

Université d'Aïn-Témouchent Belhadj Bouchaib – UATBB-
Faculté des sciences et de la technologie
Département des sciences de la nature et de la vie



Mémoire

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Sciences de la nature et de la vie

Filière : Sciences Agronomiques

Spécialité : protection des végétaux

Par :

M^{elle} : Mastor Nor El Houda

M^{elle} : Boudjenan Serradj Halima

THEME

**Effet des prétraitements des grains sur la germination de blé dur
(*Triticum durum Desf*) en condition de stress salin et stress hydrique**

Soutenu le 18/07/2021

Devant le jury composé de :

Président : Madame Iliase Faiza	« MCB »	U.B.B.A.T
Examinatrice : Madame Benahmed Meriyem	« MAB »	U.B.B.A.T
Encadrant : Madame Louerrad Yasmina	« MCB »	U.B.B.A.T

Remerciements

Au terme de ce modeste travail, nous remercions Dieu de nous avoir donné le courage et la volonté pour bien mener ce mémoire.

*Nous tenons à remercier notre encadreur madame **louerrad**
Yasmina*

Nos remerciements vont également à tous les enseignants qui ont encouragé et contribué à ce que nous arrivons à ce niveau :

Monsieur Kaddour.

Monsieur Benabi.

Madame Abdelaoui Hajira.

Nous tenons à remercier profondément :

Les ingénieurs de laboratoire de biologie et hydraulique.

***Monsieur Mastor Bouchouicha** qui nous permet d'utiliser sa terre agricole pour mener cette expérience.*

En fin, nous veulent remercier tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin dans l'élaboration et la finalisation de ce travail.

Dédicaces

Je dédie ce modeste mémoire :

A mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études.

A mes chers frères : Saïd, Bilal, Abdallah, Adnan

Qui m'a soutenu et pour leur appui et leur conseil.

A mes grands- parents et grands-mères, mes oncles et mes tantes.

A mes sœurs : Amina, Fatou, Safia, Hassiba, Asma, Ghizlan.

A mes chers collègues de la classe des agronomes 2017/2021 malgré tous les problèmes, la classe des agronomes misérables reste toujours la meilleure classe.

Aux mes sœurs qui j'ai passé mes souvenirs : Hlima, Najat, Hasna, Ikram, Hanan, Khadija, Asma.

Pour la personne qui m'a soutenu et encouragé : Mehdi.

A toute ma famille pour leur aide tout au long de mon parcours universitaire.

Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fruit de votre soutien infailible.

Merci d'être toujours là pour moi.

Nor El Houda

إهداء

إن الحمد لله نحمده و نستعين به و نشكره على عونہ و إمامه لنا بالصبر
و القوة .

فمشروع بحثي الذي بذلت فيه كل جهدي و قواي أهديتها إلى قرّة عيني
العزيزين في الدنيا اللذان سهرنا لأجل راحتني و رعايتني الذي قال فيهما
رب الجلال و الإكرام في قوله سبحانه و تعالى : "ولا تقل لهما أف و لا
تنهرهما و قل لهما قولاً كريماً".

إلى ملاذي و قوتي و سندي بعد الله سبحانه و توأم روحي من عشت معهم
أجمل الذكريات أخي و أختي : نور الدين و شيماء.

كما أهدى هذا العمل إلى كل من عائلة بوجنان سراج و بوليلة .

إلى جدي و جدتي أطال الله في عمرهما, و جدي و جدتي رحمهما الله .

إلى الصديقات الذين قضيت معهم جل أوقاتي : نور الهدى , حسناء ,
إكرام , نجاة , أمينة , أميرة , حنان.

و إلى كل الأصدقاء الذين درسوا معنا في الجامعة .

إلى كل من ساهم في تلقيني و لو بحرف في حياتي الدراسية .

و إلى كل من أحبني بصدق فدعالي بالتوفيق و السداد .

