

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

FACULTE : DES SCIENCES

**DEPARTEMENT : DES SCIENCES DE
LA NATURE ET DE LA VIE**

N° :



**DOMAINE : SCIENCES DE LA
NATURE ET DE LA VIE**

FILIERE : BIOTECHNOLOGIE

**OPTION : BIOTECHNOLOGIE
VEGETALE**

**Mémoire présenté pour l'obtention
Du diplôme de Master Académique**

Par :

BENABDERRAZAK Bouzid & HEDJOULI Moussa

Intitulé

**GERMINATION ET CARACTERISATION
MORPHOLOGIQUE SOUS STRESS SALIN ET
HYDRIQUE CHEZ DEUX CEREALES A PAILLE**
(Avena sativa L.) et (Hordeum vulgare L.)

Soutenu devant le jury composé de :

GHADBANE MouloudProfesseur.....UMB-M'sila.....Président

BENDERRADJI Laid.....Professeur.....UMB-M'sila.....Encadreur

HADJI Abbes.....MAA.....UMB-M'sila.....Examineur

Année universitaire : 2022 /2023

Remerciements

*Avant nous-mêmes et avant tout, tout d'abord,
nous remercions **Dieu** Tout-Puissant, et nous le louons
de nous avoir permis de rechercher la connaissance et
d'atteindre ce jour.*

*Nous adressons nos sincères remerciements à
notre Professeur **Mr. Benderradji Laid**, pour son aide
et sa patience avec nous pendant cette période.*

Nous remercions les membres de jury :

***Pr. GHADBANE Mouloud** et **Mr. HADJI Abbes**,
d'avoir accepté à juger notre travail*

*Nous remercions les enseignants du
département et le personnel administratif,*

*Nous remercions aussi tous nos enseignants
de la première année jusqu'à la graduation.*

*A la fin, nous remercions toute personne qui a
participée de loin ou de près à la réussite de ce
travail.*

Bouزيد & Moussa

Dédicaces

Je dédie ce travail

*A ma chère maman, que Dieu la garde toujours heureuse en
bonne santé*

A mon cher père, que Dieu le protège et perpétue sa santé

À mes frères et sœurs bien-aimés :

Haizia, Ilyes, Khawla, Iman, Samira et Anes

A la famille Hedjouli en général

Merci à tous

Moussa

Dédicaces

Je dédie ce travail

*A ma chère maman Que Dieu la garde heureuse et en bonne
santé,*

A mon cher père, que Dieu le protège toujours

Merci à tous

Bouzid

Liste des Figures

Figure 1 : Cycle de développement de l'orge.....	6
Figure 2 : Plante de l'avoine.....	8
Figure 3 : Matériel de laboratoire et produits chimiques.....	10
Figure 4a : dispositifs de l'expérimentation (Tests de germination en boîtes de Pétri).....	11
Figure 4b : Tests de germination en boîtes de Pétri.....	12
Figure 5 : Préparation de graines de la variété (Tichdert) de <i>H. vulgure</i> L. dans la boîte de pétri.....	12
Figure 6 : Préparation de graines de variété de (Avon) d' <i>A. sativa</i> L. dans la boîte de pétri.....	12
Figure 7 : Goblet.....	13
Figure 8 : Croissance de plantules d'orge.....	13
Figure 9 : Croissance de plantules d'avoine	13
Figure 10 : Croissance et développement des plantules l'avoine.....	14
Figure 11 : Croissance et développement des plantules l'orge.....	14
Figure 12 : Graines après 0h.....	14
Figure 13 : Graines après 24h.....	15
Figure 14 : Graines après 72h.....	15
Figure 15: Mesure de la longueur des racines.....	15
Figure 16 : Calcule du nombre de racine.....	15
Figure 17 : Surface Foliaire et racine (Nombre et Longueur).....	16
Figure 18 : Mesure de la largeur de la feuille.....	16
Figure 19 : Mesures de la longueur de la feuille.....	16
Figure 20 : Taux de germination chez l'orge	17
Figure 21 : Taux de germination chez l'orge	17
Figure 22 : Taux de germination chez l'avoine.....	18
Figure 23 : Taux de germination chez l'avoine.....	18
Figure 24 : Comparaison du taux de germination en stress salin et hydrique chez l'orge et l'avoine.....	18
Figure 25 : Cinétique de germination de l'orge (Stress salin).....	19
Figure 26 : Cinétique de germination de l'orge (Stress hydrique).....	19
Figure 27 : Cinétique de germination de l'avoine (Stress salin).....	20
Figure 28 : Cinétique de germination de l'orge (Stress hydrique).....	20
Figure 29 : Effet du NaCl sur le nombre des racines de l'orge.....	20

Figure 30 : Effet du PEG1000 sur le nombre des racines de l'orge.....	20
Figure 31: Effet du NaCl sur le nombre des racines de l'avoine.....	21
Figure 32: Effet du PEG1000 sur le nombre des racines de l'avoine.....	21
Figure 33 : Effet du NaCl sur la longueur des racines de l'orge.....	22
Figure 34 : Effet du PEG1000 sur la longueur des racines de l'orge.....	22
Figure 35 : Effet du NaCl sur la longueur des racines de l'avoine.....	22
Figure 36 : Effet du PEG1000 sur la longueur des racines de l'avoine.....	22
Figure 37 : Effet du NaCl sur la surface foliaire chez l'orge.....	23
Figure 38: Effet du PEG1000 sur la surface foliaire chez l'orge.....	23
Figure 39: Effet du NaCl sur la surface foliaire de l'avoine.....	24
Figure 40: Effet du PEG1000 sur la surface foliaire de l'avoine.....	24

Résumés

Résumé

Le but de cette étude est la comparaison de l'effet de stress salin et hydrique sur chez deux types de céréales, à savoir, l'orge et l'avoine où nous avons utilisé la variété *Tichedert* et *Avon* respectivement dans différentes concentrations de stress salin, 0g/l, 5g/l, 10g/l et 15g/l et de stress hydrique 0%, 2%, 10% et 15%. L'expérience s'est déroulée en deux phases, la première étant un test de germination dans des boîtes pétri et la deuxième est un test de croissance à travers le semis de graines d'orge et d'avoine dans des gobelets en plastique sous conditions de laboratoire et par la suite la mise en évidence de l'effet du stress salin et hydrique en mesurant les variables morphologiques, à savoir, la surface foliaire, la longueur et le nombre de racines pour chaque variété et dans chaque condition de stress. Les résultats obtenus montrent que La morphologie des plantes d'orge et d'avoine est affectée négativement par l'augmentation de la quantité de salinité dans l'eau et est également affectée par l'augmentation de la concentration du stress hydrique.

Mots Clés: *Hordeum vulgare*, *Avena sativa*, stress salin, stress hydrique, paramètres morphologiques.

الملخص :

الغرض من هذه الدراسة هو مقارنة تأثير إجهاد الملح والماء على نوعين من الحبوب وهما الشعير والشوفان حيث استخدمنا صنف *Tichedert* و *Avon* على التوالي بتركيزات مختلفة من الإجهاد الملحي. ، 0 جم / لتر ، 5 جم / لتر ، 10 جم / لتر و 15 جم / لتر والإجهاد المائي 0% ، 2% ، 10% و 15%. أجريت التجربة على مرحلتين ، الأولى هي اختبار الإنبات في أطباق بتري والثانية هي اختبار النمو من خلال بذر بذور الشعير والشوفان في أكواب بلاستيكية تحت ظروف معملية ثم إظهار تأثير الملح والماء. الإجهاد عن طريق قياس المتغيرات المورفولوجية ، وهي مساحة الورقة ، وطول وعدد الجذور لكل صنف وفي كل حالة إجهاد. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن شكل نباتات الشعير والشوفان يتأثر سلباً بزيادة كمية الملوحة في الماء ويتأثر أيضاً بزيادة تركيز الإجهاد المائي.

الكلمات المفتاحية :

Hordeum vulgare ، *Avena sativa* ، الإجهاد الملحي ، الإجهاد المائي ، المعلمات المورفولوجية.

Abstract

The purpose of this study is the comparison of the effect of salt and water stress on two types of cereals, namely, barley and oats where we used the variety *Tichedert* and *Avon* respectively in different concentrations of salt stress. , 0g/l, 5g/l, 10g/l and 15g/l and water stress 0%, 2%, 10% and 15%. The experiment was carried out in two phases, the first being a germination test in petri dishes and the second is a growth test through the sowing of barley and oat seeds in plastic cups under conditions laboratory and subsequently the demonstration of the effect of salt and water stress by measuring the

morphological variables, namely the leaf area, the length and the number of roots for each variety and in each stress condition. The results obtained show that the morphology of barley and oat plants is negatively affected by the increase in the amount of salinity in the water and is also affected by the increase in the concentration of water stress.

Key words: *Hordeum vulgare*, *Avena sativa*, salt stress, water stress, morphological parameters.

Sommaire

Sommaire

Remerciements	I
Dédicaces.....	II
Liste des abréviations.....	IV
Liste des figures.....	V
Liste des tableaux.....	VII
Résumés.....	VIII
Sommaire.....	X
Introduction.....	1

Chapitre-I- Revue Bibliographique

I. 1. Céréales à paille	3
I. 1. 1. Historique culture des céréales à paille.....	3
I. 1. 1. Historique de la culture des céréales à paille	3
I. 1. 2. Importance de céréales à paille	3
I. 1. 2. 1. Dans monde	3
I. 1. 2. 2. En Algérie	4
I. 2. Généralités sur l'orge	4
I. 2. 1. Origine de l'orge	4
I. 2. 2. Classification de l'orge	5
I. 2. 3. Cycle de développement de l'orge	6
I. 2. 3. 1. Phase végétative.....	6
I. 2. 3. 2. Phase reproductrice.....	6
I. 2. 4. Aspect botanique de l'orge	6
I. 2. 5. Importance et utilisation de l'orge	7
I. 3. Généralités sur l'avoine.....	7
I. 3. 1. Origine de l'avoine	7
I. 3. 2. Classification de l'avoine.....	8
I. 3. 3. Caractéristique botanique de l'avoine.....	8
I. 3. 4. Importance et utilisation de l'avoine	9

Chapitre II. Matériel et méthodes

II. 1. Objectif	10
II. 2. Mise en place de l'expérimentation.....	10
II. 3. Matériel utilisés	10
II. 3. 1. Matériel de laboratoire et produits chimiques (préparation de solutions).....	10
II. 3. 2. Préparation de NaCl et PEG1000.....	10
II. 3. 3. Protocole expérimental et test de germination.....	11
II. 4. Germination des graines sous stress hydrique (PEG1000) et stress salin (NaCl).....	12
II. 5. Préparation des gobelets en plastique pour croissance de plantules	13
II. 6. Croissance et développement des plantules sous stress salin et hydrique.....	13
II. 7. Paramètres mesurés.....	14
II. 7. 1. Taux et cinétique de germination.....	14

