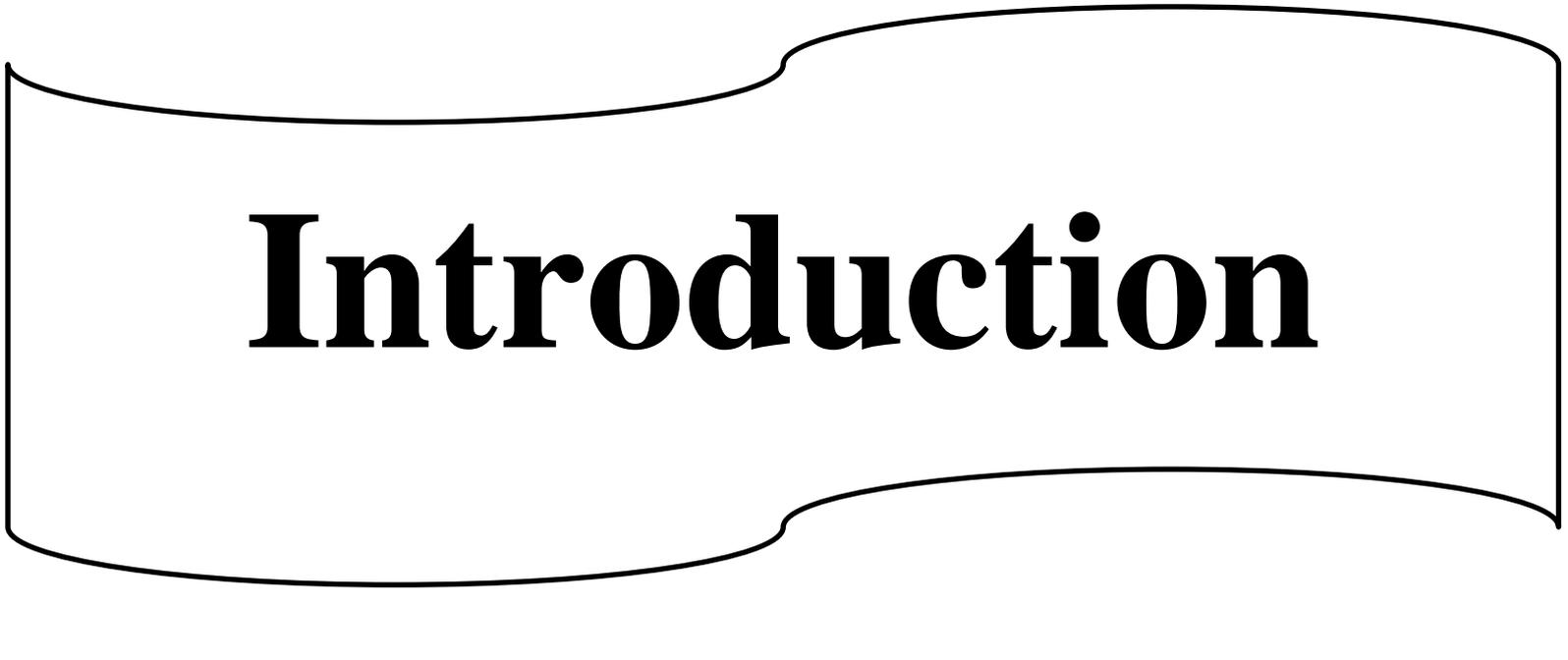
TG : taux de germination

LT : longueur des tiges

Ha : hectare

Qx : quintaux

% : Pourcentage.



Introduction

Introduction

Introduction

Dans les zones arides et semi-arides du monde, des ressources hydriques importantes sont disponibles mais elles sont de qualité médiocre (saumâtre). De plus, l'aridité engendre de fortes évapotranspirations des plantes qui augmentent la salinité des sols. De plus en plus, la salinité des eaux et des sols devient l'un des facteurs limitant la productivité des espèces cultivées (Fooland & Jones, 1991) et par conséquent, la production agricole dans le monde (Kingsboury & Epstein, 1984).

En Algérie, l'agriculture et l'élevage sont classés parmi les priorités du pays car servent de soutien et diversification de l'économie du pays. Alors que, la surface agricole utile ne représente que 3,6 % de la surface totale de l'Algérie (Belgat S, 2016). Le secteur agricole Algérien souffre d'une faible productivité due à plusieurs facteurs défavorables tels que (la variabilité climatique, la faiblesse des investissements, la dégradation des terres .) En effet, 3.2 millions d'hectares de terres agricoles sont menacés par la salinité (Szablocs, 1989 in Belkhodja et Bidai, 2004), notamment celles irriguées en zones arides (FAO, 2008). L'exploitation de ces terres est devenue inévitable pour répondre aux besoins croissants de la population en céréales. Les plantes sont toujours exposées aux différents types de contraintes (abiotiques et/ou biotiques). Le stress salin est l'une des principales contraintes abiotiques (Bartels et Sunkar, 2005 ; Chadli et Belkhodja, 2007). La réponse aux différents types de stress varie en fonction de l'espèce, de la variété (Flowers et Yeo, 1995 ; Niuetal, 2010) et même du stade de développement de la plante (Flowers et Yeo, 1995). Les effets de la salinité se manifestent par la toxicité directe dans les tissus et un déséquilibre de la nutrition minérale dû surtout à des compétitions entre les éléments (Soltani et al., 1990 ; Levigneron et al., 1995). La salinité agit différemment sur la germination selon les espèces et les variétés (Slama, 2004). Les céréales sont des espèces cultivées généralement pour leurs grains. La plupart des espèces appartiennent à la famille des graminées (Poacées). Ce sont : le blé, l'orge, le seigle, le maïs, le riz, le millet, le sorgho (Mouille, 1971). La céréaliculture occupe à l'échelle mondiale une place primordiale dans le système agricole. Elle est considérée comme une source principale de la nutrition humaine et animale (Slama et al, 2005).

Pour répondre aux problématiques de déficits fourragers ponctuels ou systémiques (Garcia-Carrillo et al, 2013), liés principalement à des contraintes climatiques : indisponibilité en eau (régions arides, sécheresses ponctuelles ou saisonnières) (Romero Valdez et al, 2009), la recherche d'alternatives est apparue sous forme de production de fourrages frais en hydroponie concernant au début, les cultures d'Orge et d'Avoine (Rodriguez-Muela et al, 2004).

Introduction

Le fourrage le plus consommé chez les animaux est l'Orge. Il représente actuellement l'aliment essentiel des ovins en Algérie (Benmahammed, 2004). L'Orge est riche en fibres, vitamines et minéraux grâce à l'utilisation de toute la plante (Jean-Paul Charvet, 2001).

La culture hors-sol ou l'hydroponie consiste en la mise en germination de graines de céréales ou légumineuses, jusqu'à la croissance des premières feuilles, dans un milieu contrôlé (lumière, température, humidité), et en conditions hors-sol (Anonyme, 2001).

De plus, il a été rapporté que le fourrage vert produit dans des conditions hydroponiques a une énergie métabolisable élevée, protéines brutes et digestibilité (El-Morsy et al, 2013).

L'objectif du travail est d'analyser les réponses de germination et la croissance en présence de différentes concentrations de NaCl chez trois variétés d'orges locales en culture hydroponique, afin de préciser ses limites de tolérances à la salinité.

Pour cela, nous avons adopté la structure suivante pour notre mémoire de fin d'étude :

Introduction générale.

Partie I : une synthèse bibliographique, elle comporte trois chapitres :

Chapitre 1 : les cultures fourragères en Algérie

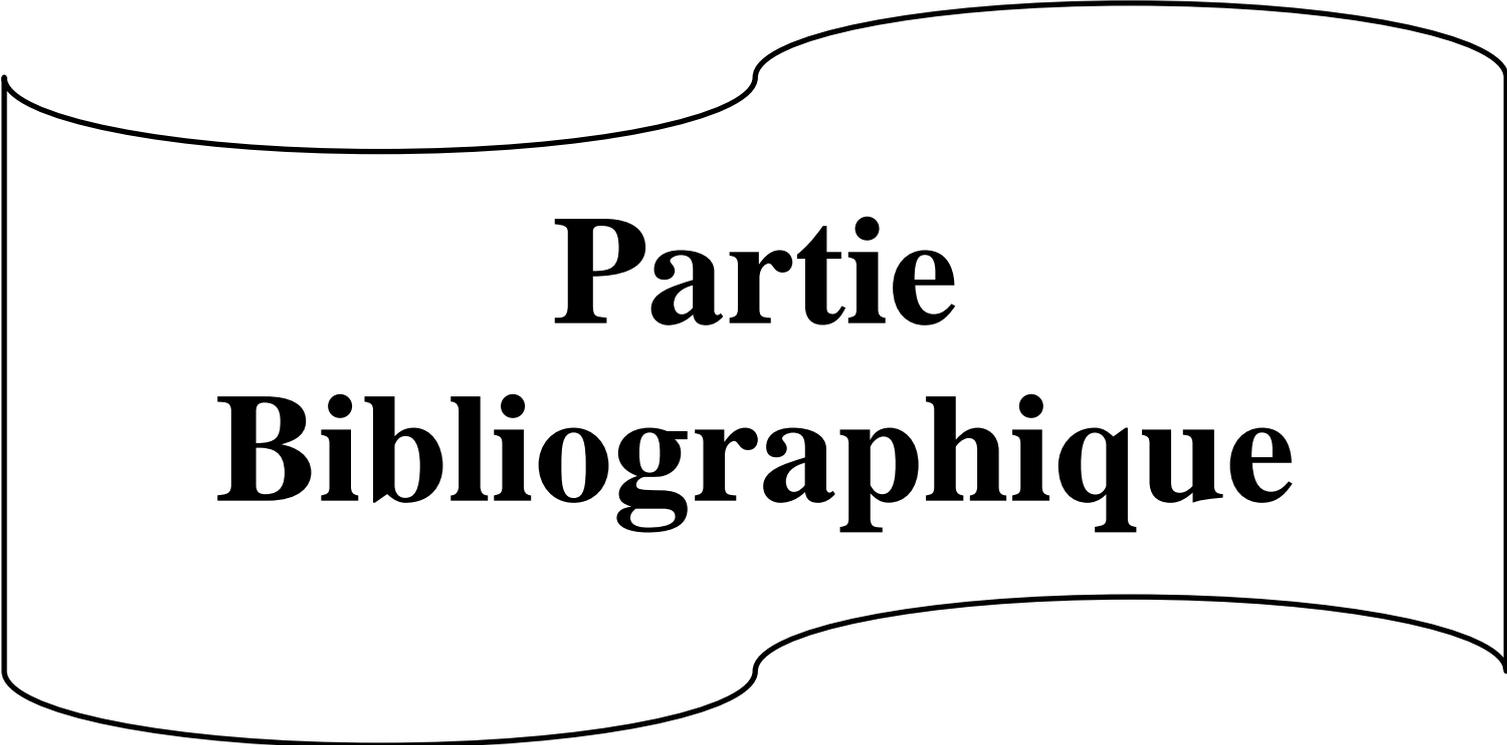
Chapitre 2 : Généralités sur la salinité

Chapitre 3 : La culture hydroponique

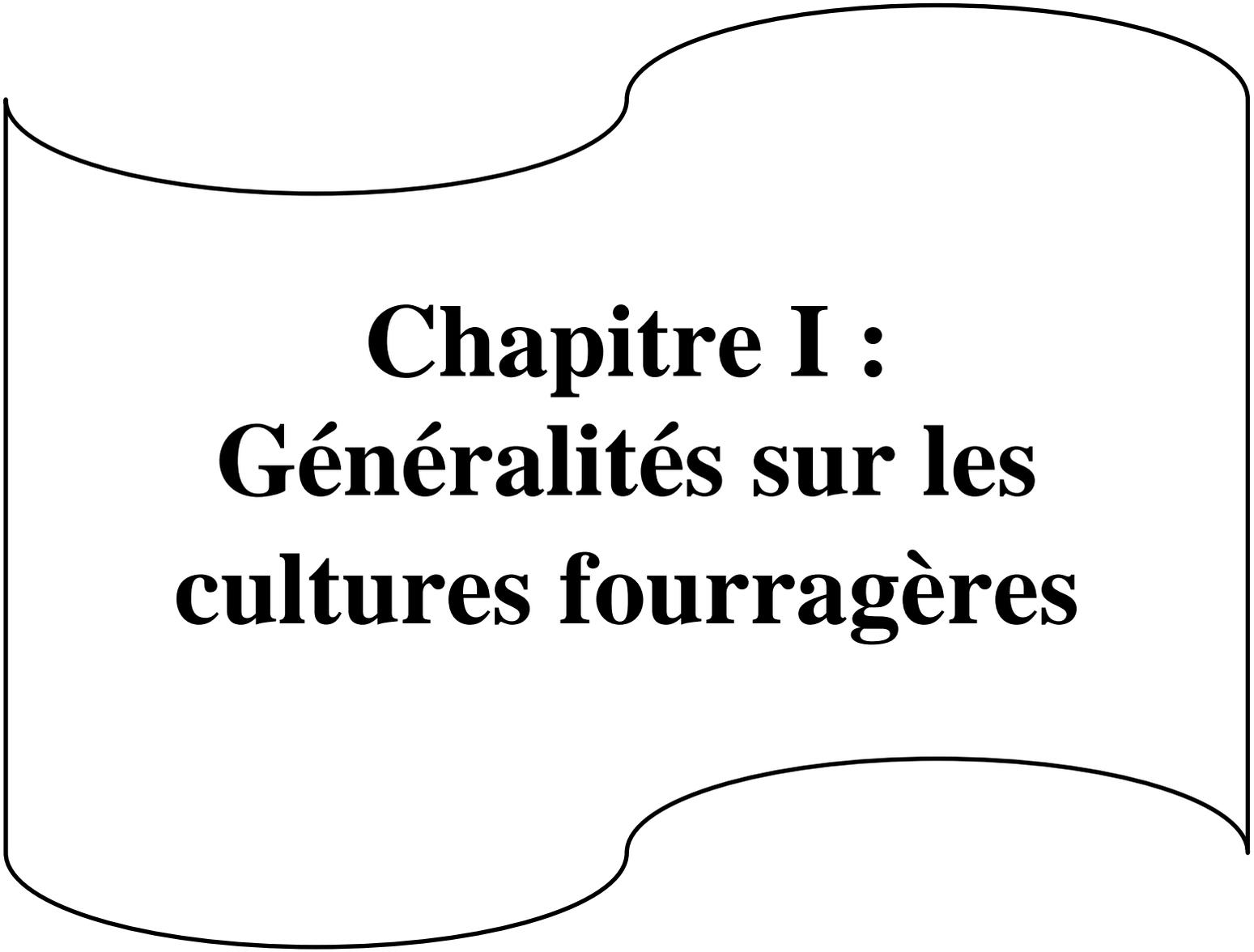
Partie II : Partie expérimentale : avec deux chapitres

Chapitre 1 : Matériels et Méthodes : protocole expérimentale et les paramètres suivis

Chapitre 2 : Résultats et discussions : présentation des résultats et interprétations



Partie
Bibliographique



Chapitre I :
Généralités sur les
cultures fourragères

1. Généralités sur les cultures fourragères :

Les cultures fourragères sont les cultures qui ont pour but de fournir des aliments au bétail (Pagot, 1985). Selon (Guy Et Bernard, 1999), les fourrages constituent la matière première pour la production animale d'ourson importance économique. En effet, les fourrages produits pourront être utilisés, selon le besoin, soit en vert par pâture ou distribution à l'auge, soit sous forme de réserve conservée sur pied, en foin ou en ensilage (Boudet, 1991).

Bien qu'il soit recommandable de trouver, pour chaque milieu, la plante fourragère à cultiver, la plupart des espèces proviennent des régions humides .

2. Types des cultures fourragères:

Les espèces fourragères cultivées se répartissent en 2 grandes familles, les placée et les fabacée, dont la biologie et les exigences techniques sont différentes (Klein et al, 2014). Selon(Demarquilly ;1973) et(Inra ;1998), la qualité des fourrages varie en fonction des facteurs climatiques et l'âge de la plante, notamment au cours de premier cycle de végétation (Benzahia ; 2019) .

2.1. Les opiacées fourragères :



Figure N°01 : Les opiacées (graminées) (sciensano.be)

Ce sont des plantes monocotylédones utilisées pour l'alimentation animale, sous forme de pâture ou fourrages. Elles peuvent être semées en prairies temporaire, en culture pure, en mélange ou en association avec une légumineuse fourragère (ex : trèfle) ou constituer le fond des prairies naturelles (Benzahia ; 2019) .

2.2. Les fabacées fourragères:

Les fabacées fourragères, groupe des plantes à fleurs (dicotylédones), dont le fruit est une gousse, comptant environ 18 000 espèces de répartition mondiale. Les légumineuses sont un groupe botanique à grand intérêt économique, avec des espèces alimentaires (pois, fèves, haricots), ornemental (arbre de Judée) et fourrager (luzerne, trèfle, sainfoin) (Grillot, 1954).

Pour ces cultures, nous devrions signaler que :

*La phase d'implantation de la culture est une phase délicate, en raison de l'installation lente des légumineuses fourragères qui sont caractérisées par des graines de petite taille.

*Le choix de la date de récolte est essentiel pour optimiser l'équilibre entre la biomasse récoltée et la qualité (teneur en protéines, digestibilité) de cette biomasse.