"حليمة"

Sommaire :

Liste des figures :	VII
Liste des tableaux	VIII
Liste des abréviations :	IX
Résumé	X
ملخص	XI
Introduction	1

Partie 01 : Etude bibliographique

Chapitre 1 : Généralité sur le blé

I. Généralités sur le blé :	5
I.1 Historique et origine du blé :	5
I.2 Systématique du blé :	7
I.2.1 Classification selon Cronquist (1981) :	7
I.2.2 Classification APG 3(2009) :	7
I.3.2 Le blé dur :	8
2. La morphologie de blé :	9
2.1 L'anatomie de blé :	10
2.1.1 Le Péricarpe :	10
2.1.2 La bande hyaline :	10
2.1.3 Le tégument séminal :	10
2.1.5 Le germe :	11
2.2 La composition chimique du blé :	11
2.3 Les exigences de blé :	11
2.3.1 Le sol :	11
2.3.2 L'eau :	12
2.3.3 La température :	12
2.3.4 La lumière :	12
2.3.5 La fertilisation du sol :	12
2.4 Cycle biologique du blé :	12
2.4.1 La phase de germination –levée :	12
2.4.2 La phase levée – tallage :	13
2.4.3 Phase de reproduction :	13

2.4.4 La phase épiaison–floraison :	13
2.4.5 La phase de maturation :	14
2.4.6 La phase de grossissement :	14
2.4.7 La phase de maturation :	14

Chapitre 2 : les prétraitements (amorçage)

1. Définition de l’amorçage:	16
I.1 Histoire :	16
I.2 Les avantages de l’amorçage :	17
I.3 Les inconvénients de l’amorçage :	17
2. Les facteurs effectifs sur l’amorçage :	18
2.1 Aération :	18
2.2 La lumière :	18
2.3 Le temps :	18
2.4 La température :	18
2.5 Potentiel osmotique :	19
2.6 la qualité des graines :	19
3. Les méthodes de l’amorçage :	19
3.1 Amorçage hydrique :	19
3.3 Amorçage à matrice solide :	20
3.4 Amorçage biologique :	20
3.5 Amorçage chimique :	21

Chapitre 3 : le stress salin et stress hydrique

1. Définition de stress salin :	23
1.2 Les causes de stress salin :	23
1.2.1 Altération géochimique des minéraux primaires :	23
1.2.2 Géomorphologie de la région :	23
1.2.3 Dépôts secondaires :	23
1.2.4 T aux d'évaporation et de transpiration :	23
1.3 L’impact de stress salin :	24
1.3.1 la croissance :	24
1.3.2 la germination :	24
1.3.3 la photosynthèse :	24
1.3.4 l’assimilation des éléments minéraux :	25
2. Définition de stress hydrique :	25

2.2 Les causes de stress hydrique :	25
2.3 L'impact de stress hydrique :	26
2.3.1 la morphologie.....	26
2.3.2 les racines :	26
2.3.3 la photosynthèse :	26
1. Lieu de réalisation :	29
2.Objectif de l'expérience :	29
3. Matériel végétal :	30
4.Préparation des solutions de stress :	31
4.1 Préparation de la solution saline :	31
4.2 préparation de la solution de PEG :	31
5. Préparation des graines pour les tests de germination :	31
6.N Application des traitements :	32
7. Application du stress	32
8. Le prélèvement de sol :	33
9. Le semis :	34

Résultats

1. La précocité de germination :	37
2. Pourcentage de Germination :	38
3. Cinétique de germination :	39
4. Biomasse Fraiches :	40
5. La longueur de la partie foliaire :	41
6. La longueur de la partie racinaire :	42
7. Biomasse sèche :	42
8. Taux de la matière sèche :	44
9. Test de salinité du sol :	45
Discussion.....	50
Conclusion	53

Références bibliographiques

Liste des figures :