II. 7. 2. Paramètres de croissance	15
II. 7. 2. 1. Longueur racinaire (LR, cm)	15
II. 7. 2. 2. Nombre de racines (NR).....	15
II. 7. 2. 3. Surface foliaire (SF, cm ²)	16

Chapitre III. Résultats et discussion

III. 1. Première Partie : Paramètres de germination.....	17
III. 1. 1. Taux de germination	17
III. 1. 1. 2. Impact du stress salin et hydrique sur la germination de l'avoine	17
III. 1. 1. 3. Comparaison de l'impact du stress salin et hydrique sur la germination de l'orge et de l'avoine	18
III. 1. 2. Cinétique de la germination	19
III. 1. 2. 1. Comparaison de l'impact du stress salin sur l'orge et l'avoine	19
III. 2. Deuxième Partie: Paramètres de croissance.....	20
III. 2. 1. Impact du stress salin et hydrique sur le nombre de racines chez l'orge	20
III. 2. 2. Impact du stress salin et hydrique sur le nombre de racines chez l'avoine	21
III. 2. 3. Impact du stress salin et hydrique sur la longueur des racines chez l'orge	21
III. 2. 4. Impact du stress salin et hydrique sur la longueur des racines chez l'avoine	22
III. 2. 5. Impact du stress salin et hydrique sur la surface foliaire chez l'orge.....	23
III. 2. 5. Impact du stress salin et hydrique sur la surface foliaire chez l'avoine	23
III. 3. Discussion	24

Introduction

Introduction

Les céréales peuvent être définies comme étant des graminées (famille des Poaceae) dont le grain sert à l'alimentation (**Brink et Belay, 2006**).

En Algérie, les cultures fourragères occupent une place marginale au niveau des productions végétales. Outre la faible superficie réservée à ces cultures, la diversité des espèces est très limitée et les cultures de la vesce-avoine, de l'orge et de l'avoine, destinées à la production du foin, constituent les principales cultures. Les ressources fourragères sont assurées en grande partie par les terres de parcours (jachères, prairies naturelles, parcours steppiques, parcours forestiers...) et les sous produits de la céréaliculture (**Abdelguerfi et al., 2008**).

L'orge (*Hordeum vulgare* L.) est l'une des cultures anciennes, c'est la quatrième céréale la plus importante au monde en termes de production mondiale (12% de la production totale de céréales), après le blé, le riz et le maïs. L'orge est produite sur une gamme beaucoup plus large de conditions environnementales que tout autre type de céréale. Il occupe une place importante dans l'approvisionnement alimentaire mondial en tant que nourriture humaine, et aliments du bétail ; comme il est un type de plante importante du point de vue expérimentale ou un modèle pour les études numériques en fermentation, chimie fermentaire, biochimie, biologie et biotechnologie (**Jadhav et al., 1998**).

L'avoine (*Avena sativa* L.) est une espèce céréalière largement utilisée pour l'alimentation humaine et animale. Il est fréquemment cultivé comme culture à double usage. L'avoine est l'un des principaux fourrages cultivés et une composante essentielle de la rotation des cultures dans les systèmes agricoles méditerranéens. Au cours des dernières années, ses valeurs agronomiques et nutritives, ainsi que la popularité croissante de l'agriculture biologique en raison de sa capacité de couverture d'hiver dans les rotations sans travail du sol, ont suscité un regain d'intérêt pour cette culture. De plus la demande d'avoine pour la consommation humaine a augmenté, en particulier en raison des avantages diététiques démontrés des produits à base d'avoine entière. L'avoine est considérée comme une source nutritive de protéines, de glucides, de fibres, de vitamines et de minéraux ainsi que de composés à effet bénéfique sur la santé (**Iannucci et al. 2011**).

Notre travail consiste à étudier le comportement de ces deux types, à savoir, l'orge et l'avoine, sous conditions de stress abiotique (hydrique et salin) afin d'identifier les changements qui pourront se produire. Ce travail permet également un examen

.....Introduction

comparatif, concernant la tolérance et la sensibilité à ces deux stress cités auparavant. Dans ce contexte, nous avons étudié quelques éléments de morphologie (longueur et nombre de racines et surface foliaire) de chaque espèce. Le travail se compose de trois parties principales. La première partie est consacrée à une étude bibliographique pour déterminer les caractéristiques de germination et de croissance. La deuxième partie porte sur la méthodologie de travail au laboratoire, l'appareillage utilisé par lequel les mesures ont été effectuées. La troisième partie est entièrement réservée aux résultats obtenus et diverses représentations graphiques, ainsi qu'une explication comparative.

Chapitre I

Revue Bibliographique

I. Revue bibliographique**I. 1. Céréales à paille**

En particulier dans les zones semi-arides de haute altitude, la plantation de céréales à paille est généralement confrontée à divers défis. Les contraintes climatiques qui maintiennent la production alimentaire à un niveau très bas, comme Sélectionnez les critères. En effet, la plupart des champs semés sont situés en altitude Les plaines sont caractérisées par des altitudes assez élevées (800 à 1200m), des hivers froids, Des précipitations insuffisantes et irrégulières, des gelées printanières fréquentes et Apparition d'air chaud en fin de cycle (**Baldy, 1974**).

Les céréales sont les principales sources de la nutrition humaine et animale dans le monde. Le blé occupe la première place pour la production mondiale et la deuxième, après le riz, comme source de nourriture pour les populations humaines.(Slama, et *al.*, 2005).

I. 1. 1. Historique de la culture des céréales à paille

On trouve des traces de blé, de seigle, d'avoine, d'orge à 6 rangs dès le néolithique. Le riz, le millet, le sorgho, le blé étaient cultivés 2700 ans avant notre ère en Chine; les Égyptiens de l'ancienne Égypte connaissaient le blé et le sorgho. Les céréales ont d'autre part joué un rôle capital dans le développement de l'humanité. Pourquoi les céréales ont-elles revêtu et continuent-elles de revêtir une grande importance économique? Parcequ'elles apportent sous un petit volume, une matière première très riche en calories, facilement transportable et conservable, elles constituent alors un aliment concentré. (**Moule, 1957**)

I. 1. 2. Importance de céréales à paille**I. 1. 2. 1. Dans monde**

Les céréales étaient cultivées en 1968 sur 710 millions d'hectares et la production avoisinait 12 milliards de quintaux correspondant à un rendement moyen d'environ 16 q/ha Par rapport à 1934-1938, les superficies étaient en accroissement de 30 mais la production avait augmenté globalement de 86 %, traduisant l'effort considérable développé par de nombreux pays pour l'accroissement des rendements. Les principales régions productrices de céréales du globe, sont par ordre décroissant : Asie, 2,6 milliards de quintaux (riz principalement); Amérique du Nord et centrale, 2,5 milliards de quintaux (maïs et blé surtout); Europe, 1,9 milliard de quintaux (blé, orge); U. R. S. S., 1,6 milliard de quintaux (blé surtout) (**Moule, 1957**).

I. 1. 2. 2. En Algérie

En Algérie, le produit céréalier occupe une place stratégique dans le système alimentaire et dans l'économie nationale. Cette caractéristique est perçue d'une manière claire à travers toutes les phases de la filière. La production des céréales, jachère comprise, occupe environ 80% de la superficie agricole utile (SAU) du pays, La superficie emblavée annuellement en céréales se situe entre 3 et 3,5 million d'hectares. Les superficies annuellement récoltées représentent 63% des emblavures. Elle apparaît donc comme une spéculation dominante pratiquée par la majorité des exploitations, associées à la jachère dans la majorité des exploitations. La spéculation présente dans tous les étages bioclimatiques, y compris dans les zones sahariennes. En matière d'emploi, plus de 500000 emplois permanents et saisonniers sont procurés par le système céréalier

La consommation des produits céréaliers se situe à un niveau d'environ 205 kg /hab /an. Les céréales et leurs dérivés constituent l'épine dorsale du système alimentaire Algérien, et elles fournissent plus de 60% de l'apport calorifique et 75 à 80% de l'apport protéique de la ration alimentaire. C'est ainsi, au cours de la période 2001-2003, les disponibilités des blés représentent un apport équivalent à 1505,5. Kcal/personne/jour, 45,533 gr de protéine /personne/j et 5,43 gr de lipide/personne /J (**Djermoun, 2009**).

Le rôle important joué par les céréales dans le développement de ces civilisations tient à leur valeur énergétique (environ 3400 Kcal/kg de matière sèche), leur teneur en protéines proche des besoins des organismes vivants, et leur facilité de transport et de stockage. Les céréales étaient à l'origine destinées à la consommation humaine uniquement, mais leur utilisation s'est progressivement étendue pour inclure l'alimentation animale et les utilisations industrielles (**Belaid, 1986**)

I. 2. Généralités sur l'orge

L'orge est la deuxième culture la plus populaire en Algérie. C'est une espèce réputée pour sa tolérance à la salinité et pour son adaptation étendue à des environnements difficiles à cultiver, tels que les régions sèches. L'eau d'irrigation a récemment eu un effet néfaste sur la croissance et la productivité des cultures en raison de sa forte concentration sel, bien que cela varie en fonction de divers facteurs tels que les caractéristiques du sol, et le stade de développement des plantes (**Daoud et Halitim, 1994**).

I. 2. 1. Origine de l'orge

L'orge (*Hordeum vulgare* L.) est l'une des cultures fondatrices de l'agriculture de l'ancien monde. Des restes archéologiques de grains d'orge trouvés à divers sites du croissant fertile indiquent que la culture a été domestiquée vers 8000 avant J-C .la forme

cultivée ayant des feuilles plus larges, une tige et des arêtes plus courtes, un rachis d'épi dur, un épi plus court et plus épais et des grains plus gros. L'ancêtre sauvage *H. spontaneum* continue de coloniser ses principaux habitats dans le croissant fertile, d'Israël et de la Jordanie au sud de la Turquie, au Kurdistan irakien et au Sud-ouest de l'Iran dans la même zone, *H. spontaneum* occupe également un éventail d'habitats secondaires, tels que le maquis méditerranéen ouvert, les champs abandonnés et les bords de route. Des habitats marginaux similaires ont été colonisés plus récemment par ce cultivar dans le Sud-est de l'Iran et l'Asie centrale, y compris l'Afghanistan et la région Himalayenne. En effet, l'Himalaya, l'Ethiopie et le Maroc ont parfois été considérés comme des centres de domestication de l'orge. Nous avons revisité l'histoire de la domestication de l'orge en utilisant l'approche qui s'est avérée efficace pour localiser le site de domestication du petit épeautre. La méthode suppose que les marqueurs d'ADN permettent une mesure des distances génétiques au sein d'une espèce sauvage, les populations géographiques sont génétiquement différentes les localités où les accessions sauvages ont été collectées sont connues les pro-géniteurs des plantes cultivées n'ont pas subi de changement génétique significatif au cours des 10000 dernières années. La dernière hypothèse peut être vérifiée par une analyse morphologique minutieuse pour exclure les cas d'introgession de matériel génétique cultivé dans des accessions sauvages (**Badr et al., 2000**).