* la conservation est une étape délicate et doit permettre de préserver et de mettre à disposition des animaux la biomasse produite et les protéines disponibles en grande quantité. Trois modes de conservation sont possibles : foin, ensilage, déshydratation

2.3. Les arbustes et arbres fourragères :

Le fourrage ligneux est un excellent complément alimentaire pour les animaux des exploitations à vocation agropastorale. Son utilisation permet aux paysans d'engraisser les animaux à moindre coût durant les périodes où les sources d'aliments pour le bétail sont rares. De plus, les animaux permettent de maximiser la production agricole et de diversifier les sources de revenus par l'apport des différents produits issus de cet élevage. (Benzahia ; 2019) .

3. Intérêts des cultures fourragères:

3.1. Intérêts des légumineuses fourragères :

Ces cultures ont une propriété essentielle, celle de fixer l'azote atmosphérique de l'air dans des nodosités situées sur les racines, grâce à des bactéries du genre *Rhizobium*. De cette propriété résultent quelques critères des légumineuses fourragères :

1. Un fourrage riche en protéines.
2. Pas de besoin en fertilisation azotée.
3. Un effet améliorant sur la fertilité du sol.

4. Sa richesse en matières azotées digestibles (m.a.d.) reste élevée. Cette relative stabilité de la valeur nutritive procure une plus grande souplesse d'exploitation.

Même en saison sèche, même sous forme de foin, elles gardent une valeur protéique correcte (Benzahia ; 2019).

3.2. Intérêts des graminées fourragères :

✓ Les graminées fourragères sont pérennes, Leur production est élevée, dans les systèmes naturels, elles produisent 70 à 95 % de la biomasse herbacée.

✓ Elles doivent constituer la base de l'alimentation du bétail.

✓ C'est le plus résistantes aux diverses pressions écologiques : feu, broutage, piétinement, érosion .

✓ L'appétence des graminées pour les herbivores s'explique par la texture relativement tendre de leurs tissus, leurs goûts discrets et leur odeur non marquée par des substances désagréables ou répulsives.

✓ L'absence ou la faible teneur en substances toxiques ou en tanins ;

✓ La richesse en glucides digestibles (cellulose, sucres solubles, etc.) et en matières azotées, la facilité à les pâturer et à les brouter, leur abondance.(Benzahia; 2019) .

3.3. Intérêts des arbres et arbuste :

Les espèces ligneuses fourragères jouent un rôle important dans les systèmes de production notamment pour leur qualité, leur disponibilité saisonnière et la protection qu'ils offrent à la Strate herbacée

Le rôle du ligneux n'est pas seulement fourrager, il participe au maintien de la fertilité et alla fixation des sols en luttant contre l'érosion éolienne (Cesar ,2004)

4. l'état des cultures fourragères en Algérie:

L'alimentation du cheptel en Algérie est composée de : prairies naturelles, pacages et parcours, jachères, fourrages cultivés, les sous-produits des cultures céréalière (chaumes épailles) et des graines d'ogre et d'avoine (Merdjane Et Ikhlef, 2016).

En Algérie ; les espèces fourragères cultivées ne dépassent pas la dizaine d'espèces, lorsque la flore renferme un immense potentiel d'espèces pouvant faire l'objet de culture ou d'introduction au niveau des jachères et ; ou dans la réhabilitation des terres de parcours ou des zones dégradées.

Les cultures fourragères prennent de plus en plus d'importance ces dernières années. Celâtes dû à la résorption progressive de la jachère. Par ailleurs, cette tendance est encouragée parla forte rentabilité des productions animales.

D'après le tableau (01), nous constatons que la superficie des cultures fourragères est en augmentation progressive, elle a passé de 296277 ha en 2009, à 650651 ha en 2015.

Egalement, la production a passé de 11585,391(Qx) en 2009 à 16901,827(Qx) en 2015. Elles représentent cependant moins de 10% des cultures au niveau national. Les besoins enprotéines animales et donc en fourrages font que les cultures fourragères sont nettement insuffisantes pour assurer un bon approvisionnement du cheptel.

Les données sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Tableau (1): Evolution de la superficie et production de culture fourragère en Algérie
(DSA ;2019)

Algérie	Superficie (ha)	Production (qx)	Rendement (qx/ha)
2009	296277	11585,391	3,9103
2010	548232	12885,130	2,3503
2011	407533	10765,180	2,6415
2012	490589	12740,400	2,5965
2013	539184	13248,545	2,4571
2014	769969	17859,727	2,3195
2015	650651	16901,827	2,5976

5. Les espèces fourragères cultivées sont :

a. Espèces principales : l'Orge, l'Avoine, le Sorgho, la Luzerne pérenne, le Bersim et la Vesce.

b. Espèces secondaires : le Maïs, le Pois fourrager, le Pois protéagineux, la Féverole, le Lupin, les Luzernes annuelles, le Sulla, la Fétuque, le Raygrass, l'Agropyrum, le Triticale, le Mil, le Trèfle.

6. Étude monographie de l'orge :

6.1. Généralités :

L'orge occupe le quatrième rang dans la production céréalière mondiale avec 136 millions de tonnes en 2007, après le blé, le maïs et le riz (Anonyme b, 2008).

C'est une espèce adaptée aux systèmes de culture pratiqués en zones arides où elle constitue avec l'élevage ovin l'essentielle de l'activité agricole (Hakimi, 1989 in Menad, 2009).

L'orge est une espèce très rustique et peut donc être cultivée dans les zones marginales à sols plus ou moins pauvres, là où le blé ne peut donner des résultats satisfaisants. En outre, cette espèce est assez intéressante compte tenu de sa tolérance au sel et à la sécheresse. La période entre la moitié de novembre jusqu'à la moitié de décembre est considérée comme la période idéale pour sa culture.

L'orge est souvent considérée comme une céréale secondaire, alors qu'elle a des potentialités voisines de celle du blé (Gate et al., 1996 in Mossab, 2007). Toutefois, l'importance et les multiples usages de cette céréale lui confèrent une valeur stratégique dans l'alimentation animale comme plante fourragère et céréalière et lui permettent, en outre de jouer un rôle déterminant dans le comportement des marchés de l'ensemble des aliments du bétail (Sekkate et Leghzale, 1999 in Mossab, 2007).

L'orge est un fourrage de « référence » : 01 Kg de grain correspondant à une unité fourragère, contenant 75 g de matière azotées, qui en fait un aliment très apprécié, pouvant se conserver très longtemps et être transporté sur de longues distances (Somel, 1990 in Mossab, 2007). Elle représente l'alternative là où les fourrages de substitution sont très peu représentés (Oudina et Bouzerzour, 1993 in Mossab, 2007).

L'orge contribue à l'augmentation de la concentration énergétique des rations que doivent recevoir le cheptel ayant une capacité de production accrue ou qui sont conduit d'une manière intensive (Araba, 1999 in Mossab, 2007). Elle participe d'une façon importante à l'alimentation du cheptel sous différentes formes : grain, chaume, paille, fourrage vert comparativement à son rôle dans l'alimentation humaine (Benmahammad, 1995 in Mossab, 2007).

6.2. Origine géographique et génétique :

L'orge cultivée (*Hordeum vulgare* L.) de constitution génomique diploïde, est issue des formes sauvages de *Hordeum spontaneum* L., que l'on trouve encore aujourd'hui au Proche Orient. *Hordeum vulgare* L semble avoir pris naissance dans le croissant fertile, son centre d'origine. Des traces de cette espèce cultivée ont été trouvées dans les vestiges des habitants de la haute Egypte (Zohary, 1973 et Harlan, 1975 in Mossab, 2007).

6.3. Classification de l'orge :

D'après Chadeaud et Emberger (1960), Prats (1960) et Feillet (2000) cités par Souilah (2009), l'orge cultivée appartient à la classification botanique suivante :

- Règne : Plantae
 - Division : Magnoliophyta
 - Classe : Liliopsida
 - Sous classe : Commelinidae
 - Ordre : Poales
 - Famille : Poaceae
 - Sous famille : Hordeoideae
 - Tribu : Hordeae
 - Sous tribu : Hordeinae
 - Genre : Hordeum
 - Espèce : Hordeum vulgare L. Line, 1755 in Souilla (2009) classe les orges selon le degré de fertilité des épillets et la compacité de l'épi, en deux groupes :
 - Les orges à six rangs, dont les épillets médians et latéraux sont fertiles.
 - Les orges à deux rangs, seuls les épillets médians sont fertiles.
- Quant à Salter, 2005 in Souilla (2009), il classe les orges selon leur milieu de culture en 3 groupes : Les orges d'hiver, orges de printemps et les orges alternatives.

6.4. Description botanique :

6.4.1. L'appareil végétatif :

Les graminées sont des plantes herbacées de petite taille, la plante se développe en produisant un certain nombre d'unités : les talles

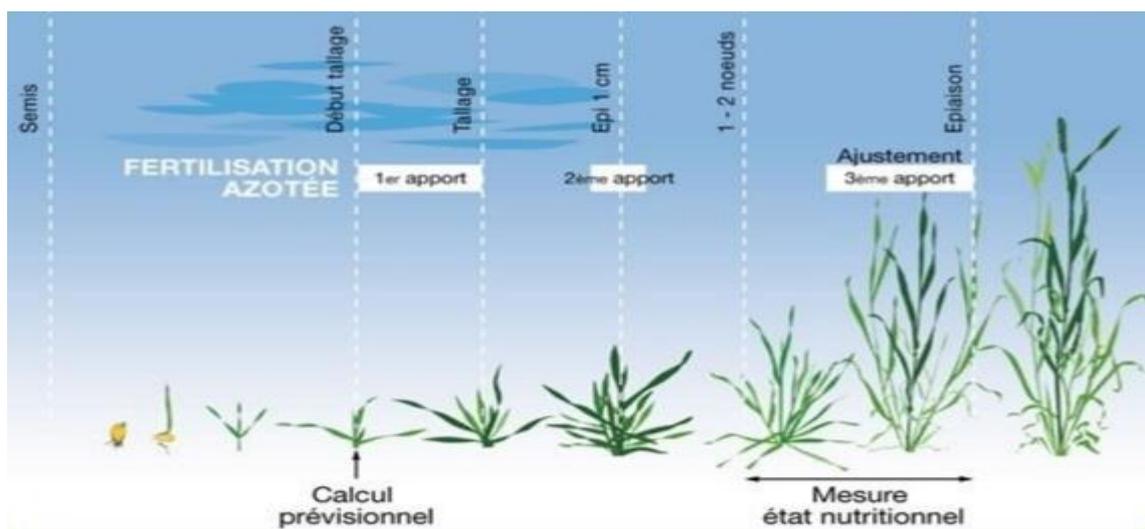


Figure N°02 : Principaux stades de développement des graminées fourragères (Cremer, 2014)

6.4.2. Le système racinaire :

Il est de type fasciculé, composé de deux systèmes qui se forment au cours de développement:

- Un système primaire ou séminale s'étalant de la germination à la ramification de la plantule « tallage »
- Un système secondaire ou système de racines coronaires apparaît au moment où la plante se ramifie « tallage »

6.4.3 .Le système aérien :

a. La tige

Sur la partie aérienne des céréales, on distingue une tige principale « le maître brin » et des tiges secondaires « les talles » qui naissent à la base de la plante (Gonde et Jussiaux, 1980, Boulalet al ., 2007) (in Kellil, 2010).Quant aux entre-nœuds et selon Belaid(1996), ils sont creux chez les blés tendres, l'orge et l'avoine, et pleines chez les blés durs. L'orge est caractérisée par un fort tallage supérieur à celui du blé et un chaume plus faible, susceptible à la verse par rapport que celui du blé (Camille, 1980).

a. Les feuilles

Sont à nervures parallèles et formées de deux parties : la partie inférieure entourant la jeune pousse ou la tige : c'est la gaine, la partie supérieure en forme de lame : c'est le limbe qui possède à sa base deux prolongements arqués glabre, embrassant plus ou moins complètement la tige ; les oreillettes ou stipules. A la soudure du limbe et de la gaine se trouve une membrane non vasculaire entourant, en partie, le chaume : la ligule qui est bien développée (Camille, 1980).

b. L'appareil reproducteur

L'orge est autogame. Son inflorescence est un épi composé d'unités morphologiques de base : les épillets « groupes de fleurs » enveloppées de leurs glumelles et incluses dans deux bractées ; les glumes (Belaid, 1996).

d. Le grain

Le fruit des graminées est un caryopse où le grain est soudé aux parois de l'ovaire, c'est un fruit sec indéhiscent. Chez l'orge le grain est vêtu; le péricarpe du grain se soude aux glumelles (Belaid, 1996).

e. Cycle de développement

Les graminées sont des espèces annuelles. Selon Soltner (2005), Parts et Grandcourt

(1971), Hadria (2006) in Bellebcir (2008), une série d'étapes, séparées par des stades repères, permettant de diviser en deux périodes la vie des céréales. Il s'agit :

- La période végétatif : comportant la germination, la levée et le tallage.
- La période reproductive : comportant la montaison, l'épiaison, la floraison (qui se développent elle-même en deux stades : stade laiteux et stade pâteux) et la maturité complète. (Benzahia ; 2019).

7. Exigences agro-écologiques

7.1. Sol

Les blés et les orges prospèrent sur une gamme assez variée de sols. L'optimum semble être des terres neutres profondes et de texture équilibrée (Simon et al, 1989). Les moins bonnes sont les terres très argileuses, mal drainées, les terres très calcaires et les terres trop sableuses, acides (Soltner, 1990).

7.2. Eau

Les exigences en eau sont légèrement plus réduites et surtout importantes au début de la végétation : l'orge est une céréale plus précoce que le blé, ce qui explique que sa culture s'est bien développée dans les régions à printemps sec (Soltner, 1990). Selon Simon et al ., (1989) les besoins globaux sont estimés à 450-500mm pour une production de 40quintaux.

7.3. Température

Le zéro de germination de l'orge est 0°C. L'orge est plus sensible au froid que le blé. Selon la sensibilité variétale, le seuil thermique de mortalité varie entre -12°C et -16°C (Simon et al ., 1989).

7.4. Photopériode

L'orge est adaptée aux jours longs. La durée d'éclairement doit être environ 12 heures pour que l'épi commence à monter dans la tige (Simon et al., 1989).

8. Principaux variétés d'orge cultivâtes en Algérie

Selon Boufenar et Zaghouan (2006), les variétés Saïda, Rihane 183 et Ticheurte sont largement distribuées en Algérie. Le recours aux autres variétés est lié à leur zone de prédilection. Certaines variétés existent mais sont peu demandées comme celles de Jaidor (Dahbia), Barberousse (Hamra), Ascad 176, (Nailia), El-Fouara. Le choix de la variété à utiliser dépend de ses caractéristiques agronomiques et de la zone de culture. Les principales variétés cultivées en Algérie sont regroupées dans le tableau 2

TABLEAU 2: VARIETES D'ORGE CULTIVEES EN ALGERIE

(Boufenar Et Zaghouane, 2006)

Variétés	Caractéristiques
Jaidor (dahbia)	A paille courte, fort tallage, bonne productivité, tolérante aux maladies et à la verse, sensible au gel.
Rihane 03	A paille courte, précoce, fort tallage, bonne productivité, à double Exploitation
Acsad68 (Remada)	Précoce, à fort tallage et bonne productivité, tolérante aux rouilles et à la verse, adaptée aux zones des plaines intérieures.
Acsad 60 (Bahria)	A paille courte et creuse, précoce, fort tallage, bonne productivité, Sensible à la jaunisse nanisant et résistante à la verse.
Acsad176 (Nailia)	Variété précoce, résistante à la verse et tolérante à la sécheresse, Sensible aux maladies (rouille brune, oïdium helminthosporiose, rhynchosporiose).
Saida 183	Variété locale, semi-tardive, à paille moyenne et creuse, tallage Moyen, bonne productivité, sensible aux maladies.
Tichedrette	Variété locale, à paille moyenne, précoce, tallage moyen, bonne Productivité et rustique.
El-Fouara	A paille courte ou moyenne, fort tallage, bonne productivité, tolérante Au froid, à la sécheresse et à la verse, adaptée aux Hauts-plateaux.

8.1. Importance de l'orge en Algérie

L'orge cultivée (Horde vulgaire L.) de constitution génomique diploïde ($2n=14$), est aussi ancienne que les origines de l'agriculture elle-même. L'orge à 2rangs, remontant au néolithique, 7000 ans avant Jésus Christ, a été trouvée dans le croissant fertile,

au Moyen Orient. Elle est considérée comme étant les restes les plus anciens de l'orge cultivée (Harlan, 1975).

L'orge est issue de formes sauvages de l'espèce *Horde* spontanée que l'on trouve encore aujourd'hui au Moyen Orient. L'orge est une monocotylédone, appartenant à la famille des Placées (Graminacée). Sa classification est basée sur la fertilité des épillets latéraux, la densité de l'épi et la présence ou l'absence des barbes (Rasmusson 1992).

Au stade herbacé, elle se distingue principalement des autres céréales par un feuillage vert clair, la présence d'une ligule très développée, des oreillettes glabres et un fort tallage herbacé. L'inflorescence est un épi, le plus souvent barbu. Le rachis porte sur chaque article trois épillets mono-flore, un médian et deux latéraux. Le grain est vêtu par des glumelles qui ne s'en séparent pas lors du battage, ce qui améliore la teneur en cellulose brute.

De manière générale, la production des céréales, en Algérie, est en deçà de la demande. Ceci exige une amélioration des rendements aussi bien en milieux favorables qu'en milieux contraignants (Meziani et al., 2011 ; Adjabi et al., 2014).