Figure 1: Evolution de l'estimation de la production mondiale en million de tonnes de blé (USOA ,2020).	5
Figure 3 : L'origine géographique des blés cultivés (Titouan Bonnot, 2016).	6
Figure 2: Origines possibles du blé d'après (Naji Oussama, 2019).....	6
Figure 4: Epis de blé tendre et le blé dur (Lahcen, 2011)	9
Figure 5: Cycle de développement du blé (Claire casnin ,2016).	14
Figure 6 : Représentation géographique de la zone d'échantillonnage.	29
Figure 7: Photographie de la station étudiée.	29
Figure 9:L'application des solutions sur les boites pétries.	32
Figure 8: La désinfestation des graines.	32
Figure 10: Répartitions des boites de Pétri dans l'étuve	32
Figure 11: Prélèvement des échantillons des sols	33
Figure 12: Les étapes de l'analyse du sol.....	34
Figure 13: La plantation de blé sur les pots.....	34
Figure 14: Précocité de germination, des graines du blé sous les stress après 24h.....	37
Figure 15: La germination des graines sous l'amorçage avec l'imbibition de stress salin (NaCl, B) et stress hydrique (PEG6000, A).	37
Figure 16 : Pourcentage total de germination, des graines du blé sous les stress après 96h. ...	38
Figure 17: Cinétique de germination de blé sous les stress salin et hydrique.	39
Figure 18: Poids frais de la partie foliaire (mg)	40
Figure 19: Poids frais de la partie racinaire (mg).....	40
Figure 20: La longueur de la partie foliaire (cm)	41
Figure 21: La longueur de la partie racinaire (cm).....	42
Figure 22: Poids sec de la partie foliaire (mg)	42
Figure 23: Poids sec de la partie racinaire (mg).....	43
Figure 24 : Le taux de la matière sec de la partie foliaire	44
Figure 25 : Le taux de la matière sèche de la partie racinaire.....	44
Figure 26: pourcentage de germination du terrain après 15 jours.....	45
Figure 27 La germination des graines sous l'amorçage sur les deux types du sol (A sol non salin, B sol salin).	46
Figure 28 la germination des graines sous l'amorçage sur le sol salin.	47

Liste des tableaux :

Tableau 1: la composition chimique du grain de blé (Feuillet, 2000).....	11
Tableau 2: Caractéristiques morphologiques et culturales du blé dur (<i>Triticum durum Desf.</i>), variété <i>Vitron</i>	30
Tableau 3: Résistance du blé dur (<i>Triticum durum Desf.</i>), variété <i>Vitron</i> aux facteurs environnementaux et maladies.	30
Tableau 4: les résultats des analyses de salinité du sol.	45

Liste des abréviations :

Mg: milligramme

Cm: centimètre

Mm: millimolaire

h: heure

JC: jésus crist

mm: millimètre

um: micromètre

PH: potentiel hydrogène

Kg: kilogramme

Ha hectare

C°: Celsius

PEG6000: polyéthylène glycol

NaCl: chlorure de sodium

MPa: megapascal

g: gramme

KNO₃: Nitrate De Potassium

CaCl₂:chlorure de calcium

SMP: symétrique multiprocesseur

PGR: plan de gestion des risques

ZnSo₄: sulfate de zinc

Kh₂Po₄: phosphate de potassium monobasique

Na₂So₄: sulfate de sodium

K⁺: potassium

Ca²⁺: calcium

Na⁺: sodium

Cl⁻: chlore

TDS: total des solides dissous

PPT: partie par trillion

Résumé :

L'étude de l'effet du prétraitement (amorçage hydrique) des semences de blé dur sous l'influence du stress salin et du stress hydrique a été menée sur la variété (*Vitron*).

Dans ce contexte, l'induction du stress salin a été effectuée en utilisant 100 mM de chlorure de sodium, alors que l'induction du stress hydrique a été réalisée par le polyéthylène glycol à 12.5%. Différents paramètres ont été calculés tels que le taux de germination, la longueur de la partie aérienne et souterraine, le poids sec ainsi que le poids frais.

Les résultats obtenus montrent que le début de germination pour les grains amorcés de chaque stress (salin et hydrique) a été observé après 24h de l'imbibition, Les résultats après 96 h de germination montrent un taux final de 96.66% sous le stress salin et de 95.33% sous le stress hydrique.