I. 2. 2. Classification de l'orge

L'orge cultivée (*Hordeum vulgare* L.) appartient à la famille des graminées du genre *Hordeum*. Les organes domestiqués sont descendus de l'orge sauvage à deux branches appelées *Hordeum spontaneum*.

Selon **Henry (2003)**, la classification de l'orge est la suivante :

Règne : Plantae

Division : Magnoliophyta

Classe : Liliopsida

S/ordre : Commeliniflorales

Ordre : Poales

Famille : Poaceae

Genre : *Hordeum*

Espèce : *Hordeum vulgare*

I. 2. 3. Cycle de développement de l'orge

Selon **Belaïd (1986)**, la durée du cycle végétatif de l'orge varie de 120 à 170 jours en fonction des conditions de culture et de la variété, comprenant ainsi une phase végétative et une phase reproductrice.

I. 2. 3. 1. Phase végétative

Comprend deux périodes, à savoir, la période de la germination-levée et celle du Tallage.

I. 2. 3. 2. Phase reproductrice : Comprend six périodes, à savoir, le stade de l'ébauche de l'épi, le stade qui marque la fin du tallage et le début de la montaison, le stade de la montaison- gonflement, suivi par l'épiaison-fécondation puis le stade de grossissement de la graine et en fin le stade de la maturation du grain (Figure 1) (**Soltner, 1998**).

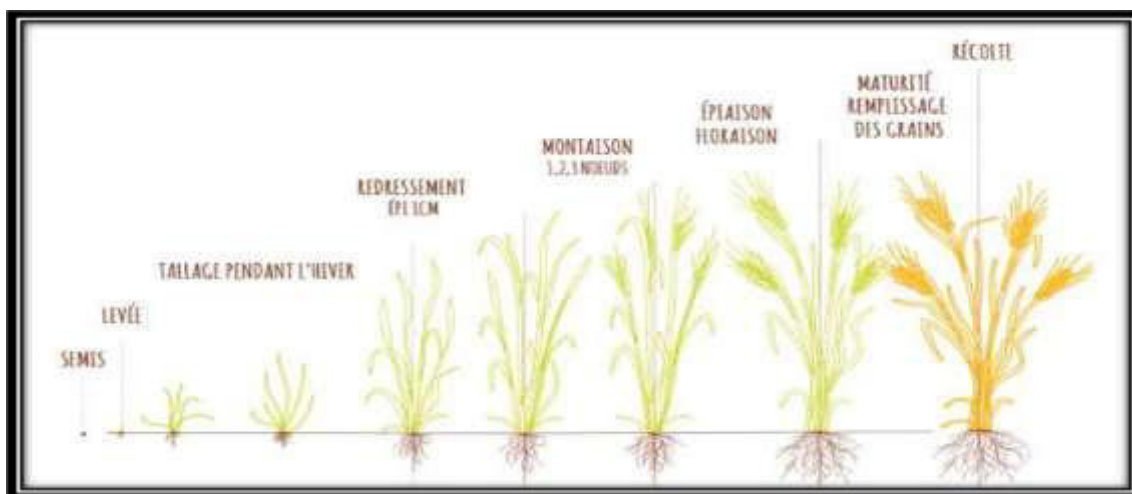


Figure 1 : Cycle développement de l'orge (**Soltner, 1998**)

I. 2. 4. Aspect botanique de l'orge

L'orge est une plante annuelle avec un court cycle végétatif qui est plantée au printemps et qui sera utilisée comme plante végétale. Le grain a une forme elliptique et est soit noir ou blanc lorsqu'il est récolté avant l'été. Morphologiquement, le grain d'orge est une carie avec des glumelles adhérentes. Pendant le processus de broyage, les glumelles ou les enveloppes ne se séparent pas du grain (**Andrew et al., 2017**).

La plante a une tige cylindrique et ondulée qui est entrelacée avec les nœuds où poussent les feuilles. Sa hauteur varie en fonction de la variété et des conditions de culture, de 30 à 120cm. L'épi est composé d'épillets qui sont reliés aux nœuds par une structure dentelée appelée le rachis. Chaque épillet se compose de deux enveloppes, l'une contenant une fleur mâle et l'autre une fleur femelle. Les nœuds du rachis peuvent être composés

d'un, de deux ou de trois épillets, et l'inflorescence comprendra probablement deux ou six rangs de grains, d'où les noms d'orges avec 2 ou 6 rangs (**Holloway et Jeffreece, 2017**)

I. 2. 5. Importance et utilisation de l'orge

L'orge était destinée à la consommation humaine et fournit de la nourriture supplémentaire aux troupes qui étaient stationnées pour la majeure partie de l'année dans les régions de la steppe. Différentes méthodes sont utilisées pour préparer l'orge, y compris pour une utilisation comme nourriture ou comme médicament (**Emmanuel et al., 2017**).

Dans les zones où d'autres civilisations à base de céréales ne se développent pas, l'orge est utilisée comme nourriture (**Liu et Lovett, 1993**). Dans l'alimentation animale les grains et la paille sont utilisés comme pâture pour l'élevage ovin et bovin, qui constitue l'essentiel de l'activité agricole dans différents envasements (**Emmanuel et al., 2017**).

I. 3. Généralités sur l'avoine

L'avoine occupe environ la sixième place dans les statistiques mondiales de la production de céréales après le blé (dur et tendre), le riz de maïs et l'orge. Le grain d'avoine a toujours été une forme importante d'alimentation animale. Ils sont une bonne source de protéines, de fibres et de minéraux, mais le grain d'avoine du monde a diminué en tant que ferme. La mécanisation s'est accrue entre 1930 et 1950. L'avoine reste une céréale importante pour personnes dans des aires écologiquement marginales dans le monde ou en en développement, et dans les économies développées pour un usage spécialisé. Dans de nombreuses régions du monde, l'avoine est cultivée pour être utilisée comme céréale ainsi que pour nourriture et fourrage, paille pour le linge de lit, grain, haie, sillage et chauffe. La nourriture pour animaux est encore l'utilisation primaire des cultures d'avoine, représentant en moyenne environ 74% du total mondial (**Stevens et al., 2004**).

I. 3. 1. Origine de l'avoine

L'avoine est originaire du Nord-est de l'Europe (Autriche et Russie) et des plateaux de l'Éthiopie et de la Chine. Le plus ancien grain d'avoine a été découvert en Égypte autour de 2000 avant J-C., et devait probablement provenir de plantes sauvages, puisque l'avoine n'était pas encore cultivée à cette époque. La plus ancienne avoine cultivée a été découverte dans des grottes en Suisse et daterait de l'époque de l'âge de bronze. L'avoine a été introduite en Amérique en 1609 sur les îles Élisabeth, sur les côtes de l'État du Massachusetts et Georges Washington, premier président des États-Unis d'Amérique, en aurait semé 580 acres en 1786 (**Gibson et Benson, 2002**). Sa production a fortement reculé depuis la seconde guerre mondiale avec l'accroissement de la mécanisation en agriculture qui a contribué à la disparition des cheptels chevalins et de la demande d'avoine pour cet

usage. Cependant, depuis deux décennies, la reconnaissance des effets bénéfiques sur la santé de la consommation de cette graminée a mené à une augmentation de la transformation de l'avoine pour la consommation humaine par les industries meunières et alimentaires (Bailey et al., 2004).

I. 3. 2. Classification de l'avoine

Selon Salgado et al., (2008), la classification de l'avoine est la suivante :

Règne : Plantae

Division : Magnoliophyta

Classe : Liliopsida

Ordre : Cyperales

Famille : Poaceae

Sous-famille : Pooideae

Tribu : Avena

Genre : Avena

Espèce : *Avena sativa* L.

I. 3. 3. Caractéristique botanique de l'avoine

Les feuilles sont planes ou enroulées, à ligule membraneuse courte et tronquée. Les épillets ne forment pas un épi dense. Ils sont pédicellés, pendants, en panicules ou grappes étalées. Ils contiennent deux fleurs fertiles. Les glumes sont égales ou subégales et dépassent les fleurs. Les glumelles sont également presque égales et la glumelle inférieure présente une arête flexueuse ou tordue caractéristique. La fleur présente trois étamines et les stigmates sont directement portés par le carpelle. Le grain (caryopse) est oblong, velu au sommet, enveloppé dans les glumelles à la base (Figure 2) (Clerget, 2011).



Figure 2 : Plante de l'avoine. Selon (Salgado et al.2008)

I. 3. 4. Importance et utilisation de l'avoine

L'avoine a été consommée par l'homme depuis des milliers d'années. L'intérêt de l'avoine comme aliment bénéfique pour la santé s'est accru depuis les années 1990. En effet, de nombreuses études ont démontré qu'une fibre particulière de l'avoine, le Beta-D-glucane, a des propriétés régulatrices sur la glycémie et également sur le taux de cholestérol sanguin. De plus les protéines de l'avoine, riches en tryptophane, participent à la production de sérotonine et mélatonine chez l'humain. Les lipides possèdent un taux important de glucolipides, qui pourraient avoir un effet bénéfique sur notre système nerveux. Enfin, l'avoine contient de nombreux antioxydants comme les avénanthramides, les tocophérols et les tocotriénols.

L'avoine en grains était autrefois très utilisée pour l'alimentation des chevaux, à cause de son pouvoir excitant, qui stimule les animaux de trait. Sa valeur énergétique est cependant bien moindre que celle du blé ou de l'orge. Comme fourrage, on la cultive seule ou en mélange avec des légumineuses comme la vesce. Les productions fourragères sont importantes lors de la première coupe, et généralement plus faibles pour les coupes suivantes. Des rendements de fourrage entre 5 à 10 tonnes de matière sèche (MS) sont obtenus dans plusieurs régions du monde (**Salgado et al., 2008**).

L'avoine est maintenant cultivée dans le monde entier et constitue un aliment de base important pour les habitants de nombreux pays. Plusieurs variétés d'avoine sont disponibles. C'est une riche source de protéines, contient un certain nombre de minéraux importants, de lipides, de β -glucane, un polysaccharide à liaison mixte, qui constitue une partie importante des fibres alimentaires de l'avoine, et contient également divers autres phytoconstituants comme les avénanthramides, un alcaloïde indole. Gramine, flavonoïdes, flavonolignanes, saponines triterpénoïdes, stérols et tocols. Traditionnellement, l'avoine est utilisée depuis longtemps et est considérée comme stimulante, antispasmodique, antitumorale, diurétique et neurotonique.