L'orge (*Hordeum vulgare* L.), dont les superficies approchent celles du blé dur (*Triticum durum* Desf.), trouve une multitude d'utilisations en alimentation humaine et animale. La demande est élevée en production animale, où cette espèce est utilisée sous forme de grain, de paille et même les chaumes et résidus laissés sur champs sont pâturés (Abbas et Abdelguerfi, 2008).

La culture de l'orge est pratiquée, en Algérie, essentiellement sur les hauts plateaux. Les superficies qui lui sont consacrées varient d'une année à l'autre avec une moyenne, sur plus d'un siècle (1901-2005), de 1 million d'hectares et une production moyenne variant de 1,6 à 18 millions q/an et une moyenne de rendement grain de 6.7 q/ha (Menad et al., 2011). De 2000 à 2006 les superficies variaient de 200.000 à plus d'un million d'hectares, cependant les rendements restaient faibles et variables d'une année à l'autre de l'ordre de 5 à 15 q/ha (Tableau 3).

Tableau 3. Evolution des superficies, productions et rendements de l'orge en Algérie (2000 / 2006) (MADRP, 2006)

Période	Superficies (ha)	Production (q)	Rendement (qx/ha)
2000	215630	1632870	7.57

2001	515690	5746540	11.14
2002	401400	4161120	10.36
2003	782380	12219760	15.61
2004	915440	12116000	13.23
2005	684648	10328190	15.08
2006	812280	12358800	15.21

L'orge est une espèce très adaptée aux systèmes de cultures pratiqués en zones sèches. Cette adaptation est liée à un cycle de développement plus court et à une meilleure vitesse de croissance en début du cycle. La culture de l'orge s'insère bien dans les milieux caractérisés par une grande variabilité climatique où elle constitue avec l'élevage ovin l'essentiel de l'activité agricole (Hakimi, 1989 ; Ceccarelli et al. 1998).

La sélection de nouvelles variétés relativement mieux adaptées et plus productives est un important objectif de recherche dans les régions semi-arides où de faibles progrès ont été faits en la matière notamment en ce qui concerne la tolérance vis-à-vis des stress abiotiques (Ceccarelli et al., 1998, Benmahammed et al., 2005).

9. Accidents, maladies et ravageurs

9.1. Accidents :

a. Gel hivernal

Le froid provoque des dégâts sur le rhizome, sur le plateau de tallage, sur les feuilles. Ils sont d'autant plus graves que la chute de température est plus brutale et la variété est plus sensible (Camille, 1980).

b. La verse

L'orge est des trois céréales (blé, orge, avoine) la plus sensible à cet accident, cette sensibilité à la verse constitue le facteur limitant principal de la fumure azotée, donc d'accroissement des rendements (Camille, 1980).

9.2. Les maladies

Selon Belaid (1996), les maladies des céréales influent sur la stabilité du rendement des différentes variétés et sur la qualité des grains récoltés, ces maladies sont surtout présentées

sur le littoral et les plaines sublittorales. Les plus souvent rencontrés et les plus graves sont les suivantes.

9.2.1. Les maladies fongiques

a. Charbon nu

Renferme deux formes, charbon nu (Stalag nua) et le charbon couvert (Stalaghorde) qui contamine les plantules de manière systémique par des spores portées à l'extérieur des semences ou persistant dans le sol. Les plantes malades sont rabougries et les grains sont remplis d'une masse noire enveloppées par une membrane transparente (Difallah ,2009).

b. Les rouilles

Sont des maladies provoquées par des champignons basidiomycètes du genre *Puccinia*. Elles détournent à leur profit une partie de la nourriture des plantes et des réserves en eau ; ce qui provoque des pertes de rendements qui peuvent atteindre 30%. On distingue :

- La rouille noire (*Puccinia triticales*) favorisée par l'eau et la chaleur.
- La rouille jaune (*Puccinia stratiformes*), dont l'aire de dispersion correspond aux zones littorales humides et tempérées.
- La rouille brune (*Puccinia recondit*) est celle qui provoque le moins de dégâts (LahouelHabiba ;2014).

c. Les piétins

Ils s'attaquent à la base des chaumes et des racines. Il existe essentiellement deux parasites : le piétin verse et le piétin échaudage (LahouelHabiba ;2014).

d. La fusariose

Fusai graminearum est l'agent causal de la fonte des semis des céréales qui se manifeste au moment de l'épiaison par des points noirs, ainsi la plante attaquée s'étiole et finit par mourir (LahouelHabiba ;2014).

c. La septoriose

Sectorisa n'odora attaque la jeune plantule et forme sur les jeunes feuilles des taches ovales brunes (Lahouel ;2014).

f. Carie du blé

Elle se manifeste à l'épiaison, l'épi carié se reconnaît au stade floraison par un port dressé, car plus léger, ébouriffés. Les grains cariés sont remplis d'une poudre noire (Lahouel ;2014).

g. Helminthosporiose

Helminthosporium graminée développe d'abord des stries jaunâtres sur les feuilles parallèles aux nervures qui brunissent. Le développement de l'épi est inhibé (stérilité)(Camille ;1980).

h. L'oïdium (Erysipèle gaminai)

Favorisé par l'alternance de conditions humides et sèches, forme des plages superficielles de mycélium blanc puis gris sur les feuilles, les gaines et les épis d'orge. Les feuilles restent vertes et actives pendant un certain temps après l'infection, puis les zones infectées meurent progressivement (Difellah ; 2009)

9.3. Les ravageurs

Selon Soltner (1990), les principaux ravageurs des céréales sont les suivants .:

- .Les limaces
- . Les nématodes
- Les taupins (Agriote sp)
- . Pucerons des feuilles (Rhopalosiphumpadi)
- .Les oiseaux
- . Rongeurs
- . Les mauvaises herbes



Chapitre II : **La salinité**

1. Généralité sur le stress salin

1.1.Salinisation des sols

La salinisation entraîne la dégradation des sols et elle menace à court terme une partie non négligeable des superficies cultivables du globe. Ce phénomène correspond à l'accumulation excessive des sels très solubles dans la partie superficielle des sols ce qui se traduit par une diminution de la fertilité du sol (Souguir et al ; 2013). Elle est accentuée par, l'évaporation rapide de l'eau pendant la saison sèche sous climat aride et semi aride. La salinité des sols a été mesurée par la résistivité des extraits de sol, qui permet de calculer leur teneur en sels solubles. Cette salinité s'exprime en conductibilité spécifique à 25°C de la solution obtenue à partir du sol en siemens S ou mhos/m sachant que $1\text{S/m} = 1\text{mhos/m}$ (Lallemand ;1980). La salinisation des sols se manifeste par deux voies, qui sont :

1.1.1. La Salinisation primaire

La salinité primaire elle est d'origine naturelle, due principalement aux sels qui ont pour origine le processus d'altération des roches. La migration puis le dépôt de ces sels solubles dépendent de l'intensité et de la répartition des précipitations et d'autres caractéristiques de milieu naturel.

Dans les régions arides et semi-arides, le lessivage et le transport en profondeur des sels dissous n'existent plus et l'évapotranspiration importante favorise la concentration des sels dans le sol (Lallemand ;1980).

1.1.2. la salinisation secondaire :

La salinité secondaire est due à des processus de salinisation liés à des activités anthropiques. Elle concerne des surfaces plus réduites que la salinité primaire mais a des conséquences économiques plus importantes car elle peut dégrader gravement la fertilité de zones cultivées

Les principales causes de la salinisation secondaire sont:

Le mauvais fonctionnement des systèmes de drainage/assainissement ;

La remontée de la nappe phréatique salée et la forte évapotranspiration;

L'irrigation avec des eaux à forts risques de salinisation et de sodification

et l'absence d'exutoire naturel pour l'évacuation des excès d'eau de drainage et d'assainissement (Badraoui et al., 2000).

1.2. L'origine de la salinité

La salinité a plusieurs origines, nous citons les suivantes :

1.2.1. la roche mère : Le sel peut s'être formé pendant la désagrégation de la Roch ; l'altération de la roche mère peut libérer les éléments nécessaires à la formation des sels solubles (altération de minéraux primaires riches en sodium, de roches volcaniques, des produits de l'hydrothermalisme riches en soufre et en chlore) (Boualla et al., 2012).

1.2.2. la nappe phréatique : D'après (Slama ;2004), la nappe phréatique salée et peu profonde provoque une salinisation de l'horizon de surface du sol par la remontée capillaire. L'aptitude du sol à transmettre l'eau et les solutés vers la surface dépend de la texture, l'homogénéité verticale du profil et de l'horizon de surface s'il est travaillé ou non. Le fort pouvoir évaporatoire de climats semi-aride, en été, influence sensiblement l'ampleur de la remontée capillaire.

1.2.3. La minéralisation de la matière organique : comme tout amendement organique, le fumier, lors de son application, peut augmenter la salinité du sol. La quantité de fumier et son pouvoir salinisant varient avec l'espèce animale (Slama ;2004)

1.2.4. Les engrais minéraux : utilisation des engrais minéraux, en particulier quand les terres soumises à une agriculture intensive ont une faible perméabilité et des possibilités limitées de lessivage influencent la salinité du sol par l'action spécifique de chacun de leurs ions, ainsi que par les quantités solubilisées (Anonyme ,2009 ; Slama, 2004).

1.2.5. Le sel apporté par l'eau d'irrigation : L'eau d'irrigation contient toujours une certaine quantité de sel et des méthodes incorrectes d'irrigation peuvent mener à l'accumulation de ce sel. Pendant l'invasion par l'eau s'évapore encore en profondeur et le sel transporté se précipite (Haj Najib ;2007).

1.3. Salinisation des eaux

Toutes les eaux naturelles utilisées pour l'irrigation contiennent des sels minéraux en solution qui proviennent des roches ou des matières solides à travers lesquelles elles ont filtré.

Les matières dissoutes les plus communes sont les chlorures, les sulfates, les bicarbonates de calcium, de magnésium, de sodium. La concentration et la proportion de ces sels déterminent la possibilité d'utiliser une eau pour l'irrigation. D'autres constituants comme le bore, qui a un effet toxique sur les végétaux, peuvent se trouver en moindres quantités dans l'eau d'irrigation. Les quantités excessives de ces sels peut affecter la croissance des végétaux (Haywa ; 1957).

1.3.1. Définition d'une eau saline

La salinité peut être déterminée directement par la somme des concentrations mesurées en éléments dissous et indirectement, à partir de la conductivité électrique (mS/cm). Toutefois, le terme de salinité est souvent utilisé comme synonyme de chlorinité qui désigne la concentration en chlore dissous sous forme de chlorures (mg/l ou g/l) (Klopman et al, 2011).

La teneur en sels est le critère le plus important pour évaluer la qualité de l'eau d'irrigation. 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. L'augmentation de la teneur en sels dans l'eau entraîne généralement une augmentation de la salinité de la solution du sol et donc sa conductivité électrique (Antipolis, 2003).

En fonction de leur niveau de salinité, on distingue: les eaux douces, saumâtres, salines et les saumures (Kharaka Et Hanor, 2005).

- Eau douce: eau dont la salinité est inférieure à 1g/l.

- Eau saline: eau dont la salinité est comprise entre 1 g/l et 35 g/l.

- Saumure: eau dont la valeur de salinité est supérieure à la valeur moyenne de celle de l'eau de mer, c'est-à-dire plus de 35 g/l TDS (3.5X 10⁴ mg/l TDS).

La salinité d'une eau d'irrigation est plus facilement accessible par la mesure directe de la conductivité électrique (CEi) à l'aide d'un conductimètre électrique dans des conditions standard de température (25°C). La conductivité, inverse d'une résistivité (en ohms), a longtemps été exprimée en mhos (en inversant l'ordre des lettres). Dans le système

international on se réfère désormais au Siemens (S), et à ses subdivisions (milli = m et micro = μ), pour exprimer une conductivité électrique :

1dS/m= 1mS/cm= 1 mmhos/cm=0,1S/m=1000 μ S/cm.(Marlet Et Job, 2006).
(Morin, 2009)

1.3.2. Les principaux sels dissous

a. Le sodium

Parmi les sels dissous dans l'eau, le sodium (Na). On utilise le SAR pour classier les risques reliés au sodium dans les sources d'eau d'irrigation. L'eau caractérisée par un SAR supérieur à 10 aura tendance à produire une accumulation de sodium dans le sol. Le sodium agit au niveau de la défloculation du sol argileux ce qui entraîne une diminution de la macroporosité (air) et du taux d'infiltration de l'eau(Tahaoui, 2016)

b. Les chlorures et les sulfates

Lorsqu'ils sont présents dans l'eau d'irrigation, ces éléments contribuent à augmenter la concentration des sels solubles. Des concentrations excessives de chlorures et de sulfates peuvent causer des brûlures sur le bout des feuilles et voire même entraîner la mort des plantes.Des concentrations de 250 à 400 ppm sont considérées comme indésirables pour l'irrigationdes plantes sensibles aux sels. Heureusement, les sels de chlorure et de sulfate sont rapidement solubles. Ils peuvent donc être lessivés dans les sols qui se drainent bien.

c. Le bore

Le bore (B) est un élément mineur essentiel à la croissance de la plante mais il n'est requis qu'en minime quantité. Le bore est soluble dans l'eau et on le retrouve dans plusieurs sources d'eau utilisées pour l'irrigation. Lorsque sa concentration dans l'eau excède 1 à 2 ppm, le bore peut être toxique pour le plant. De plus, le bore a tendance à s'accumuler dans le sol enformant des complexes chimiques qui sont difficiles à lessiver. (Tahaoui, 2016)

d. Le bicarbonate

L'abondance des ions bicarbonates (HCO_3^-) dans l'eau d'irrigation mérite aussi d'être évaluée. Dans le cas où l'eau d'irrigation contient un taux élevé de bicarbonates, on constate

une tendance à la précipitation du calcium et du magnésium ce qui fait augmenter le SAR. On considère que l'eau d'irrigation est inadéquate pour l'irrigation lorsque la concentration résiduelle de NaHCO_3 est supérieure à 2,5 méq / L. Par contre, si la concentration est en dessous de 1,25 méq / L, l'eau est probablement sécuritaire.

e. Autres éléments à considérer

D'autres éléments mineurs comme le chrome, le nickel, le mercure et le sélénium peuvent être potentiellement toxiques. Pour la plupart, ils se retrouvent principalement dans les effluents municipaux et industriels.

1.3.3. l'origine des eaux salines

Le cycle de la salinité dans les eaux continentales peut être subdivisé en deux grands domaines, le domaine « marin » lié directement ou indirectement à l'eau de mer et le domaine « continental » pour lequel les sels dissous sont issus essentiellement de l'interaction avec des roches sédimentaires (hors évaporites marines) et concentrées par l'évaporation (Kharaka Et Hanor, 2005).

a. Le domaine marin

L'intrusion marine représente l'un des mécanismes de salinisation les plus répandus qui affecte la qualité de l'eau côtière. Ce phénomène entraîne des niveaux de salinité qui peuvent dépasser les normes de potabilité de l'eau mais également compromettre son aptitude à l'irrigation (Jones et al., 1999 in Fekrache, 2014).

Sous certaines conditions, l'eau salée se propage à l'intérieur des terres et contamine les eaux de la nappe située à proximité de la mer. Par ailleurs, l'invasion des eaux douces par les eaux salées aura pour effet une dégradation des sols et une salinisation par suite des irrigations avec ces eaux (Boutkhil, 2007).

b. Le domaine continental

Les eaux, initialement faiblement minéralisées, peuvent par interaction avec les roches du bassin versant et par évaporation successive, devenir salines. Les concentrations en sels peuvent augmenter jusqu'à la précipitation d'évaporites. Notamment dans les zones arides ou semi-arides, les lieux principaux de la formation de sels solides sont les sols agricoles irrigués

et les bassins endoréiques où l'évaporation atteint ou excède l'influx d'eaux continentales (KLOPMAN et al., 2011). C'est donc, dans ces bassins que les risques d'accumulation de sels sont les plus élevés (Marlet et Job, 2006).

1.3.4. Classification des eaux salines

D'après MORIN (2009), les principaux critères utilisés pour décrire une eau saline sont :

a. Conductivité électrique : (CE)

Le degré de salinité y est indiqué en termes de conductivité électrique qui est une mesure facile à obtenir à l'aide d'appareils peu dispendieux (plus y a de sels dans l'eau plus la conductivité est grande). Cette classification des eaux d'irrigation proposée par l'United States Département of Agriculture (USDA).

Classe Conductivité électrique(CE) Indice de salinité

Classe 1 (C1) 250 $\mu\text{S}/\text{cm}$ basse salinité

Classe 2 (C2) 250 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 750 $\mu\text{S}/\text{cm}$ salinité modéré

Classe 3 (C3) 750 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 2250 $\mu\text{S}/\text{cm}$ haute salinité

Classe 4 (C4) au-dessus de 2250 $\mu\text{S}/\text{cm}$ très haute salinité

c. Sodium Adsorption Ratio: (SAR)

À l'aide du SAR, on divise les eaux d'irrigation en quatre classes. La classification est basée principalement sur l'effet du sodium sur les conditions physiques du sol.
Classe SAR Indice

Classe S1 SAR de 10 et moins bas taux de sodium

Classe S2 SAR de 10,1 à 18 taux moyen de sodium

Classe S3 SAR de 18,1 à 26 haut taux de sodium

Classe S4 SAR au-dessus de 26,1 très haut taux de sodium

Classe S1 - l'eau peut être utilisée sur pratiquement n'importe quel type de sol avec un risque minimal d'accumuler du sodium à un niveau dommageable.