Les résultats la longueur de la partie aérienne et souterraine, ainsi que le poids sec et le poids frais montrent des différences par rapport aux témoins.

Les résultats de l'expérimentation faite sur le terrain de Tamazoura, montre un taux de germination élevé a qui a été observé après un délai de 15 jours.

En conclusion, que le processus d'amorçage hydrique contribue à l'amélioration du taux de germination du blé et influe considérablement sur la croissance de la plante.

Mots clés :

Blé dur – amorçage hydrique – stress salin – stress hydrique –germination

Summary:

The study of the effect of pre-treatment (water priming) of durum wheat seeds under the influence of salt stress and water stress was carried out on the variety (*Vitron*).

In this context, the induction of salt stress was performed using 100 mM sodium chloride, while the induction of water stress was performed with 12.5% polyethylene glycol. Various parameters were calculated such as the germination rate, the length of the aerial and underground part, the dry pea as well as the fresh weight.

The results obtained show that the start of germination for the grains initiated by each stress (salt and water) was observed after 24 hours of imbibition, The results after 96 h of germination show a final rate of 96.66% under salt stress and 95.33% under water stress.

The results, the length of the aerial and underground part, as well as the dry weight and the fresh weight show differences compared to the controls.

The results of the experiment carried out in the field of Tamazoura, show a high germination rate which was observed after a period of 15 days.

In conclusion, that the water priming process contributes to the improvement of the germination rate of wheat and greatly influences the growth of the plant.

Keywords: Durum wheat - water priming - salt stress - water stress - germination

ملخص :

أجريت دراسة تأثير المعالجة المسبقة (التحضير المائي) لبذور القمح القاسي تحت تأثير الإجهاد الملحي والإجهاد المائي على الصنف (فيترون).

في هذا السياق ، تم إجراء تحريض الإجهاد الملحي باستخدام 100 ملي مولار من كلوريد الصوديوم ، بينما تم إجراء تحريض الإجهاد المائي باستخدام 12.5% بولي إيثيلين جلايكول. تم حساب متغيرات مختلفة مثل معدل الإنبات وطول الجزء الجوي وتحت الأرض والوزن الجاف وكذلك الوزن الطازج.

أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن بداية الإنبات للحبوب التي بدأها كل إجهاد (ملح وماء) لوحظ بعد 24 ساعة من التشرب ، وأظهرت النتائج بعد 96 ساعة من الإنبات معدل نهائي قدره 96.66% تحت ضغط الملح و 95.33% تحت ضغط الماء.

النتائج ، طول الجزء الجوي وتحت الأرض ، وكذلك الوزن الجاف والوزن الطازج تظهر اختلافات مقارنة بعناصر التحكم

أظهرت نتائج التجربة التي أجريت في حقل التمازورة معدل إنبات مرتفع لوحظ بعد فترة 15 يوماً

في الختام ، فإن عملية تحضير الماء تساهم في تحسين معدل إنبات القمح وتؤثر بشكل كبير على نمو النبات.

الكلمات الدالة :

قمح قاسي - تحضير مائي - إجهاد ملحي - إجهاد مائي - إنبات

Introduction

Introduction :

L'agriculture est considérée comme un pilier de base de l'alimentation humaine et animale dans le monde. De plus elle présente un rôle important dans le développement de l'économie nationale.

L'une des plus importantes de ces cultures est la culture des céréales qui sont la base de la première civilisation humaine et forment encore le bas de La ration alimentaire journalière de la majeure partie de la population de la planète.

Le blé vient en tête des productions céréalières et présentes environ un tiers du total mondial, l'orge est classé le quatrième après le blé, le riz et le maïs, il est produit à 60% en Europe **(Simon et al, 1989)**.

La culture du blé est répandue dans le monde entier en raison de son importance économique et nutritionnelle. Les graines contiennent des composés nutritionnels représentés par des glucides, des protéines, des lipides, des sels minéraux et des vitamines.