L'avoine possède différentes activités pharmacologiques comme antioxydante, anti-inflammatoire, cicatrisante, immuno-modulatrice, antidiabétique, anti-cholestérol-éliminant, etc. Un large éventail d'activités biologiques indique que l'avoine est un agent thérapeutique potentiel (**Singh et al., 2013**).

Chapitre II

Matériel et méthodes

II. 1. Objectif

L'objectif de ce travail est l'étude comparative de la tolérance au stress hydrique et salin à partir de quelques paramètres germination et de croissance chez une variété d'avoine (*Avena sativa* L.), cultivar (Avon) et une variété d'orge (*Hordeum vulgure* L.), cultivar (Tichedert), en déterminant l'effet de ces deux types de stress (salin et hydrique) chez les deux cultivars étudiés.

II. 2. Mise en place de l'expérimentation

L'expérimentation est réalisée au niveau du laboratoire de « Biotechnologie Végétale » du département SNV, Université de M'sila. L'étude a porté sur l'effet de stress salin et hydrique chez deux cultivars, à savoir, la variété (Avon) de l'espèce (*Avena sativa* L.) et la variété (Tichedert) de l'espèce (*Hordeum vulgure* L.).

II. 3. Matériel utilisés

II. 3. 1. Matériel de laboratoire et produits chimiques (préparation de solutions)

Le matériel de laboratoire utilisé dans notre expérimentation est celui disponible dans le laboratoire de biotechnologie végétale, entre autre la balance de précision, la verrerie utile pour le bon fonctionnement de l'expérience, l'agitateur ...etc., en plus de produits chimiques Chlorure de Sodium, (NaCl) ; Polyéthylène glycol (PEG1000) ; Eau distillée ; Eau de javel...etc., (Figure 3)



Figure 3 : Matériel de laboratoire et produits chimiques

II. 3. 2. Préparation de NaCl et PEG1000

La solution saline est préparée en faisant dissoudre la quantité de NaCl dans l'eau distillée. Ces solutions sont préparées à différentes concentrations, à savoir, (0g/l, 5g/l, 10g/l, 15g /l) pour avoir différents niveaux de stress salin.

La solution de Polyéthylène glycol, est préparée en faisant dissoudre la quantité de PEG1000 dans l'eau distillé à différentes concentrations, à savoir, (0g/l, 5g/l, 10g/l, 15g /l) pour avoir différents niveaux de stress hydrique (0 %, 5%, 10% et 15%).

II. 3. 3. Protocol expérimental et test de germination

Les graines de la variété d'avoine (Avon) et de la variété d'orge (Tichdert) sont stérilisées à l'eau de javel 6% pendant 30 minutes puis rincées par trois fois à l'eau distillée stérile. Les graines sont mises à germer sur papier filtre humecté à l'eau distillée dans des boîtes de pétri à l'obscurité totale et à température ambiante du laboratoire. Les plantules issues de la germination, et après émission foliaire et racinaire, sont exposé à une lumière assurée par des lampes Nyons et sont restées à poursuivre leur développement dans des conditions contrôlées du laboratoire (Figure 4a & 4b)

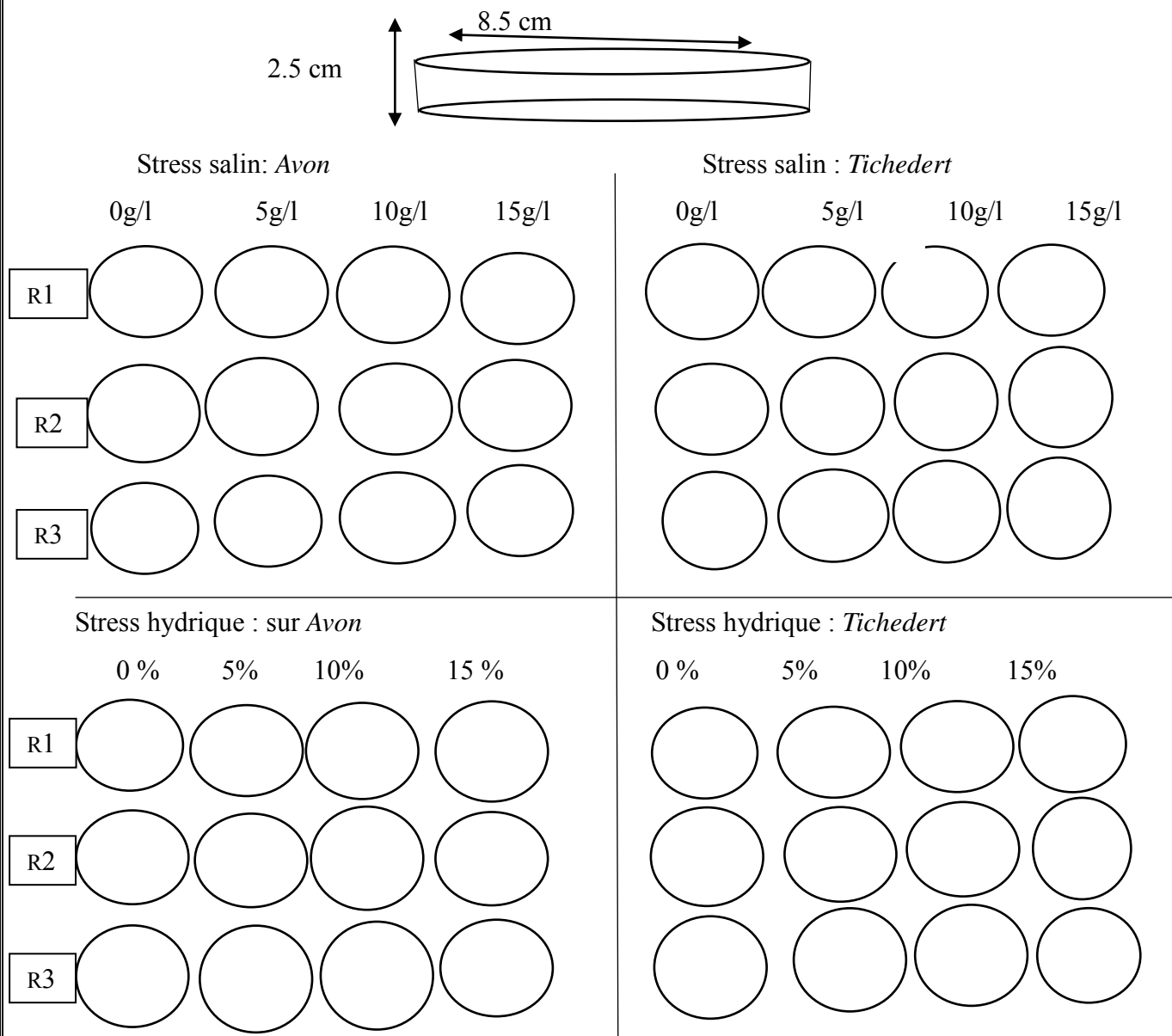


Figure 4a : dispositifs de l'expérimentation (Tests de germination en boîtes de Pétri)

SS: Stress salin (0g/l) (Témoin).

SS: Stress salin (5 g /l)

SS: Stress salin (10 g /l)

SS: Stress salin (15 g /l)

SH: Stress hydrique (0%) (Témoin)

SH: Stress hydrique (5%)

SH: Stress hydrique (10%)

SH: Stress hydrique (15%)

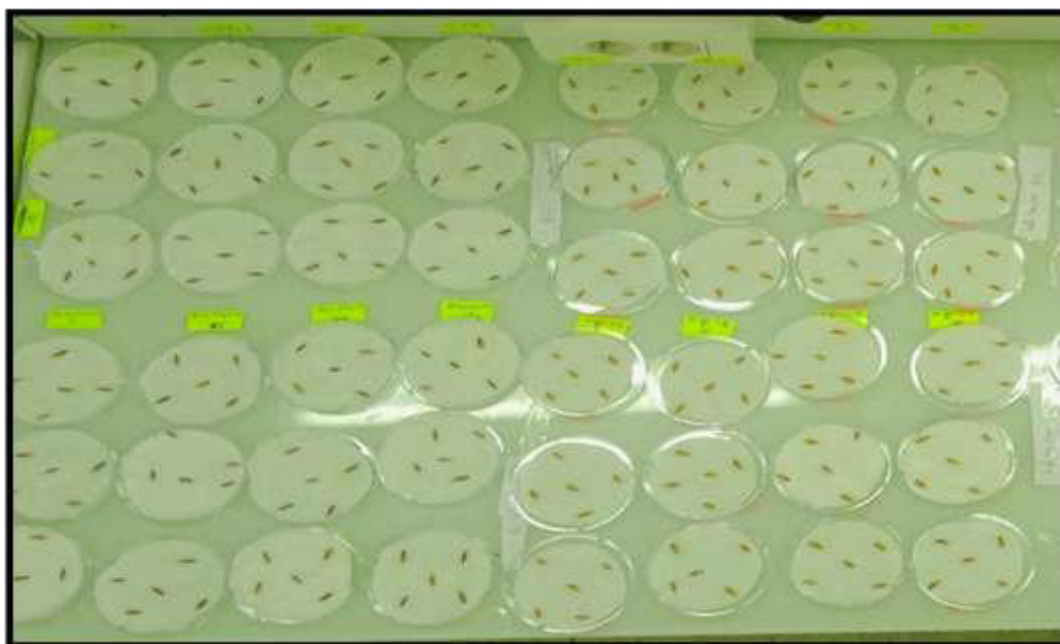


Figure 4b : Test de germination en boîtes de Pétri.

II. 4. Germination des graines sous stress hydrique (PEG1000) et stress salin (NaCl)

Les graines choisies doivent être saines, elles ont été sélectionnées selon leur taille et leur forme. Pour tous les traitements, les graines ont été placées dans me réfrigérateur pendant 3 heures afin d'effectuer un choc thermique puis elles sont désinfectées à l'eau de javel 6% pendant 30 min puis rincées par trois fois à l'eau distillée. Les graines sont mises à germer dans des boîtes de pétri, ces dernières sont tapissées par une couche de papier filtre imbibé avec la solution de stress appliqué, à raison de 5 semences par boîte. Chaque traitement est répété 3 fois. L'expérimentation se déroule dans les conditions de laboratoire, le nombre de graines germées a été noté après 24 heure jusqu'à 10^{ème} jour (Figure 5 & 6).