Classe S2 - l'eau présente un danger appréciable d'accumuler du sodium à un niveau dommageable pour les sols ayant une texture fine et une capacité d'échange cationique (CEC) élevée. Par contre, l'eau peut être utilisée dans les sols sableux ayant une bonne perméabilité

Classe S3 - peut produire des niveaux dommageables de sodium dans pratiquement tous les types de sols. L'utilisation d'amendements tels que le gypse pourraient être nécessaires pour échanger les ions sodium. De plus, les pratiques culturales augmentant le drainage seront requises plus fréquemment.

Classe S4 - cette eau est généralement inadéquate pour l'irrigation.

1.3. La salinité dans le monde et en Algérie

1.4.1. Dans le monde

Les zones arides et semi-arides constituent environ les deux tiers de la surface du globe terrestre. Dans ces zones souvent marquées par des périodes sévères de sécheresse, la salinisation des sols est considérée comme l'un des principaux facteurs limitant le développement des plantes. A l'échelle mondiale, il est estimé que presque 800 millions d'hectares de terres sont affectés par le sel, que ce soit par la salinité (397 millions d'ha) ou par les conditions de salinisation associées aux teneurs en sodium (434 millions ha). En effet, la salinité s'étend sur plus de 6 % de la superficie totale de la planète, dont 3.8 % sont situés en Afrique. Ce phénomène devient de plus en plus inquiétant car la salinité réduit la superficie des terres cultivables et menace la sécurité alimentaire dans ces régions (BENIDIRE et al., 2015).

La salinisation des terres doit être considérée comme un risque majeur susceptible d'affecter environ 25% des superficies irriguées ou 10% de la production alimentaire mondiale.

Au-delà du processus de dégradation des ressources en sol et en eau, elle met plus généralement en péril la viabilité des exploitations agricoles et la durabilité des systèmes d'irrigation. Ce risque est particulièrement élevé dans certains pays des régions arides pour lesquels l'irrigation représente la principale source de développement agricole et de satisfaction des besoins alimentaires (Marlet et Job, 2006). (voir tableau n°04)

Tableau 04 : Distribution régionale des sols salés et sols sodiques en million d'hectares
(Marlet et Job, 2006).

Régions	Superficie totale (10 ⁶ ha)	Sols salés (10 ⁶ ha)	%	Sols sodiques (10 ⁶ ha)	%
Afrique	1899.1	38.7	2.0	33.5	1.8
Asie, Pacifique et Australie	3107.2	195.1	6.3	248.6	8.0
Europe	2010.8	6.7	0.3	72.7	3.6
Amérique latine	2038.6	60.5	3.0	50.9	2.5
Proche orient	1801.9	91.5	5.1	14.1	0.8
Amérique du Nord	1923.7	4.6	0.2	14.5	0.8
Total	12781.3	397.1	3.1	434.3	3.4

1.4.2. En Algérie

Les sols salins, sont très répandus dans le Tell algérien (où la salinité des sols est le principal problème de la mise en valeur) et dans les Hautes Plaines où ils forment de vastes placages aux alentours des chotts. Ce sont surtout dessolontchak où les chlorures de sodium sont a plus de 0,2 % et que la végétation est essentiellement halophile (Benchetrit, 1956).

En Algérie, ces sols sont caractérisés en général par une conductivité électrique supérieure à 7dS/m et un pourcentage de sodium échangeable qui varie de 5 à 60 % de la C.E.C (Aubert, 1975) (Daoud et Halitim ;1994) notent qu'en Algérie , la salinisation secondaire à la suite de l'irrigation avec des eaux diversement minéralisées a entraîné une extension de la salure dans de nombreux périmètre irrigués (voir tableau 05).

Tableau 05: Classification de la qualité des eaux d’irrigation (Daoud et HalitiM ,1994)

Conductivité électriques (dS/m)	Concentration (g/l)	Evolution américaine	Evolution russe	Evolution de Durand pour l’Algérie
CE < 0.25	< 0.2	Faiblement salée	Bonne qualité	Non salin
0.25 < CE < 0.75	0.2-0.5	Moyennement salée	Risque de salinisation	Salinité moyenne
0.75 < CE < 2.25	0.5-1.5	Fortement salée	Ne peut être utilisée sans lessivage	Forte salinité
2.25 < CE < 5	1.5-3	Très Fortement salée		Très forte salinité
5 < CE < 20	3-7	Salinité excessive		Salinité excessive

2. Physiologie des plantes en milieu salin

2.1. Effet des sels sur la plante

La présence de sels solubles en forte concentration dans le sol, affecte les mécanismes physiologiques de la plante, et constitue un facteur limitant majeur de la production végétale. Ainsi, la tolérance des plantes cultivées demeure limitée, compte tenu de la complexité des mécanismes impliqués dans la tolérance des plantes au sel (Bissati, 2011). Selon Parida et DAS (2005), les conséquences d’un stress salin peuvent résulter de trois types d’effets que le sel provoque chez les plantes :

-Le stress hydrique : une forte concentration saline dans le sol provoque chez la plante une forte diminution de la disponibilité en eau. D’après Xiong et al (2002), le stress osmotique dans les racines se produit quand il y a une forte pression osmotique de la solution autour des racines, entraînant une baisse du potentiel hydrique externe. En causant la déshydratation de la plante, ceci entraîne une réduction de la turgescence et la croissance.

- Le stress ionique : en dépit d’un ajustement osmotique correct, la toxicité ionique survient lorsque l’accumulation de sels dans les tissus perturbe l’activité métabolique (Parida et DAS, 2005).

- Le stress nutritionnel : des concentrations salines trop fortes dans le milieu provoquent une altération de la nutrition minérale. Les transporteurs ioniques cellulaires comme le Sodium,

entre en compétition avec le Potassium et le Calcium, les chlorures avec le nitrate, le phosphate et le sulfate (Parida et DAS, 2005).

2.1.1. Effet de la salinité sur la germination:

La germination est considérée comme une étape primordiale dans le développement de la plante. En effet, elle conditionne l'installation de la plantule dans son milieu, et sa productivité ultérieure. Le stade de germination se montre le plus sensible dans le cycle par rapport à la salinité (Bouda et Haddioui, 2011). Même les halophytes qui possèdent une teneur très élevée en sel dans leurs tissus au stade adulte, ne sont pas tolérantes au sel au stade de germination (Belkhodja et Bidai, 2004).

En effet, la salinité diminue la vitesse de germination et donc réduit le pouvoir germinatif. Cet effet diffère d'une espèce à une autre et dépend aussi de l'intensité du stress salin. La réduction du pouvoir germinatif est provoquée par l'augmentation de la pression osmotique de la solution du sol, qui ralentit l'imbibition et limite l'absorption de l'eau nécessaire au déclenchement des processus métaboliques impliqués dans la germination (Hajlaoui et al., 2007).

2.1.2. L'effet de la salinité sur la croissance et le développement:

La salinité est une contrainte majeure à la croissance et le développement des plantes (Bouaouina et al., 2000).

La réponse immédiate du stress salin est la réduction de la vitesse de l'expansion de la surface foliaire et même à son arrêt si la concentration du sel augmente. Ce qui conduit à la diminution de la biomasse sèche et fraîche des feuilles, tige et racines (Chartzoulakis et Klapaki, 2000; par réduction du nombre des feuilles (Ben Khaled et al., 2007).

Ce processus implique la diminution de la croissance des glycophytes en modifiant l'équilibre hydrique et ionique des tissus. Au niveau des feuilles, ce phénomène est associé à une baisse de turgescence, suite à une diminution du gradient de potentiel hydrique entre la plante et le milieu. La compartimentation des ions entre les organes (racines/parties aériennes), les tissus (épiderme/mésophile), ou encore entre les compartiments cellulaires (vacuole/cytoplasme) est l'un des mécanismes d'adaptation à la contrainte saline (Ouerghi et al., 2000).

La salinité élevée est diagnostiquée par une réduction dans la biomasse racinaire, la hauteur de la plante, le nombre de feuilles par plante, la longueur des racines et la surface

racinaire (Mohammad et al., 1998). Mais ,il reste que les effets de la salinité sur la croissance des plantes varient en fonction du type de salinité, de la concentration du sel, de l'espèce, de la variété, de l'organe de la plante, ainsi que de son stade végétatif (Levigneron et al., 1995).

2.1.3. Mécanismes de tolérances et d'adaptation a la salinités

La réponse des plantes à la salinité se manifeste par une réduction de lacroissance et des dimensions des feuilles. La réponse se manifeste aussi par le dessèchement du feuillage, l'augmentation de lasucculence et une réduction du nombre de feuilles et de stomates par limbe foliaire (Wahid Et Al., 1999).

La comparaison de l'anatomie des plantes soumises à la salinité indique que souvent la réponse est associée à des changements anatomiques. Ainsi Curtis et (Lauchli, 1987) observent une augmentation de la surface du mésophile relativement à celle de la cellule chez les espèces tolérantes. Dans les régions où la salinité est saisonnière, les plantes ajustent leur cycle de vie a la période qui est relativement plus favorable à la croissance. De telles espèces sont groupées par(Flowers Et Al ;1977) sous le vocable de pseudo halophyte. Elles se développent en milieu salin lorsque l'environnement racinaire est temporairement non salin suite à des pluies qui réduisent la concentration saline de la solution du sol. De même, certaines espèces tolèrent les excès de sel en faisant ressortir les ions en excès pour les compartimer, notamment dans les vacuoles, ou en synthétisant des molécules de solutés compatibles qui contribuent à l'ajustement osmotique pour maintenir la turgescence cellulaire ou par absorption sélective de l'ion K^+ et exclusion de l'ion Na^+ (Gorham et al., 1990).

La proline est un acide aminé qui s'accumule à des niveaux élevés chez diverses plantes soumises au stress salin (Rodriguez et al., 1997). Le taux de proline, en absence de stress, est insignifiant ; il augmente de manière significative en présence de stress. Cette substance joue un rôle protecteur dans la tolérance de la salinité (Munnset al., 2006 ; Ashraf et al., 2012).

2.1.4. Réponse de l'orge a la salinité

Les céréales constituent une importante source alimentaire dans de nombreux pays du monde, y compris l'Algérie où la faiblesse de la pluviométrie associée à la forte évaporation contribuent à l'accumulation des sels dans l'horizon de surface (Hamdy et al., 1995 ;

NedjimietDaoud, 2006).

Les céréales sont des glycophytes qui ont évolué en absence ou une faible salinité et les mécanismes qu'elles ont développés pour l'absorption, le transport, la recirculation et l'utilisation des minéraux sont perturbés sous salinité. Ainsi selon (Sharma et al ;2004) la germination chez ces espèces est fortement affectée sous stress salin. (Mansour et al ;2005) mentionnent que le stress salin affecte l'accumulation dès la matière sèche, l'assimilation chlorophyllienne, l'élongation foliaire et la croissance. Les effets du stress salin varient en fonction de l'âge de la plante, l'organe considéré, la nature des ions associés au sodium et l'intensité du stress salin lui-même (Munns et al., 2006). L'amélioration et la sélection des céréales pour la tolérance à la salinité et leur utilisation sur des sols modérément salins permet d'améliorer la production des zones sujettes à la salinité (Nawaz et al ; 1986). (Flowers Et Yeo (1995) considèrent que cette étape est impérative notamment pour produire des variétés tolérantes utilisables sous irrigation.

L'orge (*HORDEUM VULGARE L.*) est une spéculature importante en Algérie, où elle occupe une grande part des emblavements notamment en zones arides et semi-arides. Le genre Horde comporte des espèces halophytes, dont à titre d'exemple *Hordeum jubatum L.*, c'est donc une espèce intéressante pour les études relatives à la tolérance de la salinité. Selon (Niazi et al ;1992) l'orge cultivée, quoiqu'elle soit un glycophyte, se distingue par une importante variabilité de la tolérance vis-à-vis de la salinité. En effet certaines variétés peuvent croître sous salinité élevée ne perdant que 50% de leur capacité de rendement en grains (Greenway, 1962).

Selon (Munns et al.,2006), la tolérance de l'orge à la salinité est la limitation de l'accumulation excessive des sels à l'intérieur de la plante. En effet l'orge cultivée est capable d'exclure les ions Na^+ et Cl^- du circuit de la transpiration, de sorte que le flux de ces ions vers la tige est plus faible et presque indépendante la concentration en sels de la solution du sol (MUNNS ET AL., 2006).

2.1.5. Tolérance de l'orge a la salinité

a. La germination et la croissance des plantules

Les cultures telles que le haricot (*Phaseolus vulgaris*), l'aubergine (*Solanum melongena*), le maïs (*Zea mays*), la pomme de terre (*Solanum tuberosum*), et la canne à sucre (*Saccharum officinarum*) sont très sensibles au sel, à des seuils inférieurs à 2 dS m⁻¹, par contre la betterave à sucre (*Beta vulgaris*) et l'orge (*Hordeum vulgare*) peuvent tolérer des seuils supérieurs à 7 dS m⁻¹ de salinité.

L'orge est, en général, très sensible au stade plantule (germination-levée) et montre de la tolérance au cours des stades plus tardifs (<http://www.usssl.ars.usda.gov/saltoler.htm>). Comparativement aux blés dur et tendre, l'orge est une espèce tolérante au stress salin. La croissance et le développement de cette espèce sont cependant affectés par les excès de salinité, avec des effets variables selon le génotype et le stade végétatif subissant le stress. Le stade végétatif le plus sensible est le stade plantule (Greenway, 1973). Sous stress sévère, les racines ne sont plus aptes à extraire l'eau, et parfois elles cèdent leur humidité au sol avec lequel elles sont en contact (Blum et Johnson, 1992). Selon (Munns et Termaat ; 1986), sous stress salin la germination est fortement réduite et même retardée dans le temps ; elle est suivie par une faible élongation foliaire, résultant en un faible indice foliaire. Pour réduire de l'effet de la salinité sur la germination (Huang et Redman ; 1995) suggèrent de traiter les semences avec l'acide borique (H_3BO_3).

La germination est un stade végétatif clé dans le cycle de développement de la plante sous contrainte hydrique précoce et/ou sous contrainte saline parce qu'elle détermine le succès de l'installation de la culture dans un environnement plus ou moins favorable. En effet les semences sont déposées dans la couche superficielle qui contient généralement plus de sels et souvent moins d'humidité (Karou et al., 1988). Les plantes glycophytes répondent de la même manière que les plantes halophytes à la salinité, au cours de la germination. Sous stress salin, on note un retard du processus de germination associé à une réduction du nombre de graines germées (Keiffer et Ungar, 1997). Le processus par lequel la salinité inhibe la germination est très étudié. L'effet principal de la salinité sur la germination est un effet osmotique, plus qu'un effet de toxicité ionique (Almansouri Et Al., 2001 ; Bajji et al., 2002). Certaines études montrent cependant que l'effet ionique est prépondérant que l'effet osmotique, suite à la comparaison de l'effet du NaCl à celui du polyéthylène glycol (Tobe ET al., 1999). mentionnent que l'augmentation du poids frais des graines germées sous stress salin était plus faible en comparaison du poids frais des graines témoins, et concluent que le stress salin a un effet inhibiteur sur l'absorption de l'eau par les graines. Selon, Tester et Davenport (2003), les graines germées ne possèdent pas la capacité d'exclure les ions Na^+ et Cl^- par les racines ou de les compartimenter dans la vacuole comme le font les plantules plus adultes, ce qui les rend plus sensibles à la salinité.

Hosseini et al., (2002) rapportent que chez le soja (*Glycine max* L.), les génotypes qui tolèrent et germent sous forte salinité sont ceux qui possèdent la capacité

d'accumuler les ions K^+ et Ca^{2+} dans les tissus embryonnaires. Ceci suggère que ces ions possèdent la capacité de protéger la graine, en cours de germination, des effets du stress salin .

b. l'activité photosynthétique :

Selon (Munnset a ;2006), l'activité photosynthétique et la croissance cellulaire sont les premiers processus physiologiques touchés par le stress salin. Le stress salin induit la réduction de la disponibilité du CO_2 , qui s'ensuit sa diffusion restreinte à travers les stomates et les tissus du mésophile ou par l'altération du métabolisme photosynthétique (Lawlor et Cornic, 2002 ; Flexaset al ;2007). Il induit aussi des effets secondaires dits stress oxydatifs qui ralentissent l'activité photosynthétique foliaire (Chaves et Oliveira, 2004 ; Zhao et al., 2007). Sous stress salin, la plante subit un processus bi-phasique, la première phase montre un effet de stress hydrique et la seconde montre un effet de toxicité ionique. Flowers et al., (1991) mentionnent que des concentrations élevées de sodium dans les feuilles, affectent la croissance de la tige, suite à la réduction ou l'inhibition partielle ou totale de l'activité photosynthétique. Sous stress salin la plante subit un déséquilibre osmotique. Le milieu, avec lequel les racines sont en contact, exerce une pression osmotique plus élevée (plus négative) que celle du milieu cellulaire, induisant un efflux de l'eau de la racine vers le milieu extérieur (Gorham, 1992).



Chapitre III :
La culture hydroponique

1. Historique

La culture de plantes sur l'eau était pratiquée à l'époque des Aztèques et était utilisée pour les jardins suspendus de Babylone. C'est en 1860 que deux chercheurs allemands ont réussi à faire pousser des plantes sur un milieu composé uniquement d'eau et de sels minéraux.

Cette découverte a permis de mieux connaître la physiologie de la nutrition et le rôle des éléments minéraux (Benfadel, et al 2019)

La technique du hors sol a été introduite en Europe dans les années 70. Elle s'est développée d'abord dans le nord, en Hollande, pays où elle occupe les plus grandes surfaces, ensuite en Belgique, en Espagne, en France, en Italie et en Grèce (Essdaoui, 2013).