La culture du blé déferle sur le monde, notamment en Afrique du Nord. Cependant les conditions climatiques et naturelles ne sont parfois pas propices à la croissance, au développement et à une bonne production du blé.

En effet le stress abiotique et le stress biotique constituent une grande limite de la production et du développement du blé. Les plus répandus sont le stress salin et le stress hydrique, qui ont un impact négatif sur la production végétale.

Parmi les solutions que les scientifiques et les chercheurs ont trouvées pour faire face aux dégâts engendrés par le stress salin et le stress hydrique ; la technique de l'amorçage **(Heydecker, 1973)**.

En effet l'amorçage peut être pratiqué de plusieurs manières de manière à obtenir une bonne production dans des conditions inadaptées **(Heydecker, 1973)**.

L'objectif de cette étude est la correction de l'effet nocif des stress salin et hydrique sur la germination du blé dur (*Triticum durum Desf.*) par l'application de l'amorçage hydrique. et pour cela nous discuterons dans cette étude l'effet de l'Amorçage sur la germination du blé dans des conditions de stress salin et de stress hydrique.

Introduction

Ce travail se subdivise en trois chapitres :

- Le premier chapitre repose sur la recherche bibliographique sur le blé, l'amorçage, ainsi que le stress hydrique et le stress salin.
- Le deuxième chapitre consiste à montrer le matériel utilisé durant la recherche et les méthodologies adoptées pour sa réalisation.
- Le troisième chapitre est consacré aux résultats et la discussion de l'étude réalisé.
- Le mémoire est achevé, par une conclusion et des perspectives.

Partie 01 :

Étude bibliographie

Chapitre 01 :

Généralités sur le blé

I. Généralités sur le blé :

Le blé est une plante annuelle monocotylédone de la famille des graminées. Il comprend 620 genres et plus de 1000 espèces (Soltner ,2005). Le blé est une plante auto-pollinisatrice qui permet de préserver la pureté des variétés d'une génération à l'autre, car elle empêche la pollinisation Mixte, la longueur du plant de blé atteint moins d'un mètre et plus de 40,1 mètres, et un grain de blé pèse entre 45 à 60 mg, il prend une forme allongée, et c'est un fruit auquel la coquille de fructification est collée, ce qui la rend non ouverte lorsqu'elle mûrit.(Soltner, 1980).

En Algérie, le blé occupe la première place dans la production céréalière, car chaque année plus d'un million d'hectares de production internationale opèrent et jusqu'à présent il est faible, il couvrant 20 à 25% des besoins du pays et le reste est importé (Anonyme ,2008). Cette faiblesse de la production est causée par le stress abiotique tel que le stress hydrique, salin et thermique, et le stress biotique comme les maladies (Chelleli, 2007).

I.1 Historique et origine du blé :

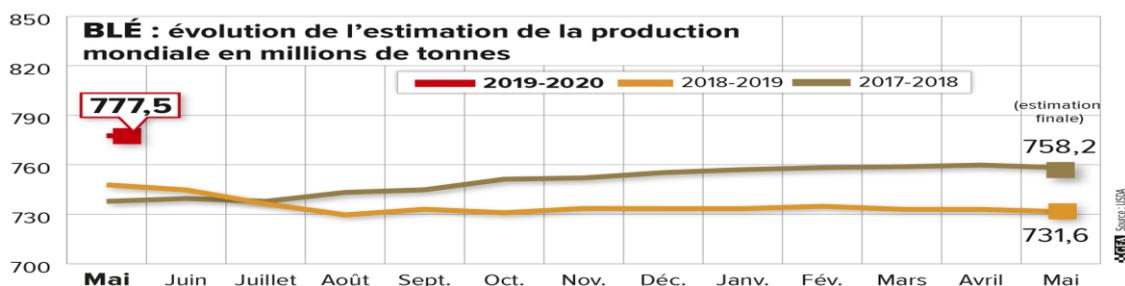


Figure 1: Evolution de l'estimation de la production mondiale en million de tonnes de blé (USOA ,2020).