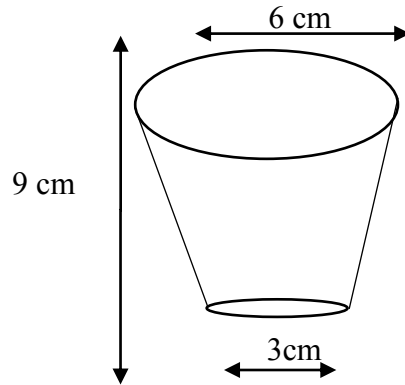
Figure 5 : Préparation de graines de la variété (Tichdert) de *H. vulgure* L. dans la boîte de pétri



Figure 6 : Préparation de graines de variété de (Avon) d'*A. sativa* L. dans la boîte de pétri

II. 5. Préparation des gobelets en plastique pour croissance de plantules

Les gobelets sont remplis d'un type de sol terreau, Le semis a été effectué manuellement à raison de 5 grains réparties d'une façon homogène sur la surface de chaque gobelet à une profondeur de 9cm. Les gobelets ont été répartis en trois lots constituant respectivement des plantes témoins et des plantes stressées. Les deux variétés ont reçu la même quantité d'eau jusqu'à l'apparition de la feuille (Figure 7, 8 & 9).

**Figure 7 : Goblet****Figure 8 : Croissance de plantules d'orge****Figure 9 : Croissance de plantules d'avoine****II. 6. Croissance et développement des plantules sous stress salin et hydrique**

Les gobelets sont remplis d'un type de sol terreau, Le semis a été effectué manuellement à raison de 5 grains réparties d'une façon homogène sur la surface de chaque gobelet à une profondeur de 9cm. Les gobelets ont été répartis en trois lots constituant respectivement des plantes témoins et des plantes stressées. Les deux variétés ont reçu la même quantité d'eau jusqu'à l'apparition de la feuille (Figure 10 & 11).



Figure 10 : Croissance et développement des plantules l'avoine



Figure 11 : Croissance et développement des plantules l'orge

II. 7. Paramètres mesurés

II. 7. 1. Taux et cinétique de germination

C'est le nombre total de graines germées à la fin de l'essai par rapport nombre de graines initiales utilisées exprimé en pourcentage

$$G (\%) = 100 (XT/N)$$

XT est le nombre total de grains germées et **N** le nombre total des graines mises à germer. **F** est le nombre de graines germées au jour **x** (**Arroud, 2021**).

La cinétique de germination est calculée par le nombre de graine germées à 24, 48,72, 96, 120, 144 et 168 h après le début de l'expérience, rapportées au nombre de graines mises en germination (**Hajlaoui et al., 2007**) (Figure 12, 13 & 14)



Figure 12 : Graines après 0h



Figure 13 : Graines après 24h



Figure 14 : Graines après 72h

II. 7. 2. Paramètres de croissance

II. 7. 2. 1. Longueur racinaire (LR, cm)

La longueur des racines est déterminée comme étant la longueur de la racine la plus longue, les mesures ont été effectuées à l'aide d'une règle graduée et ce pour évaluer la croissance de la plante vis -à-vis du stress (Brahimi, 2017) (Figure 15)



Figure 15: Mesure de la longueur des racines

II. 7. 2. 2. Nombre de racines (NR)

Le nombre des racines ont été prises par la moyenne de racines principales de trois plantules par répétition (Figure 16)



Figure 16 : Calcule du nombre de racine

II. 7. 2. 3. Surface foliaire (SF, cm²)

La surface foliaire est déduite par la formule : $SF (cm^2) = 0.606 (L \times l)$, où L = longueur de feuilles, l = largeur des feuilles et 0.606 = coefficient constant. (Mefti et al., 2008) (Figure 17, 18 & 19).

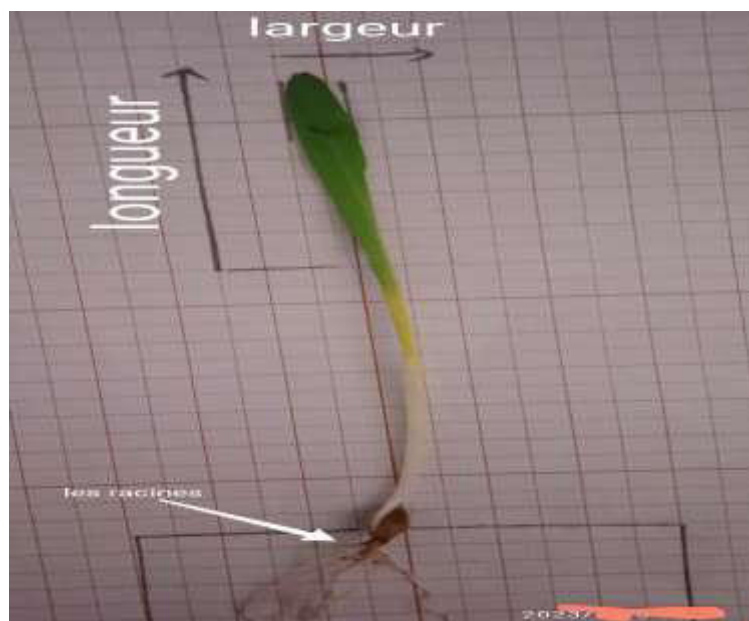


Figure 17 : Surface Foliaire et racine (Nombre et Longueur)

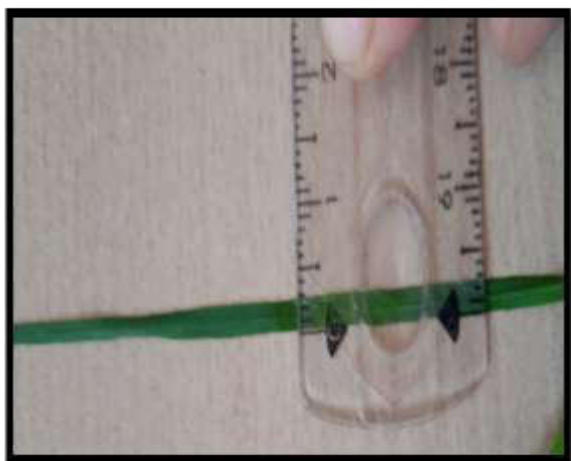


Figure 18 : Mesure de la largeur de la feuille

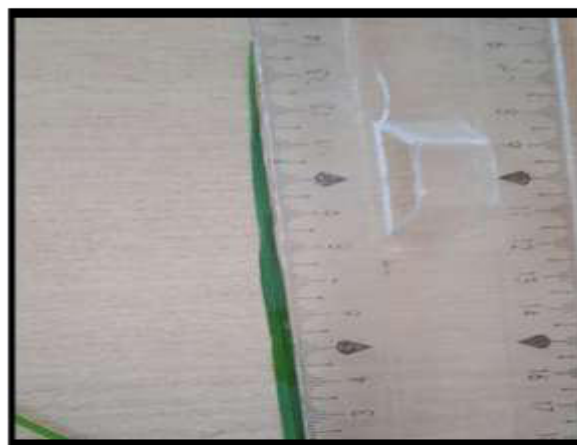


Figure 19 : Mesures de la longueur de la feuille

Chapitre III

Résultats et discussion

Chapitre III : Résultats et discussion

III. 1. Première Partie : Paramètres de germination

III. 1. 1. Taux de germination

III. 1. 1. 1. Impact du stress salin et hydrique sur la germination de l'orge

Le taux de germination est plus élevé dans les concentrations de stress salin 0g/l (témoin), où on note 100% de germination, puis on note une diminution progressive, à savoir en 5g/l (93.33%), en 10g/l (86.66%) et en 15g/l (73.33%) (Figure 20)

Le taux de germination est plus élevé dans les concentrations de stress hydrique 1% (témoin), où on note 100% de germination puis on note une diminution progressive, à savoir en 5% (86,66 %) , en 10% (73,33%) et en 15% (60%) (Figure 21).

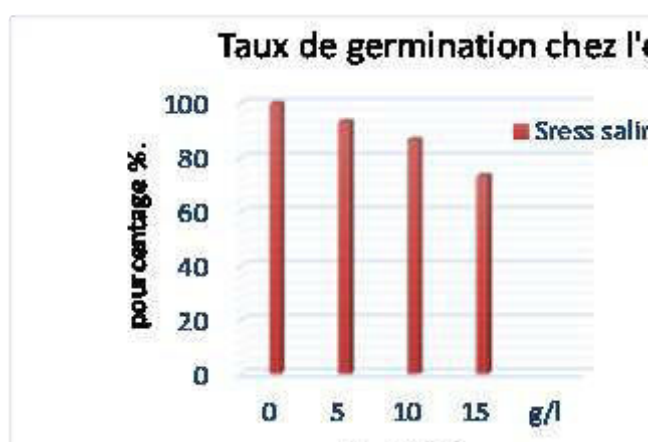


Figure 20 : Taux de germination chez l'orge

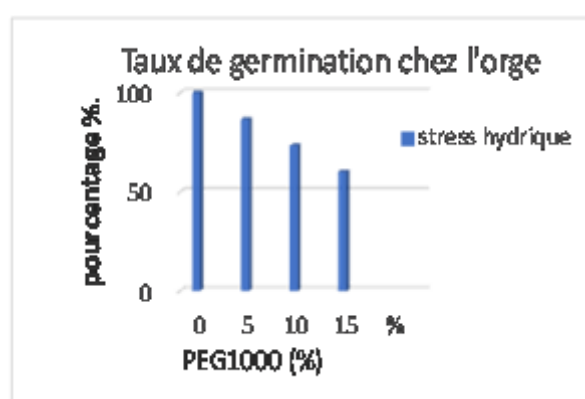


Figure 21 : Taux de germination chez l'orge

III. 1. 1. 2. Impact du stress salin et hydrique sur la germination de l'avoine

La germination des graines d'avoine utilisées dans cette étude se comportent différemment dans les différentes concentrations de stress salin appliqué sous forme de concentrations de NaCl. Ce phénomène est manifesté par un taux de germination relativement élevé atteignant 100% dans la concentration 0g/l (Témoin), puis on a noté une diminution progressive 5g/l (86.66%), 10g/l (73.33%), et 15g/l, (60%) (Figure 22).

La germination des graines d'avoine utilisées dans cette étude sont affectés par les différentes concentrations de stress hydrique appliqué sous forme de concentrations de PEG1000. Ce phénomène est manifesté par un taux de germination relativement élevé atteignant 100% dans la concentration 0% de PEG1000 (Témoin). En plus la de la germination de l'avoine diminue progressivement par rapport aux concentrations de PEG1000, de ce fait en 5% (86.66%), en 10% (73.33%) et en 15% (66.66%) (Figure 23).