2. Qu'est-ce que c'est la culture hydroponique ?

La culture hydroponique est une nouvelle technique en constante évolution, très présente au fourrage vert qui est l'aliment prioritaire pour les animaux d'élevage, particulièrement les ruminants

Alors que nous assistons à l'innovation de l'agriculture, nous avons adopté cette technique au monde réel qui contribue dans l'un des défis auxquels les agriculteurs sont confrontés aujourd'hui, et qui consistent à obtenir le meilleur fourrage possible, en maintenant la régularité et la constance de l'approvisionnement au coût le plus bas possible et à résoudre certains problèmes agricoles liés à la variabilité du climat et à la présence des terres poreuses et salines. Tout cela sans compromettre la santé et le bien-être des animaux.

3. Culture hydroponique par rapport à la culture en Terre

La culture en terre est la méthode la plus conventionnelle des deux. C'est en réalité celle utilisée par la nature. En pratique, cela signifie que l'agriculteur a moins de facteurs à vérifier car la terre fait la majeure partie du travail. Les nutriments présents aident naturellement à maintenir les niveaux de pH dans la plante. La solution nutritive a aussi un pouvoir tampon, en particulier concernant le pH, mais cela n'a rien de comparable avec la terre. Un détail aussi trivial qu'un pH-mètre mal réglé peut avoir des conséquences dramatiques. Autre désavantage, l'hydroponie ne convient pas à toutes les cultures.

1.4. Avantages et inconvénients de la culture hydroponique :

Les inconvénients et les avantages de la culture hydroponique selon (Cannaweed, 2008)

1.4.1. Avantages de la culture hydroponique :

- Possibilité de s'absenter quelques jours grâce à l'automatisation relative d'un Rendements souvent supérieurs à celui d'une culture en terre (suivant l'expérience bien sûr)
- Traitement simplifié des carences, maladie ou champignons par rapport à la terre.
- Propreté optimale.
- Substrat réutilisable à l'infini (billes d'argile).
- Pas de souci de sûr/sous arrosage
- Un seul système est nécessaire pour tout le cycle.
- Moins d'attaques nuisibles du sol.
- Meilleure maîtrise de la précocité.
- Intense agriculture à forte production à la récolte. Meilleurs rendements surtout pour la culture de la tomate et autres cultures maraîchères.

1.4.2. Inconvénients de la culture hydroponique :

- Coût élevé au commencement de la culture dû à l'achat du matériel.
 - Obligation de surveiller régulièrement le PH et l'EC. -Consommation accrue d'engrais.
 - Obligation d'accroître la sécurité à cause de la proximité de l'eau et des câbles.
 - Nécessite l'utilisation des bacs de qualité suffisante pour éviter les fuites pendant l'absence du cultivateur.
- La culture hydroponique permet également d'automatiser la régulation de la température, de l'éclairage, du contrôle du pH, de la concentration en éléments nutritifs dans le liquide et de la ventilation. Grâce à son potentiel de productivité, elle permet d'obtenir d'excellents résultats tout en réalisant des économies d'eau.
 - L'hydroponie fait gagner du temps, beaucoup de temps. Et, dans ce cas, le temps, c'est vraiment de l'argent.

5. Aperçu de la production de fourrage hors-sol :

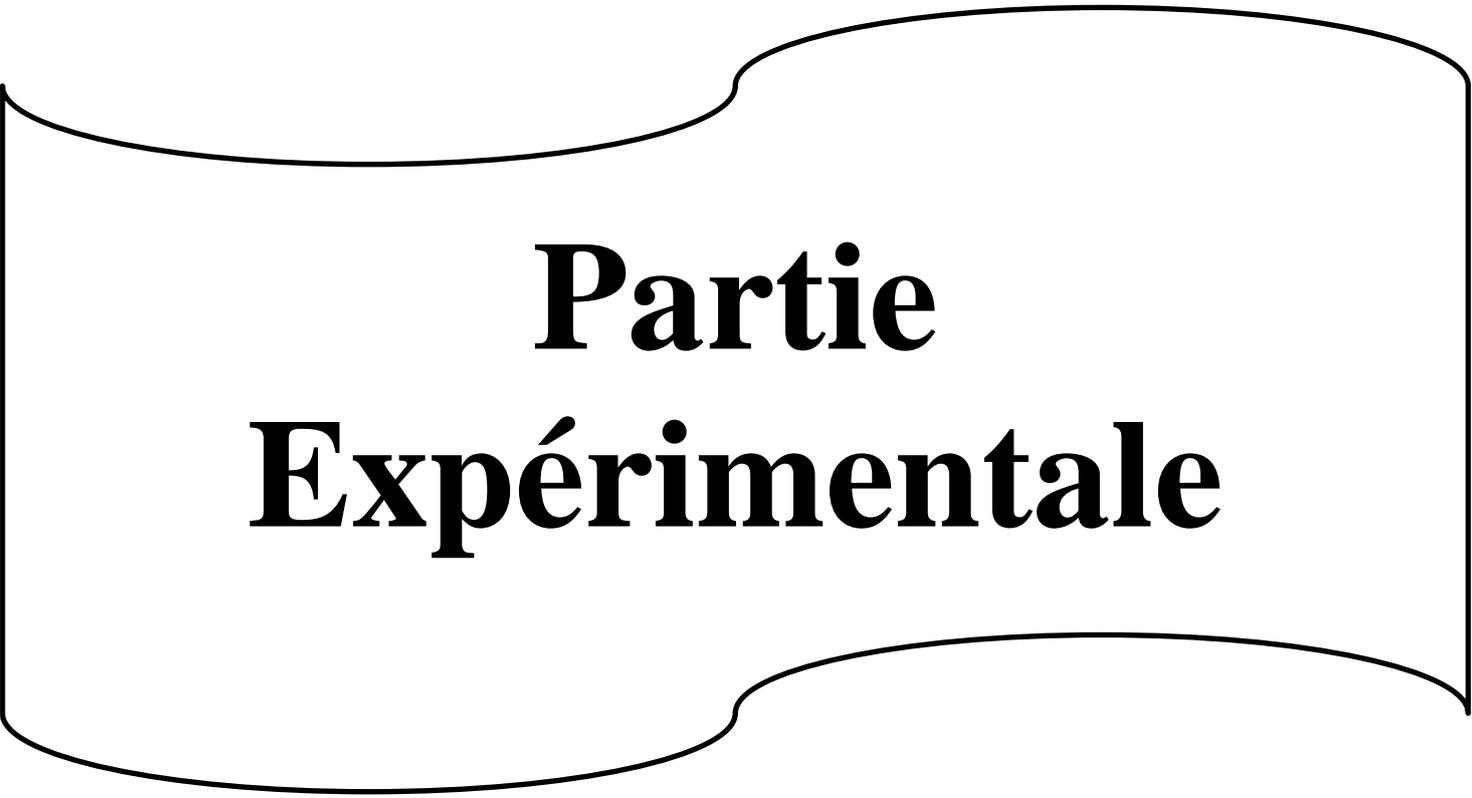
Cette méthode, qui consiste à faire germer des céréales dans des conditions de culture hors-sol, permet de produire de la biomasse végétale en seulement 7 à 15 jours. Le tapis végétal ainsi obtenu est composé de jeunes plantules et de leurs racines. Cette herbe, jeune, très appétissante et nutritive, est donnée directement aux animaux, en complément du fourrage traditionnel et d'une complémentation adaptée. Initialement développée dans les années 1930, cette technique est restée peu répandue en raison des capacités de production des systèmes

fourragers conventionnels. Toutefois, les déficits fourragers actuels dus aux contraintes climatiques et foncières suscitent des interrogations quant à son potentiel de développement dans certaines régions ciblées. En raison de son développement limité, il existe peu de références scientifiques et techniques sur cette méthode, ce qui rend floue sa mise en œuvre et son potentiel. Ce chapitre vise à présenter de manière synthétique cette technique de production, ainsi que les connaissances actuelles sur ses possibilités. (Boulechfar;2018).

Il a été indiqué qu'il est très agréable au goût, digestible et nutritif pour les animaux (Benfadel et al; 2019). La production délaite augmente de 8 à 13% avec l'utilisation de fourrage hydroponique. Il s'agit de la meilleure technologie alternative à utiliser pour les animaux laitiers utilisant des matériaux peu coûteux dans les endroits où la production conventionnelle de fourrage vert est limitée (Prafulla KN, Bijaya K, SwainNP, Singh, 2015).



Figure N°03 : La culture hydroponique de l'orge (photos original)



Partie
Expérimentale

Chapitre IV :

Matériels

et méthodes

الصوديوم ، جرعة الملح (كلوريد الـ

Matériels et méthodes :

1. Objectif de l'étude :

L'objectif de notre sujet de mémoire est de déterminer l'effet de la salinité de l'eau d'irrigation sur la germination de l'orge et son développement végétatif dans des conditions de hors sol.

2. Matériels utilisés :

2.1. Matériel végétal :

L'essai a été réalisé dans les laboratoires de la faculté des sciences et de la technologie de l'université de Tissemsilt. Les semences d'Orge utilisées dans l'expérimentation sont de deux variétés ; Saida et Sougueur. Ces dernières nous ont été fournies par la station de conditionnement des semences de Sougueur qui est sous la tutelle de la CCLS de Tiaret.

a-La variété Saida : est une orge d'origine locale, de bonne valeur agronomique, et de rendement moyen mais très sensible aux maladies cryptogamiques (Benmahammed et *al.*, 2004).

Caractéristiques morphologiques :

Compacité de l'épi : très lâche.

Couleur de l'épi : blanc.

Hauteur de la plante à la maturité : 90cm.

b- La variété Sougueur : est très répandue dans la région de Sersou et les plaines de Tissemsilt à climat semi-aride, est une espèce caractérisée par le fort tallage, bonne productivité, tolérante au froid et à la sécheresse.

Caractéristiques morphologiques :

Compacité de l'épi : compact.

Couleur de l'épi : blanc.

Hauteur de la plante à la maturité : 90 à 100cm

2.2. Matériels de laboratoire :

Le matériel de laboratoire utilisé pour effectuer l'expérimentation est le suivant : Becher, fiole, papier-filtre, balance de précision, l'étuve, passoire, boîtes de pétri (4,5 cm de diamètre).

Les produits chimiques utilisés : NaCl solide

L'eau distillée, l'eau de robinet

Appareillage : pH-mètre, Conductimètre

3. Conduite de l'expérimentation en hors sol :

3.1. Préparation de la solution saline : Nous avons préparé deux solutions :

C1 : de concentration 3g/l de NaCl

C2 : de concentration 5g/l

C0 est un traitement témoin avec l'eau de robinet

Les mesures de CE (conductivité électrique) et du pH sont les suivantes :

Tableau 06: Composition des solutions salines

	CE (ms/cm)	pH
C0	0,70	7,94
C1	5.97	6.70
C2	10.01	6.50

3.2. Protocole expérimental :**3.2.1. Essai sur la germination des grains :**

Les graines sont nettoyées dans une solution aqueuse de l'eau de javel à 1 % pendant 10 minutes de façon à éliminer les bactéries et les spores de champignons adhérant à leur surface. Elles ont été rincées, ensuite par l'eau distillée. Nous avons compté 20 graines que nous avons placées sur le papier filtre dans les boîtes de Pétri pour l'essai de germination.

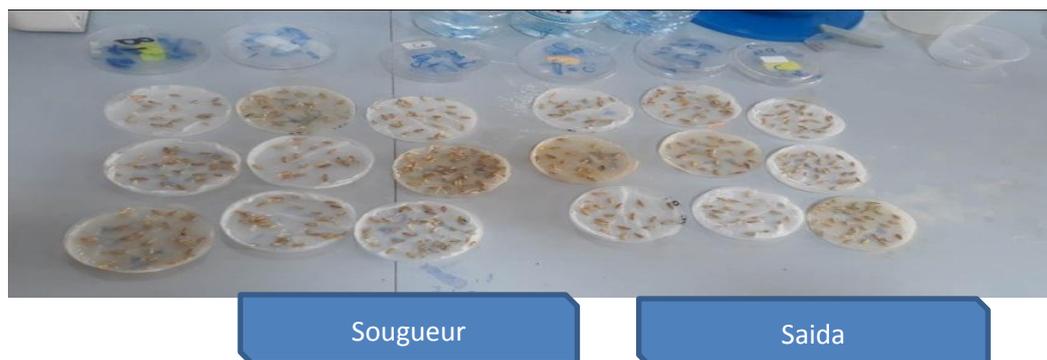


Figure n 04 : Les grains préparés pour la germination

(Photo originale)

3.2.2. Essai sur le développement végétatif de l’Orge :

a. Dispositif expérimental :

Les dispositifs expérimentaux utilisés comprennent 18 boîtes : 3 traitements avec 03 répétitions pour chaque variété d’Orge. Les boîtes sont disposées aléatoirement. Les traitements sont 3 concentrations de sels : C0, C1, C2

Nous avons pris un poids initial de semence de 15g, pour suivre le développement en hydroponie de l’orge en vert. Pour cela, nous avons suivi les étapes suivantes.

La pesée, Le lavage avec NaClO (l’eau de Javel) pour la désinfection, le rinçage puis l’égouttage. Les semences humides ont été transférées dans des boîtes en Aluminium de dimensions : de 10cm longueur et 7.5cm de largeur.

Le dispositif expérimental suivit comprend 3 traitements comme pour la germination : C0, C1 et C2. Les répétitions sont de 03 pour chaque traitement. Et le même dispositif est répété pour les 2 variétés (voir photo n°.).

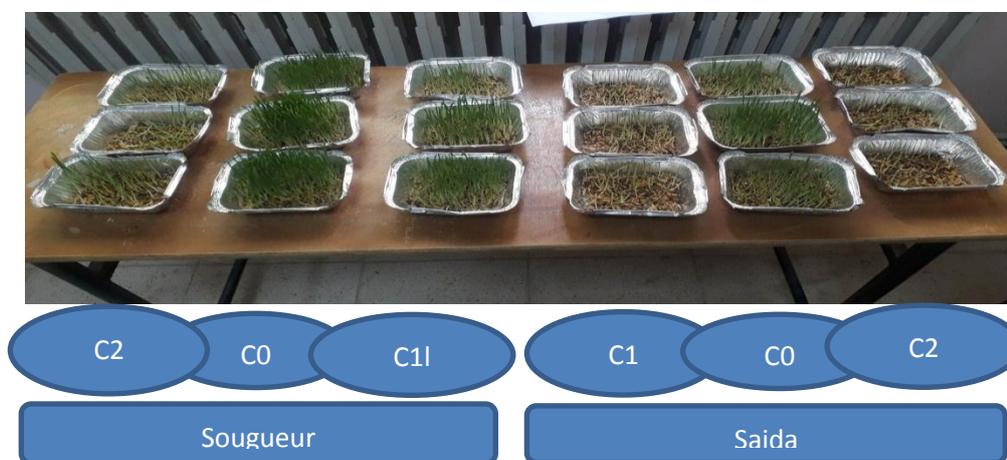


Figure N 05 : Dispositif expérimental pour l’orge (Photos original)

b. Irrigation :

Les grains étaient maintenues à une humidité constante tout le long de la période de l'essai, l'irrigation a été effectuée dès la germination, quotidiennement, 2 fois par jour avec la solution saline C1(3g/l), C2 (5g/l) et l'eau de robinet comme témoin (C0).

4. Paramètres étudiés :**4.1. Le taux de germination :**

Le taux de germination, ce paramètre constitue le meilleur moyen d'identification de la concentration saline qui présente la limite physiologique de germination des graines. Il est exprimé par le rapport de nombre des graines germées sur le nombre total des graines

Le taux de germination a été déterminé d'après la formule suivante :

$$\text{Le taux de germination \%} = (\text{Nombre de graines germées} / 20) * 100$$

4.2. Les paramètres morphologiques :**4.2.1. La longueur des tiges :**

Pour déterminer l'effet du stress salin sur la croissance nous avons mesuré la hauteur de la tige en centimètres (cm) à l'aide d'une règle graduée. On a choisi 6 plantules représentatives de chaque traitement. Les valeurs données sont les moyennes obtenues des 6 plantes.

4.2.2. Poids de la matière fraîche :

Après 07 jours de l'expérience, nous avons commencé à peser les boîtes pour chaque traitement par l'utilisation d'une balance précision. Nous avons fait les mesures de poids pour 3 dates consécutives pour faire le suivi.