La culture du blé a commencé à l'âge de pierre il y a 2000 ans, et certains pensent qu'elle a commencé vers 7000 avant JC .De nombreux restes de blé diploïde et tétraploïde ont été retrouvés préservés dans les restes de traces vieilles de 7000 ans dans les régions du Proche-Orient (Harlen ,1975). Et avec l'accord de plusieurs chercheurs, on voit que le blé d'origine était originaire de la vallée du Tigre et de l'Euphrate (Hamid, 1979) Et puis sa culture s'est répandue dans la vallée du Nil en Egypte (Chokri, 1994) Et puis il s'est répandu en Chine, en Europe, en Amérique .L'habitat d'origine du blé a été divisé en trois parties ; La Syrie et la

Palestine du Nord sont le centre bilatéral du blé, La région éthiopienne est un quadruple centre de blé, Les régions afghanes et indiennes sont le centre hexagonal du blé (Vavilov, 1934).

Sakamura, 1918 cité par Cauderon, 1979 fut le premier à déterminer le nombre exact de chromosomes de diverses espèces de *Triticum* dont le niveau de ploïdie différent :

- ✓ *Triticum aestivum* : 42 chromosome hexaploïde (AABBDD) ($x6=6 \times 7=42$).
- ✓ *Triticum turgidum* : 28 chromosomes tétraploïde (AABB) ($x4=4 \times 7=28$).
- ✓ *Triticum monococcum* : 14 chromosomes diploïde (AA) ($x2=2 \times 7=14$).

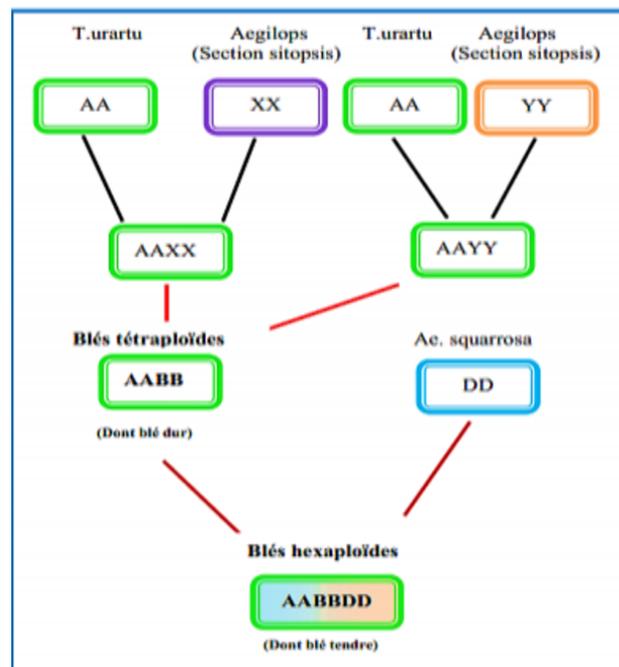


Figure 2: Origines possibles du blé d'après (Naji Oussama, 2019).

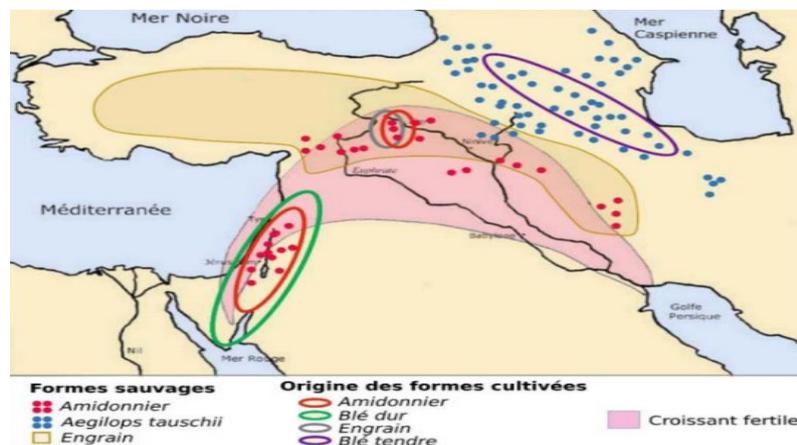


Figure 3 : L'origine géographique des blés cultivés (Titouan Bonnot, 2016).