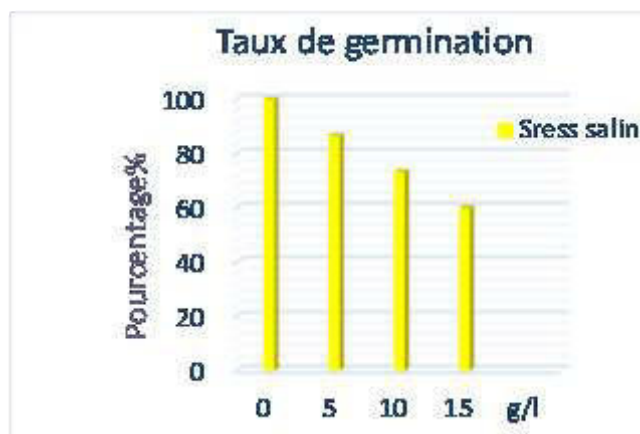


Figure 22 : Taux de germination chez l'avoine

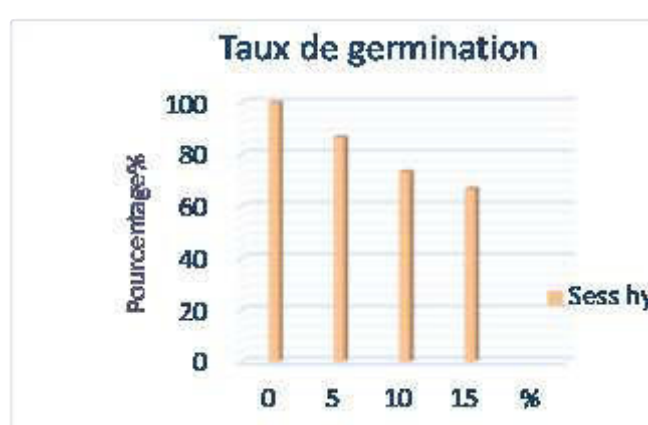


Figure 23 : Taux de germination chez l'avoine

III. 1. 1. 3. Comparaison de l'impact du stress salin et hydrique sur la germination de l'orge et de l'avoine

Nous remarquons qu'il y a une différence de l'effet du NaCl et du PEG1000 sur le taux de germination de l'orge et de l'avoine. De ce fait, le taux de germination le plus bas pour l'orge sous l'influence du NaCl est de (73.33%), et pour l'avoine, il est estimé de (53.33%) et inversement lorsqu'il s'agit de l'effet du PEG1000, dont il est plus efficace sur l'orge, où le taux de germination le plus faible était de (60%), et pour l'avoine il a été (66.66%) (Figure 24)

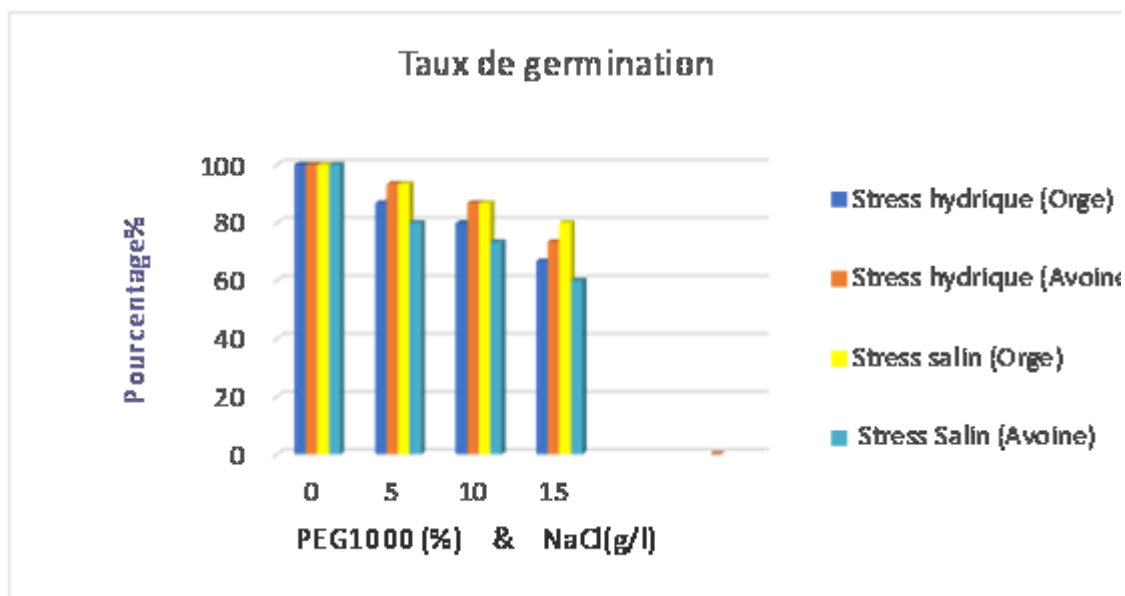


Figure 24 : Comparaison du taux de germination en Stress salin et hydrique chez l'orge et l'avoine

III. 1. 2. Cinétique de la germination

III. 1. 2. 1. Comparaison de l'impact du stress salin sur l'orge et l'avoine

La présente étude a été menée pour comparer l'influence des niveaux de stress salin et hydrique sur deux types de céréales, à savoir, l'orge et l'avoine lors de la germination.

Les résultats montrent que la germination n'était complète que et significative que pour le stress modéré (témoins et 5g/l, NaCl et 5%, PEG1000) puis sera diminué progressivement quand il s'agit du stress moyen et sévère (10g/l & 15g/l, NaCl et 10% & 15%, PEG1000).

La germination a été évaluée par l'accumulation de nombre de graines germées sur une période de 10 jours. De plus, la germination était maximale chez le témoin et le nombre de graines germées diminuent progressivement avec l'augmentation de la concentration de stress et en fonction de la période d'exposition, tant pour le stress hydrique (PEG1000) que dans le stress salin (NaCl).

L'augmentation de la concentration de PEG1000, ne retarde pas la germination bien qu'elle diminue le taux le pourcentage et par conséquent ce processus physiologique. La réponse des graines d'avoine et d'orge au stress hydrique varie dans le temps en fonction des concentrations de PEG1000. On note que l'effet de l'agent stressant (PEG1000), sur la germination diffère selon l'espèce, car on distingué une différence bien visible concernant le pourcentage de la germination en fin de la période d'exposition qui comptait 10 jours de l'orge par rapport à l'avoine. Il a été conclu que l'orge était plus sensible et été affecté par l'augmentation de la concentration de PEG1000 plus que l'avoine, qui se comporte comme une espèce plus tolérante au stress hydrique (Figure 25, 26, 27 & 28).

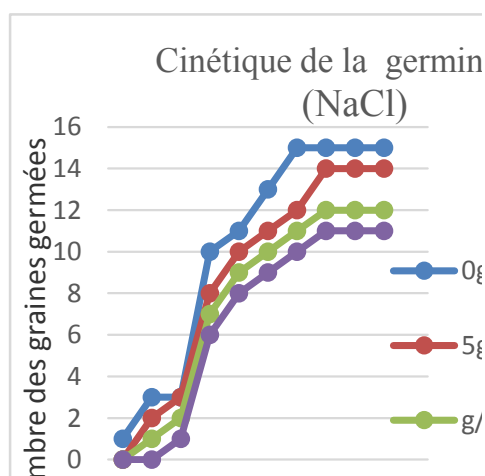


Figure 25 : Cinétique de germination de l'orge (Stress salin)

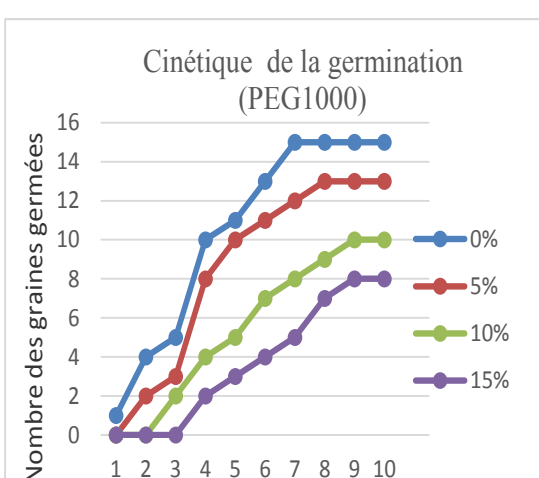


Figure 26 : Cinétique de germination de l'orge (Stress hydrique)

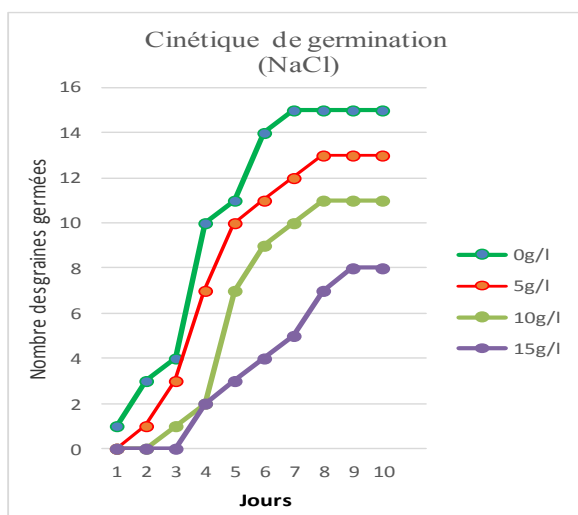


Figure 27 : Cinétique de germination de l'avoine (Stress salin)

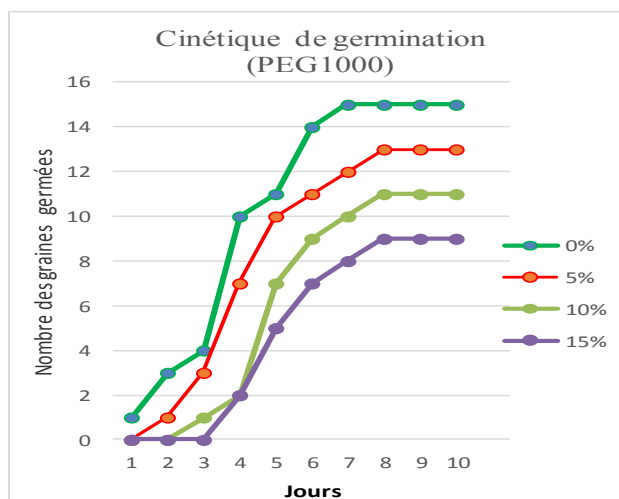


Figure 28 : Cinétique de germination de l'orge (Stress hydrique)

III. 2. Deuxième Partie: Paramètres de croissance

III. 2. 1. Impact du stress salin et hydrique sur le nombre de racines chez l'orge

On remarque que le nombre des racines changent avec la variation de la concentration de NaCl utilisé. Chez le témoin le nombre de racines était de 7 racines, en stress salin (5g/l et 15g/l) le nombre de racines diminue en 6 et 5 racines respectivement et il s'est maintenu dans le même nombre (5 racines) pour le stress sévère (15g/l) (Figure 29).