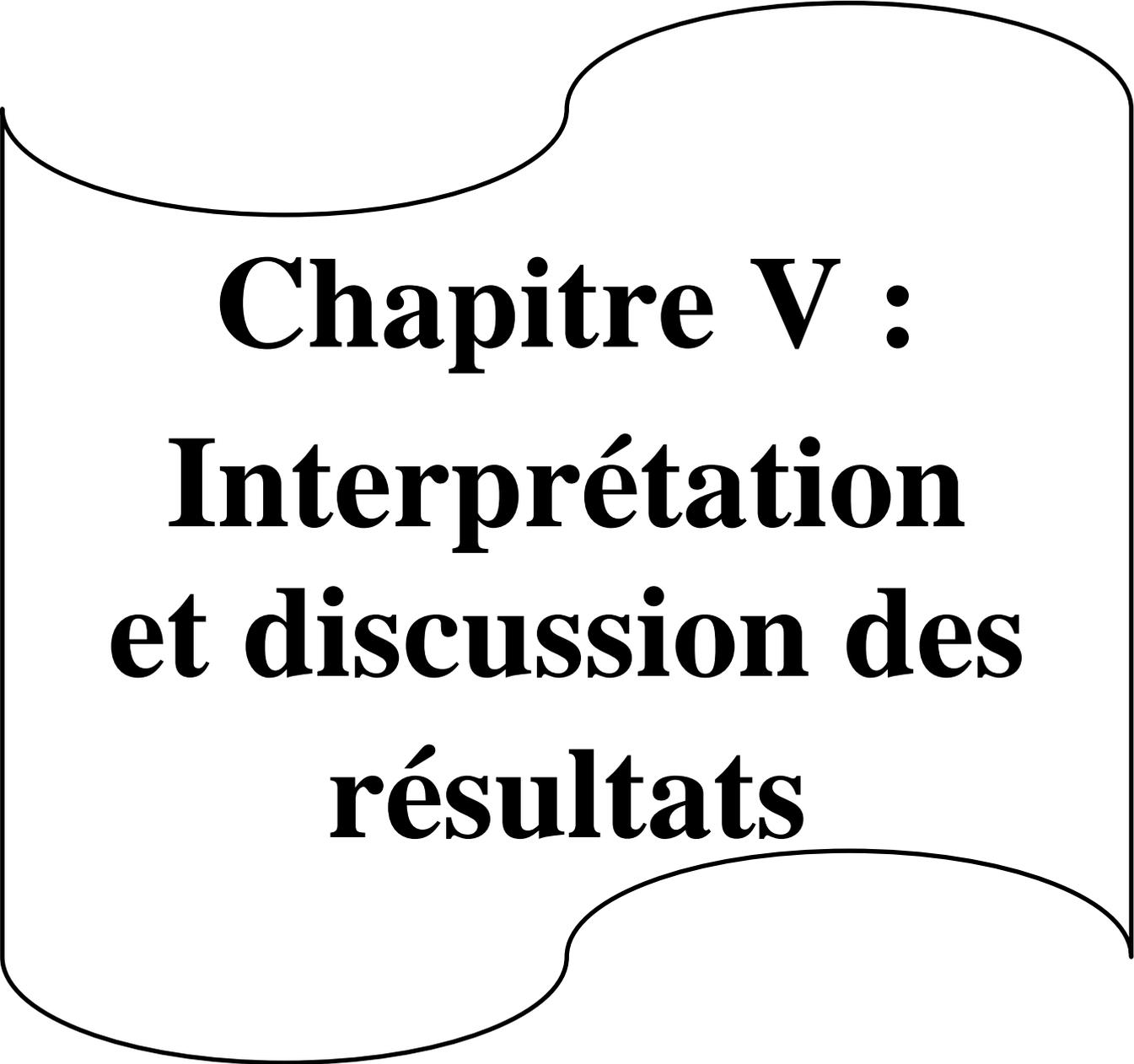


Figure N 06 : Poids de la matière fraîche (Photos original)**4.2.3. Matière sèche :**

Les plantes ont été mises dans une étuve réglée à 105 °C durant 24 heures jusqu'à poids constant. Après ce séchage les échantillons sont pesés pour déterminer le poids sec de chaque traitement, exprimé en (g).

**Figure N 07 : Mesure de la matière sèche (Photos original)****5. Traitement statistique :**

Les résultats obtenus ont subi un traitement statistique. . L'analyse de variance (ANOVA) est effectuée par STATBOX.



Chapitre V :
Interprétation
et discussion des
résultats

I. Interprétation des résultats :

I.1. les paramètres des croissances :

Les résultats de comportement physiologique et morphologique de deux variétés d'orge dans le milieu salin, le taux de germination (TG), la longueur des tiges (LT), et la production de la matière fraîche (MF) et sèche (MS).

I.1.1. Taux de germination :

Effet de dose des sels :

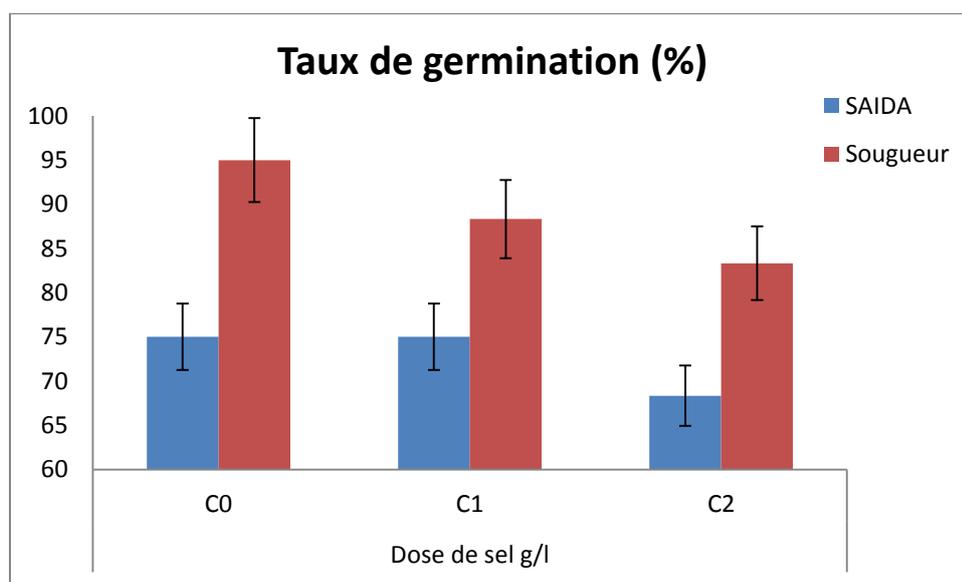


Figure N 08 : Evolution du taux de germination en fonction des traitements

Selon les résultats obtenus (Fig.08), La dose C0 présente le taux de germination le plus élevé chez les deux variétés Saida (85%), Sougueur (95%), cependant la dose C2 présente le taux la plus faible dans les deux variétés Saida (70%), Sougueur (85%) en effet le taux de germination des graines d'orge diminue avec l'augmentation des dose des sels dans le milieu.

La réduction du pouvoir germinatif est due à l'augmentation de la pression osmotique, qui ralentit l'imbibition et limite l'absorption de l'eau nécessaire au déclenchement des processus métaboliques impliqués dans la germination (Hajlaoui et *al.*, 2007). Donc L'augmentation de la concentration en sels a un effet négatif sur le taux de germination.

I.1.2.Partie aérienne :

Effet de dose des sels :

	Somme des carrés	Ddl	Moyenne des carrés	F	Signification
taille au 8 jours	18,250	2	9,125	31,466	,000
Total	4,350	15	,290		
taille au 11 jours	26,530	2	13,265	19,253	,000
Total	10,335	15	,689		
taille au 14 jours	7,930	2	3,965	5,380	,017
Total	11,055	15	,737		
Total	18,985	17			

Tableau 07 : Analyse de la variance ANOVA relative à l'effet de dose des sels sur la partie aérienne (LT)

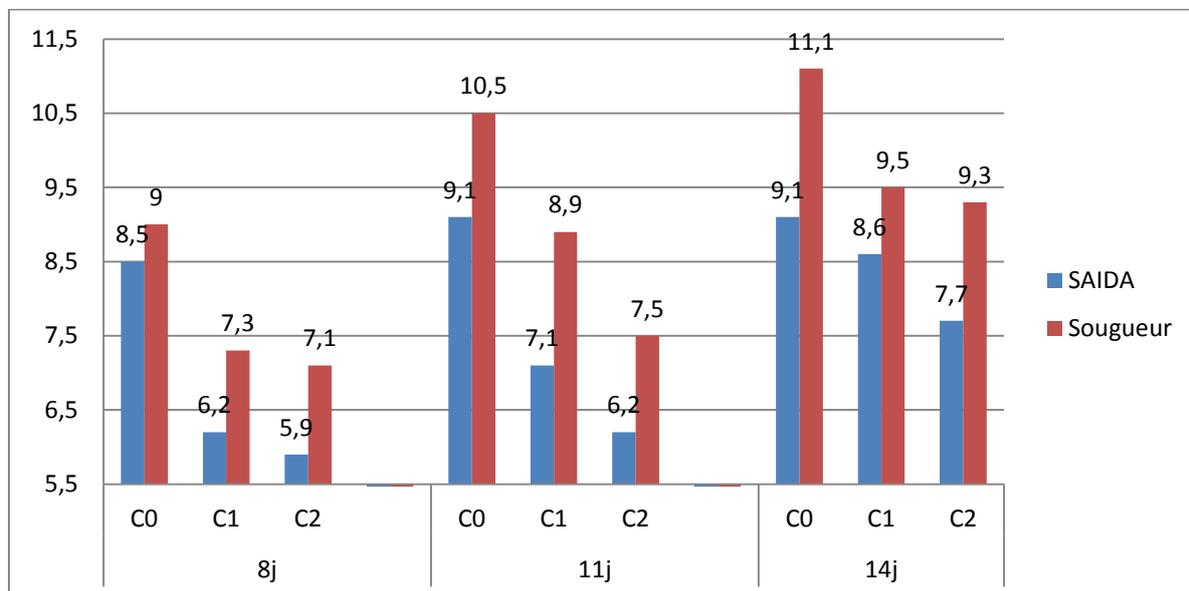


Figure N 09: Evolution de la partie aérienne (LT) en fonction des traitements

Le traitement salin adopté a provoqué une fluctuation hautement significative de la longueur ($p < 0.001$) (tab 07) sur l'expression morphologique de la langueur. La dose des sels a un effet caractérisé par deux groupes homogènes La dose C0 présente la plus longue partie aérienne (9

cm), (10,5), (11,1) au 8^{ème}, 11^{ème} et 14^{ème} jours successivement chez la variété de Sougueur et (8,5 cm), (9,1cm), au 8^{ème}, 11^{ème} et 14^{ème} jours successivement chez la variété de Saida cependant la dose C2 présente la longueur la plus courte (7,1 cm), (7,5cm), (9,3cm) au 8^{ème}, 11^{ème} et 14^{ème} jours successivement chez la variété de Sougueur et (5,9 cm), (6,2cm), (7.7cm) au 8^{ème}, 11^{ème} et 14^{ème} jours successivement chez la variété de Saida. Donc l'augmentation de la dose des sels a un effet destructeur sur la croissance en longueur de l'orge.

D'après SNOUSSI et al (2014) la réduction de la partie aérienne est la première réponse à l'effet destructeur le plus significatif en cas d'une exposition prolongée à la salinité. Cette réduction est due à l'augmentation de quantité de sel dans le milieu alimentaire provoquant ainsi une réduction de la division et l'allongement cellulaire, et par conséquent une réduction de la croissance des plantes.

I.1.3.Matière fraîche :

Effet de dose des sels :

	Somme des carrés	ddl	Moyenne des carrés	F	Signification
Poids frais (g) au 8 jours Total	45,829 1083,341 1129,170	2 15 17	22,915 72,223	,317	,733
Poids frais (g) au 11 jours Total	40,292 1452,538 1492,831	2 15 17	20,146 96,836	,208	,814
Poids frais (g) 14 jours Total	173,621 1518,675 1692,296	2 15 17	86,811 101,245	,857	,444

Tableau 08 : Analyse de la variance ANOVA relative à l'effet de dose des sels sur la partie aérienne (MF)

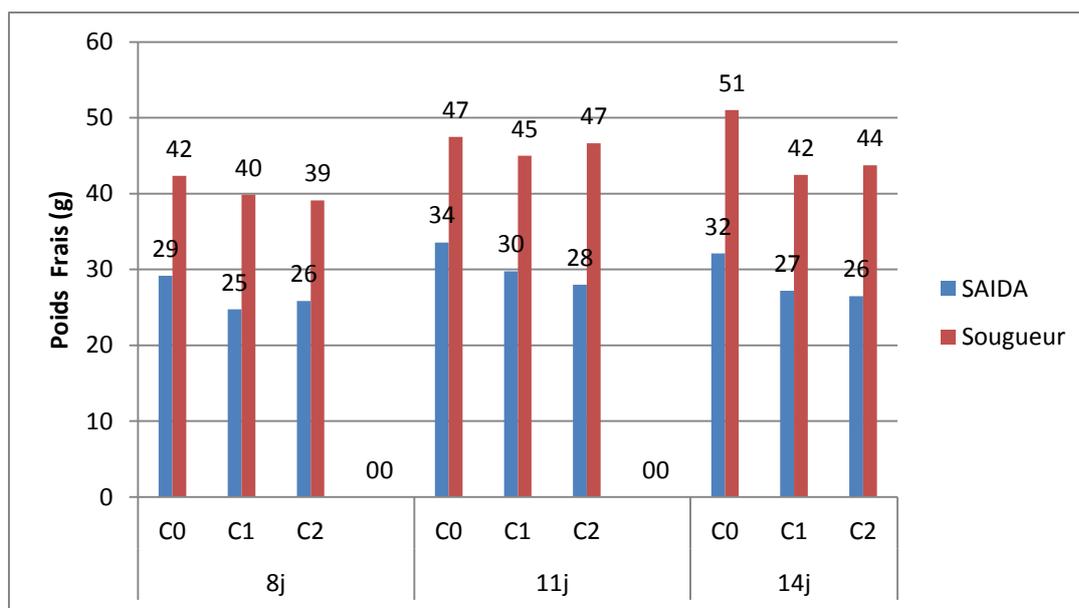


Figure N 10: Production de la matière fraîche en fonction des doses des sels

La (Fig.10) montre que la production de la matière fraîche est diminuée avec l’augmentation des doses de sel. L’analyse de la variance indique qu’il y a des différences non significatives selon les résultats obtenus (tab 08). La dose C0 présente le taux de production de la matière fraîche la plus élevée (42,36g), (47,46g), (51,02g) au 8^{ème}, 11^{ème} et 14^{ème} jours successivement chez la variété de Sougueur et (29,17g), (33,56g), (32,09g) au 8^{ème}, 11^{ème} et 14^{ème} jours successivement chez la variété de Saida cependant la dose C2 présente le taux de production de la matière fraîche la plus faible (39,09g), (46,64g), (43,74g) au 8^{ème}, 11^{ème} et 14^{ème} jours successivement chez la variété de Sougueur et (25,84g), (27,97g), (26,47g) au 8^{ème}, 11^{ème} et 14^{ème} jours successivement chez la variété de Saida.

La salinité provoque une diminution de la surface foliaire et de la masse racinaire et par un dessèchement partiel de la végétation. Dans la mesure où elle affecte la turgescence cellulaire, cette contrainte se répercute négativement sur la croissance. La salinité diminue le potentiel osmotique de milieu et réduit par conséquent l’absorption de l’eau par les racines. Tout ça a un effet sur la réduction de la matière fraîche (Doudech et *al.*, 2008).

I.1.4.Matière sèche :

Effet de dose des sels :

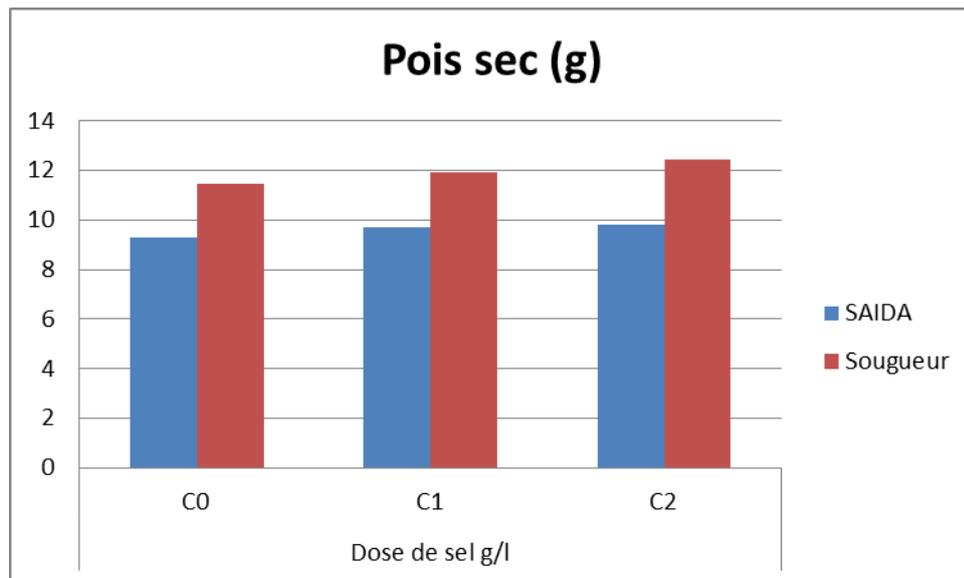


Figure N 11: Production de la matière sèche de deux variétés d'orge en fonction de dose des sels.

La figure (11) montre que la matière sèche diminue avec l'augmentation de dose des sels dans le milieu. La dose C2 présente la production de la matière sèche la plus élevée (9,80 g) chez Saida (12,31g) chez Sougueur et la production la plus faible est observée chez la dose C0 avec une production de (11 ,47 g) chez la variété de Sougueur et (9 ,31 g) au Saida.

Le stress salin a induit une diminution de production de la matière sèche proportionnelle au degré de stress salin induit comme les résultats obtenus par Bezini Et Touati, 2013.

II. Interprétation et discussion des résultats :

D'après les résultats obtenus, il est possible de retenir les points essentiels suivants :

L'influence de la salinité sur le taux de germination des deux variétés étudiées Saida et Sougueur s'est manifestée par une réduction de taux de germination, réduction d'autant plus importante que la dose de sel augmente. D'après les résultats obtenus la salinité de l'eau a influé négativement sur le taux de germination. La dormance et la germination des graines sont des processus physiologiques distincts, et la transition de la dormance à la germination n'est pas seulement une étape critique du développement dans le cycle de vie des plantes supérieures, mais détermine également l'échec ou le succès de la croissance de la plante (Liu et *al.*, 2010).