On remarque aussi que le nombre de racines changent avec la variation de la concentration de PEG1000 utilisée. Chez le témoin le nombre de racines était de 7 racines, en stress hydrique (5% et 10%) le nombre de racines était de 5 racines et 15% de PEG1000, le nombre de racines était de 4 racines (Figure 30).



Figure 29 : Effet du NaCl sur le nombre des racines de l'orge

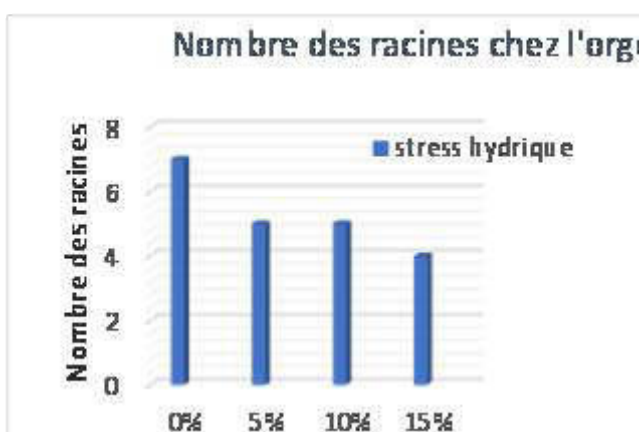


Figure 30 : Effet du PEG1000 sur le nombre des racines de l'orge

III. 2. 2. Impact du stress salin et hydrique sur le nombre de racines chez l'avoine

A travers les des histogrammes s graphiques (figure N°24) et(tableau N°07)en Annex On remarque que le nombre de racines changent avec la variation de la concentration de NaCl utilisée. Chez le témoin le nombre de racines était de 6 racines, en stress salin 5g/l le nombre des racines est 5, et en stress salin 10g/l, le nombre de racines était 4 racines, alors qu'il est 3 racines en 15g/l (Figure 31).

On remarque aussi que le nombre de racines en utilisant des concentrations de PEG 1000, qu'au témoin le nombre de racines était de 6 racines, en 5% le nombre de racines était 6, à 10% le nombre de racines était de 5 racines et à 15% le nombre de racines était de 4 racines (Figure 32).

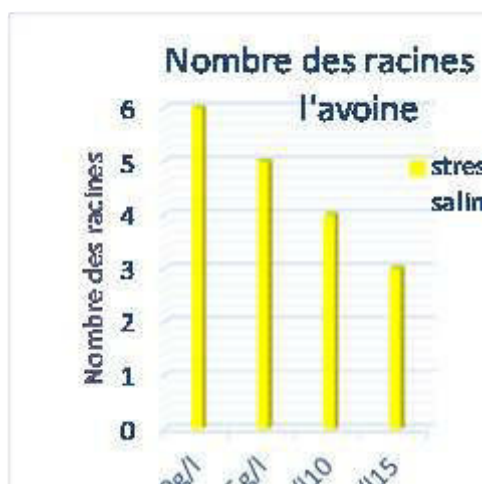


Figure 31: Effet du NaCl sur le nombre des racines de l'avoine

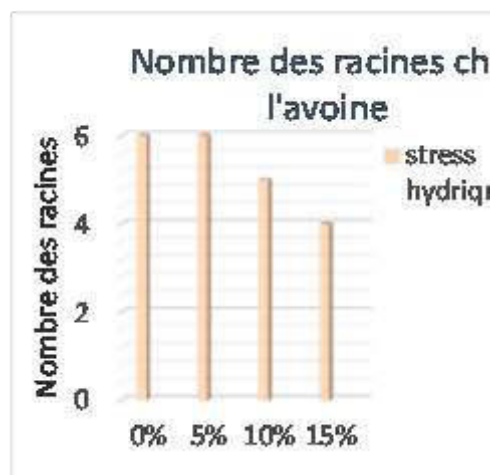


Figure 32: Effet du PEG1000 sur le nombre des racines de l'avoine

III. 2. 3. Impact du stress salin et hydrique sur la longueur des racines chez l'orge

Il ressort de la figure 26 que la longueur des racines de l'orge varie en fonction des différentes concentrations de NaCl. Le témoin enregistre une longueur racinaire de 13.5 cm contre 12.75cm en 5g/l et 11cm en 10g/l, alors qu'en 15g/l, la longueur atteigne seulement (Figure 33).

Pour ce qui de la longueur des racines en appliquant le stress hydrique, il est à noter que pour la concentration 0% (témoin), la longueur est de 12cm contre 10.5cm pour la concentration 5% du PEG1000 et 9cm pour la concentration 10% alors que pour le stress sévère (15% de PEG1000) la longueur est de 7.9cm (Figure 34).

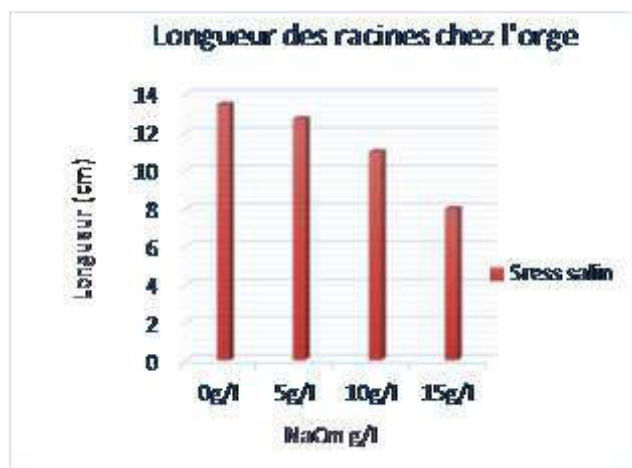


Figure 33 : Effet du NaCl sur la longueur des racines de l'orge



Figure 34 : Effet du PEG1000 sur la longueur des racines de l'orge

III. 2. 4. Impact du stress salin et hydrique sur la longueur des racines chez l'avoine

La longueur des racines de l'avoine varie en fonction des différentes concentrations de NaCl. Dans Le témoin on a enregistré une longueur racinaire de 13.5cm contre 12.75 cm en stress salin à 5g/l. La concentration de 10g/l provoque une longueur de 11cm et 15g/l on a enregistré 8cm de longueur (Figure 35).

Pour le stress hydrique, la longueur des racines de l'avoine varie en fonction des différentes concentrations de PEG1000. Pour le témoin on a enregistré une longueur racinaire de 13.5cm contre 13cm en 5% de PEG1000, alors qu'en 10% de PEG1000, la longueur était 12.5cm et en 15% la longueur atteint 11cm (Figure 36).



Figure 35 : Effet du NaCl sur la longueur des racines de l'avoine

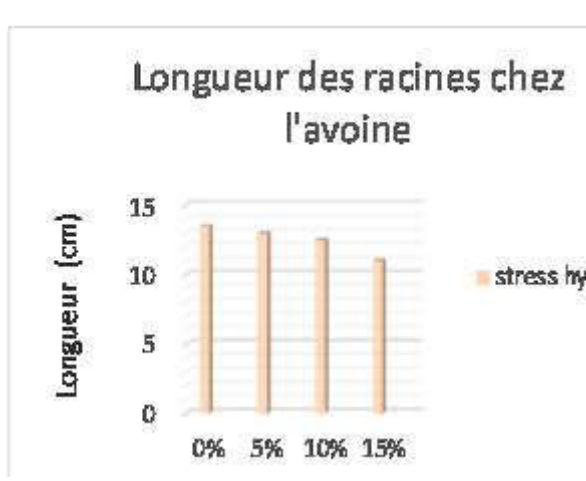


Figure 36 : Effet du PEG1000 sur la longueur des racines de l'avoine

III. 2. 5. Impact du stress salin et hydrique sur la surface foliaire chez l'orge

La surface foliaire chez l'orge en appliquant le stress salin à différentes concentrations a pris plusieurs valeurs. Les résultats obtenus ont montré une diminution progressive de la surface foliaire de l'orge. De ce fait dans le témoin (0g/l), la surface foliaire était de 2.2cm^2 , mais avec une concentration en sel de 5g/l, la surface foliaire était de 1.9cm^2 et on a noté une surface à 1.6cm^2 dans la concentration 10g/l, alors qu'en 15g/l la diminution de la surface foliaire était très forte en atteignant 1.02cm^2 (Figure 37).

Pour ce qui de l'application du stress hydrique, on a noté que pour le témoin (0% de PEG1000), la surface foliaire était 2.2cm^2 , et en 5% de PEG1000, la surface était 2cm^2 , alors qu'en 10% de PEG1000, la surface a atteint 1.75cm^2 et en fin en stress sévère (15% de PEG1000), la surface a diminué fortement jusqu'à 1.6cm^2 (Figure 38).



Figure 37 : Effet du NaCl sur la surface foliaire chez l'orge

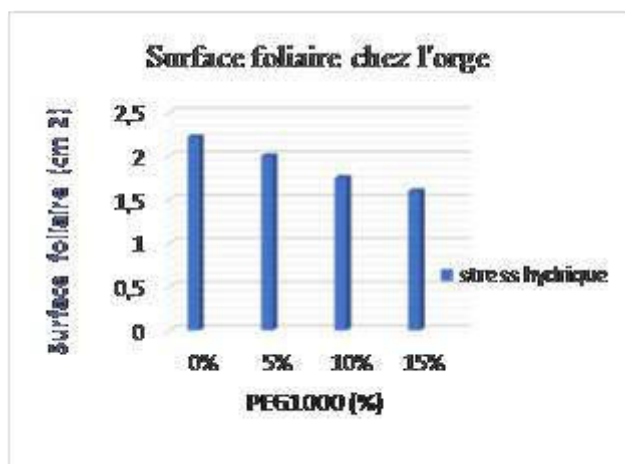


Figure 38: Effet du PEG1000 sur la surface foliaire chez l'orge

III. 2. 5. Impact du stress salin et hydrique sur la surface foliaire chez l'avoine

La surface foliaire de l'avoine dans le stress salin (0g/l, 5g/l, 10g/l et 15g/l) présente des différences significatives et une diminution progressive, à savoir, pour le témoin (0g/l, on a noté 2.22cm^2 et en 5g/l, la surface était 1.94cm^2 alors qu'en 10g/l, la surface atteint 1.52cm^2 et en fin dans le cas du stress sévère (15g/l), la surface était 1.24cm^2 . Ces résultats montrent l'affection sérieuse de la surface foliaire par le stress salin (Figure 39).