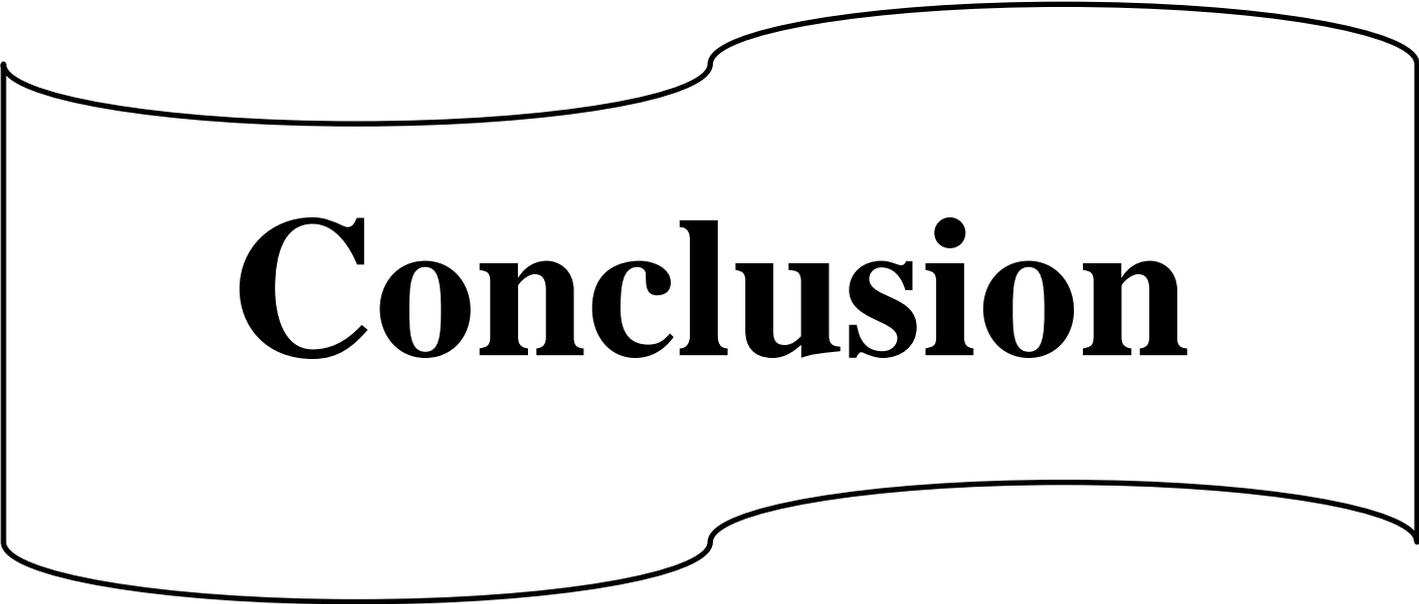
La longueur de la partie aérienne des deux variétés étudiées varie en fonction de la dose de sel. En effet l'augmentation de la dose de sel diminue la longueur de la partie aérienne des

plantes de l'orge de Saida et Sougueur. Comme nous avons déjà signalé l'effet négatif de NaCl sur le taux de germination des grains de l'orge il a un effet inhibiteur important aussi sur la croissance de la partie aérienne des deux variétés étudiées.

La diminution de la partie aérienne par l'augmentation de la dose de sels dans le milieu induit la diminution de la production de la matière fraîche et sèche. Les meilleurs résultats de la production de la matière fraîche de deux variétés de l'orge sont obtenus par le C0 (l'eau de robinet), Saida 37,20g, Sougueur 51,30g cependant les autres doses donnent la faible production de la matière fraîche Saida 26,80g, Sougueur 37,30g. L'analyse statistique des résultats de la variance d'ANOVA de deux variétés d'orge indique qu'il y a une différence très hautement significatif entre les deux variétés ($p < 0.001$) dans le pois frais et même dans la taille dans le 14^{ème} jours. Cependant, la taille au 8^{ème} et 11^{ème} jours ($p > 0,05$) indique qu'il n'y a pas de différence entre ses deux variétés Saida et Sougueur.

Concernant les résultats de la production de la matière sèche des deux variétés d'orge, il est observé que plus la concentration de sel dans l'eau élevée, plus le rendement de la matière sèche est faible.

On conclue que la variété la plus résistante est la variété Sougueur car nous avons obtenu la valeur la plus élevée pour la germination , pour la hauteur de la plantule et la production de la matière fraîche et sèche par apport à la variété de Saida.



Conclusion

Conclusion

Conclusion :

Le travail réalisé dans ce mémoire nous a permis de faire quelques constatations sur l'effet de la salinité de l'eau d'irrigation et son influence sur des paramètres physiologiques et morphologiques (le taux de germination, la longueur des tiges et la production de la matière fraîche et sèche), d'une espèce céréalière fourragère, l'Orge de variété Saida et Sougueur menées en hydroponie dans l'objectif de production de fourrage vert. Ces paramètres ont été évalués afin de caractériser le niveau de la tolérance de ces deux variétés vis-à-vis de différent stress salin appliqué. Nous avons déterminé l'effet spécifique quantitatif et qualitatif de la salinité représentée par les doses de sel sur les plants de l'orge sous des conditions expérimentales en hors sol.

Il faut prendre en considération que la résistance à la salinité de la culture de l'orge sur champs en général est tout a fait différente de l'orge vert hydroponique qui est assez sensible. Si ce n'était pas ce facteur limitant, les graines d'Orge, peuvent germer facilement et leur développement aboutit a un fourrage vert de qualité, plus nutritif et qui est entièrement consommé par les animaux. De même nous ne pouvons pas ignorer l'effet variétal qui dépend des caractéristiques génétiques propre à chaque variété.

A l'avenir, il serait toujours intéressant d'approfondir les recherches sur les variétés les plus adaptées a l'hydroponie et tester d'autres facteurs qui peuvent influencer leur développement comme le stress hydrique ou la résistance aux maladies.

Conclusion

**Références
Bibliographique**

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- **Abbas, K., A. Abdelguerfi. 2008.** Evaluation of a regenerated natural meadow in a semi -arid area of Algeria. Option Méditerranéenne série A. 79: 179- 185.
- **Adjabi, A., H. Bouzerzour, A. Benmahammed. 2014.** Stability analysis of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) grain yield. Journal of Agronomy, 13: 131-139.
- **Almansouri, M., JM. Kinet, S. Lutts. 2001.** Effect of salt and osmotic stresses on germination in durum wheat (*Triticum durum* Desf.). Plant and Soil, 231: 243-254.
- **ANNE S. ; CHRISTIAN H., 2015 :** Les légumineuses pour des systèmes agricoles et alimentaires durables, 53P
- **ANONYME b., 2008:**Série B des statistiques agricoles de la D .S.A de Relizane .
- **Anonyme, 2001:** Manual technico Fourrage vert hydroponique, p56.
- **Anonyme., 2009.** Salinisation et sodification. L’agriculture durable et la conservation des sols. Processus de dégradation des sols. Fiche technique N°4. 4P.
- **Ashraf, M.A., M. Ashraf, M. Shahbaz. 2012.** Growth stage-based modulation in antioxidant defense system and proline accumulation in two hexaploid wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars differing in salinity tolerance. Flora, 207: 388–397.
- **AUBERT G., 1975.** Les sols sodiques en Afrique du nord. Annal de l’INA ; Algerie. • PP 185-195.
- **BADRAOUI M., AGBANI M., SOUDI B., 2000.** Evolution de la qualité des sols sous mise en valeur intensive au Maroc. Séminaire ‘Intensification agricole et qualité des sols et des eaux’, Rabat. 11P
- **Bajji, M., J.M. Kinet, S. Lutts. 2002:** Osmotic and ionic effects of NaCl on germination, early seedling growth, and ion content of *Atriplex halimus* (Chenopodiaceae). Canadian Journal of Botany, 80: 297–304.
- **Bartels D. &Sunkar R. (2005).** Drought and Salt Tolerance in Plants. CriticalReviews in Plant Sciences,p 24, 23
- **Belgat Saci, 2016 :** L’Algérie est –il un pays agricole ou peut –il le devenir : (Esquisse d’une réflexion) date de pub 6.10.2016.

Références bibliographiques

- **Belkhodja M. & Bidai Y. (2004).** Réponse de la germination des graines d’Atriplexhalimus L. sous stress salin. Sécheresse, N°4, vol.15, 331-335
- **BELKHODJA M., BIDAI Y., 2004:** Réponse des grains d’Atriplex halimus L à la salinité au stade de la germination. Sécheresse. Vol 15. N°4.PP 331-335.
- **BENCHETRIT M., 1956:** Les sols d’Algerie. Revue de géographie alpin. Tome 44 N°4. PP 749-761.
- **BENIDIRE L., DAOUI K., FATEMI Z A., ACHOUAK W., BOUARAB L., OUFDOU K., 2015:** Effet du stress salin sur la germination et le développement des plantules de Vicia faba L. J. Mater. Environ. Sci. 6 (3). PP 840-851.
- **Benmahammed, A., A. Djekoun, H. Bouzerzour, K.L. Hassous. 2005:** sélection multi-caractères pour améliorer le niveau et la stabilité du rendement de l’orge en zone semi- aride. Science & Technologie, 32 : 27-33.
- **Benmahammed A., Bouzerzour H., djekoune A., Hassous K L., 2004.** Efficacité de la sélection précoce de la biomasse chez l’orge (*Hordeum vulgare* L.) en zone semi-aride. Sciences & Technologie, N°22. PP 80-85.
- **benmahmed, 2005 et Bouzerzour H et Benmahammed A, 1993:** Environnemental factor limitant barley yield in the high plateau of Eastern Algeria. Rachis, 12 (1) :14 – 19.
- **BENZAHIADje,2019:** Situation et évolution des cultures fourragères dans les périmètres agricoles de la region;p4. Mémoire de MASTER ACADEMIQUE; UNIVERSITÉ KASDI MERBAH OUARGLA FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES
- **BEZINI E., TOUATI M., 2013.** Réponse physiologique et biochimique des plantules de Medicago arborea au chlorure de calcium. Revue des Régions Arides, N°35. PP 973-978.
- **BISSATI S., DJERROUDI O., MEHANI M., BELKHODJA M., 2011:** Effet du stress salin sur deux paramètres hydriques (turgescence et transpiration) de jeunes plants D’ATRIPLEX HALIMUSET ATRIPLEX CANESCENS. Revue des Bio Ressources. Vol 1 N° 1. PP 31-38.

Références bibliographiques

- **Blum, A., B. Johnson. 1992:** Transfer of water from roots into dry soil and the effect of wheat water relations and growth. *Plant and Soil*, 145: 141-149.
- **BOUALLA N., BENZIANE A., DERRICH Z., 2012:** Origine de la salinisation des sols de la plaine de M'léta (bordure sud du bassin sebkha Oran). *Journal of Applied Biosciences* 53: PP 3787 – 3796.
- **BOUDA S., HADDIOUI A., 2011:** Effet du stress salin sur la germination de quelques espèces du genre *Atriplex*. *Revue «Nature et Technologie»*. N°5. PP 72-79
- **BOUDET G., 1991 :**Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères.- 4 éd.- Paris : IEMVT. - 265p in
- **Boufenar Z., Zaghouane O., Zaghouane F., 2006:** Guide des principales variétés de céréales à paille en Algérie. Ed. ITGC, ICARDA., Alger, 154 p.
- **Bouhadj H, 2008 :** Amélioration et stimulation de la croissance végétative par le procédé fert-irrigation en arido- culture. Thèse de magistère INA (ElHarrach), ALGER. p40
- **Bourras, L. (2001)** Effet du stress hydrique sur les composantes du rendement de Quelques genotypes de blé dur – Thèse de Magistère – INA El Harrach.
- **BOUTELLI M. H., 2012:** salinité des eaux et des sols au niveau de la sebkha de Bamendil, caractérisation et conséquences sur l'environnement. Mémoire Magister., Univ. Ouargla. 87P
- **BOUTKHIL M., 2007;** Étude de l'intrusion marine et de ses répercussions sur ladégradation des sols : cas des zones côtières d'Alger Est. Actes des JSIRAUF. PP 6-9
- **BOULECHFAR Boutheina 2018:** LA CULTURE HYDROPONIQUE DE L'ORGE;p13.14;15. Mémoire Master; Université des Frères Mentouri Constantine Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
- **CAMILLE M., 1980 :** Céréales .Phytotechnie spéciale bases scientifiques et techniques de la production des principales espèces de grande culture en France. Maison rustique,PARIS ,1980. 318p

Références bibliographiques

- **Ceccarelli, S., S. Grando, A. Impiglia. 1998:** Choice of selection strategy in breeding barley for stress environments. *Euphytica*, 103 : 307-318.
- **CESAR J, EHOUSOU M et GOURO A., 2004:**Conseils et formation en appui à la production laitière) PRODUCTION FOURRAGERE EN ZONE TROPICALE ET CONSEILS AUX ELEVEURS 9-19 P
- **Chaves, M.M., M.M. Oliveira. 2004:** Mechanisms underlying plant resilience to water deficits: prospects for water-saving agriculture. *Journal of Experimental Botany* 55: 2365–2384
- **DAOUD Y., HALITIM A., 199:** irrigation et salinisation au Sahara Algérienne. *Sècheresse* Vol 5, N°3. PP 151-160
- **Diarra, F. S. (2010):** *Evaluation de la contribution des arbres et arbustes fourragers indigènes au bien-être socio-économique des paysans du terroir de Koutiala, au Mali* (Doctoral dissertation, Université Laval).
- **DIFALLAH S., 2009 :** Etudes bibliographiques de la génétique de résistance à la salinité .Mémoire d'études supérieures .M'SILA
- **DOUDECH N., MHAMDI M., BETTAIEB T et DENDEN M., 2008.** Tolérance à la salinité d'une graminée à gazon: *Paspalum notatum* Flügge. *Tropicultura*. Vol 26, N°3. PP 182-185.
- **El Morsy A.T., M. Abul-Soud and M.S.A. Emam, 2013:** Localized hydroponic green forage technology as a climate change adaptation under Egyptian conditions. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 9(6): 341-350
- **Essadaoui M, 2013 :** Industrie Agroalimentaire, Bulletin édité par l'Institut Marocain de l'Information scientifique et technique IMIST, N° p 25. 34
- **FAO (2008):** FAO Land and Plant Nutrition Management Service. <http://www.Fao.org/ag/AGL/public.stm>.
- **FEKRACHE F., 2014:** Contribution à l'étude de l'origine de la salinité des eaux du lac fetzara-annaba (Algerie). Thèse de Doctorat. Univ., Annaba. 133P

Références bibliographiques

- **Flowers T. & Yeo A. (1995):** Breeding for salinity resistance in crop plants : where next? *Aust. J. Plant Physiol.* 22, 875–884
- **Flowers, T. J., M.A. Hajibagheri, A.R. Yeo. 1991:** Ion accumulation in the cell walls of rice plants growing under saline conditions: evidence for the Oertli hypothesis. *Plant Cell Environ.*, 14(3): 319-325.
- **Fooland MR & Jones RA (1991):** Genetic analyses of salt tolerance during Germination in Lycopersion. *Theor Appl Genet* 81: 321-326 in El Madidi et al.: Tolérance à la salinité chez l'orge page 110,
- **Garcia, R. Aet Li, Y et Rosolem, C. A, 2013:** Soil organic matter and physical attributes affected by crop rotation under no-till. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 77 (5): 1724-1731*
- **Gorham, G., J.R. Wyn Jones, A. Bristol. 1990:** Partial characterization of the trait for enhanced K, Na discrimination in the D genome of wheat. *Planta*, 180: 590-597.
- **Gorham, J., 1992:** Salt tolerance in plants. *Sci. Progr.* 76: 273-285
- **Greenway, H. 1962:** Plant responses to saline substrates. I. Growth and ion uptake of several varieties of *Hordeum* during and after sodium chloride treatment. *Aust. J. Biol. Sci.*, 5: 16-38.
- **Greenway, H. 1973:** Salinity, plant growth and metabolism. *J. Aust. Agric. Sci.*, 39: 24-34.
- **GRILLOT G., 1954:** les fourrages au Maroc. Rabat, p24
- **GUY R., BERNARD T., 1999:** Cultures - BOUDET G., 1991: Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères.- 4 éd.- Paris : IEMVT. - 265p ines fourragères tropicales (p.16) (CIRAD.1999)
- **HAJLAOUI H., DENDEN M., BOUSLAMA M., 2007:** Etude de la variabilité intraspécifique de tolérance au stress salin du pois chiche (*Cicer arietinum* L.) au stade germination. *Tropicultura*. PP 168-173.
- **Hakimi, M. 1989:** Les systèmes traditionnels basés sur la culture de l'orge. Proc. Symp. On the agrometeorology of rainfed barley based farming systems. Eds. WMO/ICARDA pp:179-183

Références bibliographiques

- **HAOUALA F., FARDJANI H., BEN ELHADJ S., 2007:** Effet de la salinité sur la répartition des cations (Na⁺, K⁺, et Ca⁺⁺) et du chlore (Cl⁻) dans les parties aériennes et les racines du ray gras anglais et de chiendent. *Biotechnology , agronomy. Société et environnement.* Vol 11. N°3. PP 235-244.
- **Harlan, JR. 1975:** Crops and man. ASA and CSSA, Eds. Madison, Wisconsin, 325 p.
- **Hosseini, M.K., A.A. Powell, I.J. Bingham. 2002:** Comparison of the seed germination and early seedling growth of soybean in saline conditions. *Seed Science Research*, 12: 165-172.
- **Huang, J., R.E. Redman. 1995:** Response of growth, morphology and anatomy to salinity and calcium supply in cultivated and wild barley. *Canadian Journal of Botany* 73 : 1859-866.
- **IEMVT, 1991:** Alimentation des ruminants domestiques en milieu tropical. Paris: Ed Jouve 529 P
- **Jean-Paul charvet 2001 :** Encyclopaediauniv de Paris-ouest-Nantene: La Défense, correspondant national de l'agriculture de France.
- **Keiffer C.H., I. A. Ungar. 1997:** The effect of extended exposure to hypersaline conditions on the germination of five inland halophyte species. *American Journal of Botany*, 84: 104-111
- **KELLIL H., 2010 :** Contribution à l'étude du complexe entomologique des céréales dans la région des hautes plaines de l'est algérien .Thèse magister, université Batna, pp40-43.
- **KHARAKA Y., HANOR J S., 2005 :**Deep fluids in the continents: sedimentary basins. *Treatise on geochemistry*; 5(16). PP 499-540
- **Kingsbury RW & Epstein E (1984)** Selection for salt resistant springwheat in ; *El Madidiet al.*: Tolérance à la salinité chez l'orge.page110,
- **KLOPPMANN W., BOURHANE F., ASFIRAN., 2011.:** Méthodologie de diagnostic de l'origine de la salinité des masses d'eau «Emploi des outils géochimiques, isotopiques et géophysique». BRGM, France. 105P

Références bibliographiques

- **Lahouel Habiba ;2014:**Contribution à l'étude de l'influence de la salinité sur le rendement des céréales (cas de l'orge) dans la région de Hemadna à Relizane
- **LALLEMAND A., 1980:** Aménagement des sols salés, irrigation avec des eaux salées. Etude documentaire. PP 1-31
- **Lawlor, D.W., G. Cornic. 2002:** Photosynthetic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficits in higher plants. *Plant Cell Environ.*, 25 : 275-294.
- **Lebrun, D., Belaid, S., Ozkul, C., Ren, K. F., & Grehan, G. (1996).** Enhancement of wire diameter measurements: comparison between Fraunhofer diffraction and Lorenz-Mie theory. *Optical Engineering*, 35(4), 946-950
- **Liu, X., Chen, D., Yang, T., Huang, F., Fu, S., and Li, L.2020.** Changes in soil labile and recalcitrant carbon pools after land-use change in a semi-arid agro-pastoral eco-tone in Central Asia. *Ecol. Indic.* 110:105925. doi: 10.1016/j.ecolind.2019.105925.
- **M.A.D.R.P. 2006.** Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural et de la Pêche. *Annuaire statistiques.*
- **Mansour, M.M.F., K.H.A. Salama, FZ.M. Ali, A.F. Abou Hadid. 2005.** Cell and plant responses to NaCl in *Zea mays* L. cultivars differing in salt tolerance. *Gen. Appl. Plant Physiol.*, 31: 29-41.
- **MARLET S et JOB J. O., 2006:** Processus et gestion de la salinité des sols. *Traité d'irrigation*, seconde édition. Tec & Doc Lavoisier. 28P.
- **MARMOUD A., 2006:** Maitrise de la salinité des sols. *Cours physique du sol.* 14P
- **Menad, A., N. Meziani, H. Bouzerzour, A. Benmahammed. 2011.** Analyse de l'interaction génotype x milieu du rendement de l'orge (*Hordeum vulgare* L.) : application des modèles AMMI et la régression conjointe. *Nature & Technology (Université Chlef)* 5: 99-106.
- **MENADE A., 2009 :**Rythme de développement, utilisation de l'eau et rendement de l'orge (*Hordeum vulgare* L) dans l'étage bioclimatique semi-aride. Thèse magister, INAel Harrach ,2006.

Références bibliographiques

- **MERDJANE L ET IKHLEF H., 2016:** Le déficit énergétique fourrager : Diagnostic régionalisé de la situation des ressources alimentaires destinées aux herbivores domestiques en Algérie. Ed Universitaires européennes, 137 p
- **Meziani, N., H. Bouzerzour, A. Benmahammed, A. Menad, A. Benbelkacem. 2011.** Performance and adaptation of Barley genotypes (*Hordeum vulgare* L.) to diverse locations. *Advances in Environmental Biology*, 5: 1465-1472.
- **Micera, E, M. Ragni, F. Minuti, G. Rubino., G. Marsico., A. Zarrilli, 2009 :** Improvement of sheep welfare and milk production fed on diet containing hydroponically germinating seeds. *Italian Journal of Animal Sciences*, 8 (2): 634-636.
- **MOSSAB M., 2007 :** Contribution à l'étude de l'exploitation à double fin de l'orge (H, vulgare) en zones semi-arides et d'altitude .Thèse De magister, INA EL Harrache .2006
- **Moulle, C. (1971)** Les céréales Tome 2. La maison rustique, paris : 1-47p.
- **Munns, R., R. A. James, A. Lauchli. 2006.** Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals Nedjimi. *Journal of Experimental Botany*, 57(5): 1025-1043.
- **NANCY MORIN., 2009.** La qualité de l'eau d'irrigation : un facteur à ne pas négliger. •Site www.asgq.org/documents/pdf/communication/archives/LaQualiteDelEaudIrrigation.pdf, P4
- **Nawaz, A., N. Ahmad, R.H. Qureshi. 1986.** Salt tolerance of cotton. In: Prospects for Bio-saline Research Proc. US-Pak Biosaline Research Workshop. Ahmad, R. and Pietro, A. S. (eds.). pp.57-66.
- **Nedjimi, B., Y. Daoud. 2006.** Effect of Na₂SO₄ on the growth, water relations, proline, total soluble sugars and ion content of *Atriplex halimus* subsp. *schweinfurthii* through in vitro culture. *Anales de Biología* 28: 35-43.

Références bibliographiques

- **Niazi, M.L.K., K. Mahmood, S.M. Mujtaba, K.A. Malik. 1992.** Salinity tolerance in different cultivars of barley (*Hordeum vulgare* L.). *Biologica Plantarum*, 34 : 465-469
- **PAGOT J., 1985 :** L'élevage en pays tropicaux C.- Paris : IEMVT.- 526p.
- **PARIDA A. K., DAS A. B., 2005.** Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. Vol 60. PP 324-349
- **Rasmusson, DC. 1992.** Barley breeding at present and in the future. In Munck L (ed.): *Barley Genetics VI*, vol. II,. Munksgaard Int. Publ. Ltd., Copenhagen. 865-877.
- **Romero Valdez et al, 2009 :** Utilisation dufourrage vert hydroponique en production de viande bovine et ovine à la Réunion : une alternative pour pallier aux déficits fourragers futurs, liés aux changements climatiques et au manque de foncier agricole date de pub 31.04.2015
- **Rodríguez, P., J. Dell Amico, D. Morales, M. J. Sánchez-Blanco, J. J. Alarcón. 1997.** Effects of salinity on growth, shoot water relations and root hydraulic conductivity in tomato plants. *The Journal of Agricultural Science*, 128(4): 439-444
- **Rodriguez-Muela, C., Rodriguez, H.E., Ruiz, O., Flores, A., Grado, J.A. and Arzola, C, 2004:** Use of green fodder produced in hydroponic system as supplement for lactating cows during the dry season. *Proceedings of the American Society of Animal Science*, 56, 271-274.
- **Sedki M et Mimouni A, 1995 :** Effets de substrats locaux sur tomate en culture hors sol. INRA, Centre régional du Souss-sahara, B.P. 124, Inezgane, Maroc.
- **Sharma, A.D., M. Thakur, M. Rana, K. Singh. 2004.** Effect of Plant Growth Hormones and Abiotic Stresses on Germination, Growth and Phosphatase Activities in *Sorghum bicolor* (L.) Moench Seeds. *African Journal of Biotechnology*, 3(6): 308-312.
- **SIMON H., et al. 1989 :** Produire des céréales à paille
- **SLAMA F., 2004.** La salinité et la production végétales. Centre de publication universitaire. Tunis. 163P

Références bibliographiques

- **Slama, A., Bensalem, M., BenNaceur, M., Zid E. (2005)** Les céréales en Tunisie : production, effet de la sécheresse et mécanismes de résistance. *Sécheresse*, vol 16, No3 :225229.
- **Sneath, R. and McIntosh, F. (2003)** Review of Hydroponic Fodder Production for Beef Cattle. Department of Primary Industries: Queensland Australia 84. McKeehen, p. 54.
- **SNOUSSI S A., BAAZIZE N., HAMIDI Y., 2014.** Impact du potentiel hydrogène (ph) d'un Environnement salin dans la nutrition de deux glycophytes cultivées. *Revue Agrobiologia*. N°6, PP 13-20.
- **Soltani A., Hajji M. & Grignon C. (1990).** Recherche de facteurs limitant la nutrition minérale de l'orge en milieu sale. *Agronomie, EDP Sciences*, 10 (10), 857-
- **SOLTNER D., 1990** : Les grandes productions végétales .Phytotechnie spéciale. 17^{ème} édition .coll : sciences et techniques agricoles pp 41-67.
- **SOUGUIR D., JOUZDAN O., KHOUJA M L., HACHICHA M., 2013.** Suivi de la croissance d'Aloe vera en milieu salin : Parcelle de Kalaat Landelous (Tunisie). *Etude et Gestion des Sols*. Vol 20. PP 19-26
- **SOUILAH N., 2009** : Diversité de 13 génotypes d'orge (*Hordeum vulgare* L) et de 13 génotypes de blé tendre (*Triticum aestivum* L) : étude des caractères de production et d'adaptation .Thèse Magister ,université Constantine ,165p
- **Slama F. (2004)**:La salinité et la production végétale.Ed .Centre de publication universitaire Tunis. 163p
- **TAHAOUI SOUAD; 2016**:Effet des sels solubles sur la production de la biomasse et l'absorption des éléments minéraux chez l'orge (*Hordeum vulgare*) et le blé dur (*Triticum durum*),p: 8-9
- **Tester, N., R. Davenport, 2003.** Na⁺ tolerance and Na⁺ transport in higher plants. *Annals of Botany*, 91: 1-25.
- **Tobe, K., L. Zhang, K. Omasa. 1999.** Effects of NaCl on seed germination of five nonhalophytic species from a Chinese desert environment. *Seed Science and Technology*, 27: 851–863

Références bibliographiques

- **TROMBLIN G., 2000.** Comportement auto-écologique de *Halopeplis amplexicaulis* : Plante pionnière des Sebkhha de l'ouest Algérien. Sciences et changement planétaires. Sécheresse. Vol 11, N°2. P P109-116.
- **Wahid, A., E. Rasul, A. Rao. 1999.** Germination of seeds and propagules under salt stress. In Pessarakli M (Ed.) Handbook of plant and crop stress Marcel and Dekker Inc., New York. pp.153-167.
- **Zhao, F., C.P. Song, J. He, H. Zhu, 2007.** Polyamines Improve K⁺/Na⁺ Homeostasis in Barley Seedlings by Regulating Root Ion Channel Activities. Plant Physiology, 145: 1061-1072
- <https://airallergy.sciensano.be/fr/content/les-graminees>



**Listes
des annexes**

Liste des Annexes :

Annexe 01 : Taux de germination

		SAIDA	Sougueur
Dose de sel g/l	C0	75	95
	C1	75	88,33
	C2	68,33	83,33

Annexe 02 : la longueur des tiges

		SAIDA	Sougueur
Dose de sel g/l	C0	8,5	9
	C1	6,2	7,3
	C2	5,9	7,1
		SAIDA	Sougueur
Dose de sel g/l	C0	9,1	10,5
	C1	7,1	8,9

	C2	6,2	7,5
		SAIDA	Sougueur
Dose de sel g/l	C0	9,1	11,1
	C1	8,6	9,5
	C2	7,7	9,3

Annexe 03 : Matière fraîche

		SAIDA	Sougueur
Dose de sel g/l	C0	29,1766667	42,36
	C1	24,74	39,8633333
	C2	25,8466667	39,0966667
		SAIDA	Sougueur
Dose de sel g/l	C0	33,56	47,4633333
	C1	29,7566667	44,9833333

	C2	27,9733333	46,64
		SAIDA	Sougueur
Dose de sel g/l	C0	32,0933333	51,0233333
	C1	27,2066667	42,4733333
	C2	26,4766667	43,74

Annexe 04 : les deux variétés d'orge

	Somme des carrés	ddl	Moyenne des carrés	F	Signification
Poids	863,478	1	863,478	51,999	,000
frais	265,692	16	16,606		
(g) au 8					
jours	Total	17			
taille	3,920	1	3,920	3,358	,086
au 8	18,680	16	1,168		
jours	Total	17			
Poids	1142,261	1	1142,261	52,133	,000
frais	350,570	16	21,911		
(g) au					
11	Total	17			
jours	1492,831				

taille	10,125	1	10,125	6,058	,026
au 11	26,740	16	1,671		
jours					
Total	36,865	17			
Poids	1324,066	1	1324,066	57,532	,000
frais	368,230	16	23,014		
(g) 14					
jours					
Total	1692,296	17			
taille	10,125	1	10,125	18,284	,001
au 14	8,860	16	,554		
jours					
Total	18,985	17			
poids	12,417	1	12,417	96,411	,000
sec (g)	2,061	16	,129		
Total	14,477	17			

Annexe 05 : facteur de concentration

	Somme des carrés	ddl	Moyenne des carrés	F	Signification
Poids	45,829	2	22,915	,317	,733
frais	1083,341	15	72,223		
(g) au 8					
jours					
Total	1129,170	17			
taille	18,250	2	9,125	31,466	,000
au 8	4,350	15	,290		
jours					
Total	22,600	17			
Poids	40,292	2	20,146	,208	,814
frais	1452,538	15	96,836		
(g) au					
11					
Total	1492,831	17			

jours					
taille	26,530	2	13,265	19,253	,000
au 11					
jours	10,335	15	,689		
Total	36,865	17			
Poids	173,621	2	86,811	,857	,444
frais	1518,675	15	101,245		
(g) 14					
jours	Total	1692,296	17		
taille	7,930	2	3,965	5,380	,017
au 14					
jours	11,055	15	,737		
Total	18,985	17			
poids	1,538	2	,769	,891	,431
sec (g)	12,940	15	,863		
Total	14,477	17			

Annexe 05 : Matière sèche

		SAIDA	Sougueur
Dose de sel g/l			
	C0	13,3166667	11,47
	C1	13,69	11,9433333
	C2	13,8	12,41

Résumé

Parmi les céréales, l'orge constituent une culture stratégique pour l'Algérie. Le problème principal pour le développement de différents types de la culture dans la région aride est la salinité, car la majorité des eaux d'irrigation dans cette région sont chargé en sels.

Mais l'effet qualitatif et quantitatif des sels sur la plante n'est pas le même pour les différents doses de sels. C'est dans ce contexte que s'inscrit notre travail qui vise à étudier l'impact de différentes doses de sels sur la germination et la croissance par les plantes de l'orge (variété Saida) et (Sougueur) dans des conditions de culture hors-sol (hydroponique de l'orge) . Le sel utilisé est : NaCl, avec des concentrations de 0 et 3 et 5g/l pour les deux variétés d'orge.

Nos résultats obtenus montrent que l'augmentation de la dose de sel est néfaste sur les paramètres étudiés: diminution de taux de germination, réduction de la croissance de la partie aérienne et une chute de la production de la matière fraîche et sèche.

Mots clés : l'orge (Saida, Sougueur), la germination, la salinité, hydroponie.

Abstract

Among cereals, barley is a strategic crop for Algeria. The main problem for the development of different types of culture in the arid region is salinity, because the majority of irrigation water in this region is loaded with salts. But the qualitative and quantitative effect of salts on the plant n is not the same for the different doses of salts. It is in this context that our work falls, which aims to study the impact of different doses of salts on the germination and growth by plants of barley (Saida variety) and (Sougueur) under culture conditions. soilless (barley hydroponics) . The salt used is: NaCl, with concentrations of 0 and 3 and 5g/l for the two varieties of barley.

Our results show that increasing the dose of salt is harmful to the parameters studied: of germination, reduction in the growth of the aerial part and a fall in the production of the material

Keywords: barley (Saida, Sougueur), germination, salinity, hydroponics.

ملخص

من بين الحبوب ، يشكل الشعير ثقافة استراتيجية للجزائر. المشكلة الرئيسية لتطوير أنواع مختلفة من الثقافة في المنطقة الفاحلة هي الملوحة ، لأن غالبية مياه الري في هذه المنطقة محملة بأملاح

لكن التأثير النوعي والكمي للأملاح على النبات ليس هو نفسه بالنسبة لجرعات مختلفة من الأملاح. في هذا السياق ، يهدف عملنا إلى دراسة تأثير جرعات مختلفة من الأملاح على الإنبات والنمو بواسطة نباتات الشعير (Saida Variety) و (Sougueur) في ظل ظروف (المائية من الشعير). الملح المستخدم هو: كلوريد الصوديوم ، مع تركيزات 0 و 3 و 5لصنعي الشعير.

تظهر نتائجنا التي تم الحصول عليها أن الزيادة في جرعة الملح ضارة بالمعلومات التي تمت دراستها: انخفاض معدل الإنبات ، وخفض في نمو الجزء الجوي وانخفاض في إنتاج المادة

الكلمات المفتاحية: الشعير (صيدا ، الصقور) ، الإنبات ، الملوحة ، الزراعة المائية