Pour le stress hydrique, la surface foliaire de l'avoine et en cas du témoin (0% de PEG1000), la surface prend la valeur 2.23cm^2 et en 5% de PEG1000, la surface était 2.10cm^2 , alors qu'en 10% de PEG1000, la surface atteint 1.74cm^2 et en fin en stress sévère

(15% de PEG1000), la surface prend la valeur de 1.6cm² Ceci a permis de mettre en évidence les différences significatives de la surface foliaire en stress hydrique (Figure 40).

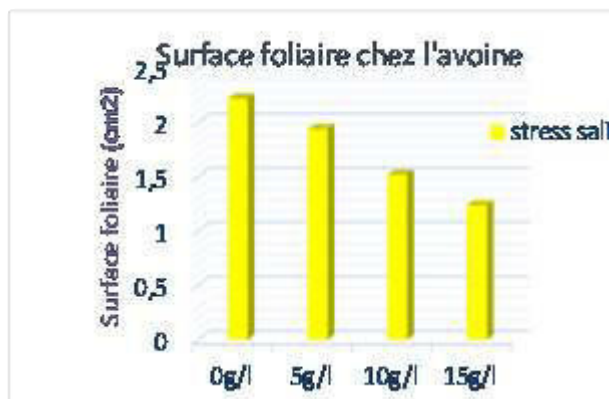


Figure 39: Effet du NaCl sur la surface foliaire de l'avoine



Figure 40: Effet du PEG1000 sur la surface foliaire de l'avoine

III. 3. Discussion

Les résultats de notre étude montrent que la salinité (NaCl) et le stress hydrique (PEG1000) affectent négativement la germination et la croissance de l'orge et de l'avoine.

Il a été constaté que toute augmentation de la salinité entraîne une diminution de la germination et de croissance chez l'orge et l'avoine, et cela pour l'ensemble des paramètres mesurés.

Des résultats similaires ont été rapportés par **Hizi et Lahouel (2019)**, où ils ont marqué la présence d'une variabilité génétique entre les espèces/variétés étudiées pour l'ensemble des paramètres mesurés (nombre de racines, longueur de racines et surface foliaire).

Pour le paramètre de la longueur des racines, on remarque que la variété d'orge (*Tichedert*) est plus affectée lorsqu'elle est exposée au PEG1000 à des concentrations croissantes, alors que la variété (*Avon*) de l'avoine est plus affectée par la salinité. Ces résultats corroborent avec ceux de **Hizi et Lahouel (2019)**.

Conclusion

Conclusion et perspectives

Conclusion

Cette étude a été menée afin de connaître la tolérance et la sensibilité de deux types de céréales, l'orge et l'avoine, *Hordeum vulgare*, *Avena sativa*, au stress salin et hydrique. Notre étude s'est déroulée en deux phases principales : le test de germination et le test de croissance. D'autre part, de nombreux facteurs liés à l'irrigation ont été étudiés, où différentes concentrations de Na Cl ont été utilisées dans le stress salin et différentes concentrations de PEG1000 dans le stress hydrique, avec trois répétitions pour chaque concentration, avec un contrôle utilisant de l'eau distillée.

Les résultats obtenus après dix jours de culture et l'analyse agronomique et statistique révèlent les différences entre chaque condition de stress pour chaque concentration et pour chaque espèce. Les conditions de l'expérience ont permis à chaque espèce d'exprimer son comportement. Comme les résultats ont montré que la salinité, si elle augmente dans l'eau, affecte directement la morphologie de ces deux espèces, c'est pourquoi nous avons consacré notre étude dans cette expérience à l'étude du nombre de racines, de leur longueur et de la surface foliaire. 5g/l, et augmenté à 10g/l, et il est significatif à 15g/l pour tous les paramètres morphologiques, et cela s'explique par une diminution du nombre de racines, de la longueur des racines et de la surface foliaire, et aussi pour la motilité germinative, il est significatif et rapide pour les deux types dans le cas du témoin, car la motilité diminue avec l'augmentation des concentrations de ces deux types.

Cependant, nous avons remarqué une observation très importante où l'effet du sel dans l'eau sur la morphologie de l'avoine et sa vitesse de germination est supérieur à celui de l'orge.

Quant à l'effet du PEG dans l'eau, les résultats ont donné par rapport à la condition contrôle qu'ils sont moins affectés à 5% de PEG1000, et plus affectés à 10% de PEG1000, et significatifs à 15% de PEG1000 pour tous les paramètres morphologiques, et cela s'explique par une diminution du nombre de racines, de la longueur des racines et de la surface foliaire, ainsi que pour la motilité de la germination est significative et rapide pour les deux espèces dans le cas du témoin, car la motilité diminue avec l'augmentation des concentrations des deux. Aussi, nous avons conclu que le PEG1000 dans l'eau affecte la cinétique de germination et les paramètres étudiés sont plus importants pour l'orge que pour l'avoine.

Nous pouvons conclure de la comparaison que l'orge est moins affectée que l'avoine en ce qui concerne la salinité, et inversement en ce qui concerne le PEG affecte plus l'orge que l'avoine.

Au final, et selon les résultats de la recherche et de l'expérimentation, on peut dire que le stress salin et le stress hydrique affectent la plante d'orge et d'avoine à mesure que leurs quantités augmentent en eau.

Perspectives

D'après nos recherches, il existe d'autres horizons qui peuvent être étudiés, que nous n'avons pas pu compléter par manque de temps.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

1. Abdelguerfi, A., Laouar, M., M'Hammedi Bouzina, M. (2008). Les productions fourragères et pastorales en Algérie: situation et possibilités d'amélioration. *Agriculture et développement*. 6, pp.14-25.
2. Andrew, C., Karen, P. S., Irene, A. G., Alexander, A. C., Cathy, H., John, W., (2017). The agronomic performance and nutritional content of oat and barley. *Journal of Cereal Science* , Pp.1-10.
3. Badr, A., El Rabey, H., Effgen, S., Ibrahim, H. H. (2000). On the Origin and Domestication History of Barley (*Hordeum vulgare*). *Molecular Biology and Evolution*, 17(4), 499 P.
4. Bailey, K. L., Couture, L., Gossen, B. D., Gugel, R. K., Morrall, R. A. A. 2004. Maladies des grandes cultures au Canada. *Société canadienne de phytopathologie*, 17P.
5. Baldy, C. (1974). Contribution à l'étude fréquentielle des conditions climatiques: Leurs influence sur la production des principales zones céréalières d'Algérie. *M. A. R. A.*, projet céréales, Alger, 152p.
6. Belaid, D. (1986). Aspects de la céréaliculture Algérienne. PP.4-6.
7. Brahimi, H. A. (2017). Variations phénotypiques pour la tolérance aux stress salin et hydrique chez le blé tendre (*Triticum aestivum* L.). Mémoire de Master en Biotechnologie Végétale. Université Mohamed Boudiaf - M'sila. PP 11-18.
8. Brink, M., Belay, G. M. (2006). Céréales et légumes secs. *PROTA*. Pays-Bas, 11P.
9. Clerget, Y. (2011). Biodiversité des céréales: Origine et évolution. *Bulletin Montbéliard*, 17P
10. Daoud, Y., Halitim, A. (1994). Irrigation et salinisation au Sahara Algérien. Science et changements planétaires / *Sécheresse*, 5 (3), PP.151-160.
11. Djermoun, A. (2009). La production céréalière en Algérie : Les principales caractéristiques. *Revue Nature et Technologie* (1), PP.46-47.
12. Doležel, J., Marie, K., Etienne, P., Jan, B., Catherine, F. (2007). Chromosome-based genomics in the cereals. *Chromosome Research* , PP.51- 66.
13. Emmanuel, I., Yao, T., Shengmin, S. (2017). Bioactive phytochemicals in barley. *Journal of Food and Drug Analysis*, 25 (1), PP.148-161.
14. Gibson, L., Benson, G. (2002). Origin, history, and uses of oat (*Avena sativa*) and wheat (*Triticum aestivum*). Iowa State University, Department of Agronomy, 3 P.

15. Hajlaoui, H., Denden, M., et Bouslama, M. (2007). Etude de la variabilité intraspécifique de tolérance au stress salin du pois chiche (*Cicer arietinum* L.) au stade germination. *Tropicultura*, 25 (3), PP.168-173.
16. Henry, J. R. (2005). Plant diversity and evolution genotypic and phenotypic variation in higher plants. *CABI Publishing*.Ukraine, 332P.
17. Holloway, P. J., Jeffree, E. (2017). Epicuticular Waxes, In Encyclopedia of applied plant sciences (Second Edition). Oxford: Edited By Brian Thomas, Brian G Murray And Denis J Murphy, *Academic Press*. PP374-386.
18. Jadhav, S. J., Lutz, S. E., Ghorpade, V. M., et Salunkhe, D. K. (1998). Barley: Chemistry and value-added processing. *Critical Reviews in Food Science*, 38(2), pp.123-171.
19. Iannucci, A., Codianni, P., et Cattivelli, L. (2011). Evaluation of genotype diversity in oat germplasm and definition of ideotypes adapted to the mediterranean environment. *International Journal of Agronomy*, 1P.
20. Liu, D. L., et Lovett, J. V. (1993). Biologically active secondary metabolites of barley. II. Phytotoxicity of barley allelochemicals. *Journal of Chemical Ecology* 19 , PP. 2231-2244.
21. Mefti, M., Bouzerzour, H., Abdelguerfi, A., et Nouar, H. (2008). Morphological and growth characteristics of perennial grass cultivars grown under semi-arid conditions of the Algerian high plateaus. *Journal of Agronomy*, 7, pp. 138-147.
22. Moule, C. (1957). cereales. la maison rustique, pp.5-7.
23. Salgado, P., Cuong, V. C., VanThu, T., et Nguyen T. H. (2008). Production et utilisation de l'avoine fourragère (*Avena strigosa* et *Avena sativa*) au Nord du Vietnam: une solution pour résoudre le déficit fourrager en hiver. (Proposition pour la prise en compte de l'avoine fourragère dans la liste officielle d'espèces fourragères du Vietnam). PP.10-12.
25. Singh, R., Sudrata, D., Belkheir, A. (2013). *Avena sativa* (Oat), a potential nutraceutical and therapeutic agent: an overview. *Critical reviews in food science and nutrition*, 53(2), PP.126-144.
26. Slama, A., Ben Salem, M., Ben Naceur, M., Zid, E. (2005). Les céréales en Tunisie: Production, effet de la sécheresse et mécanismes de résistance. *Sécheresse*, 16(3), 226.
27. Soltner, D. (1998). Les grandes productions végétales. *Éditions Sciences et techniques* .464p.
28. Stevens, E. J., Armstrong, K. W., Bezar, H. J., Griffin, W. B., Hampton, J. G. (2004). Fodder oats an overview. *Fodder oats: a world overview*, (33), P1.