I.2 Systématique du blé :

La classification du blé a eu le mérite d'orienter la recherche de gènes susceptibles d'intéresser le sélectionneur sur le plan des caractéristiques agronomiques tels que la résistance aux basses températures, la précocité et les grains gros et vitreux (**Monneveux, 1989**).

I.2.1 Classification selon Cronquist (1981) :

- ✓ **Règne** Plantae
- ✓ **Sous règne** Tracheobionta
- ✓ **Division** Magnoliophyta
- ✓ **Classe** Liliopsida
- ✓ **Sous classe** Commelinidae
- ✓ **Ordre** Cyperales
- ✓ **Famille** Gramineae
- ✓ **Tribu** Triticeae
- ✓ **Genre** *Triticum*
- ✓ **Espèce** *Triticum turgidum*
- ✓ **Sous espèce** *Triticum turgidum subsp.durum* (desf)
- ✓ **Synonyme** *Triticum durum*

I.2.2 Classification APG 3(2009) :

- ✓ **Ordre** Poales
- ✓ **Famille** Poaceae

1.1.Les types de blé :

1.3.1 Le blé tendre :

Le blé tendre ou fourment (*Triticum aestivum*) est une plante monocotylédone de la famille des poaceae (graminées) sous famille des pooideae

- **Classification APG 3(2009):**

- ✓ **Règne** Plantae
- ✓ **Clade** Angiosperme
- ✓ **Clade** Monocotylédones
- ✓ **Clade** Commelinidees
- ✓ **Ordre** Poales
- ✓ **Famille** Poaceae
- ✓ **Sous famille** Pooideae
- ✓ **Super-tribu** Triticodae
- ✓ **Tribu** Triticeae
- ✓ **Sous tribu** Triticineae
- ✓ **Genre** *Triticum*

I.3.2 Le blé dur :

Triticum turgidum est une espèce de blé caractérisé par son amande dur et vitreuse.

- **Classification de Cronquist (1981) :**

- ✓ **Règne** Plantae
- ✓ **Sous règne** Tracheobionta
- ✓ **Division** Magnoliophyta
- ✓ **Classe** Lilopsida
- ✓ **Sous classe** Commelinidae
- ✓ **Ordre** Cyperales
- ✓ **Famille** Poaceae
- ✓ **Sous famille** Pooideae
- ✓ **Tribu** Triticeae
- ✓ **Genre** *Triticum*
- ✓ **Espèce** *Triticum turgidum*



Figure 4: Epis de blé tendre et le blé dur (Lahcen, 2011).

2. La morphologie de blé :

a) Appareil végétatif :

La plante est constituée de deux parties l'une aérienne et l'autre racinaire :

✓ Partie aérienne :

La tige sont des chaumes cylindrique souvent creuse par résorption de la moelle centrale mais chez le blé dur est plein.

Il est comme un tube canulée avec de longues et nombreux faisceaux conducteur de sève, les chaumes sont interrompus par des nœuds qui sont une succession de zone d où émerge une longue feuille (Soltner ,1990).

Les feuilles sont composantes d'une base (gaine) entourant la tige, d'une partie terminale qui s'aligne avec les nervures parallèles et une extrémité pointue (Bozzini, 1988). Les feuilles sont alternes, longue, étroite chaque feuille comprend deux parties :

Une portion inférieure enveloppent l'entre- nœud courbe pendant au gain et une portion supérieure, le limbe (Soltner, 1990).

✓ Partie racinaire :

Le système racinaire du blé est composé de deux systèmes séminaux fonctionnels. Seul de la levée au début de tallage, les racines de ce système sont au nombre de six (Benlaribi et al, 1990), il est produits par la plantule durant la levée. et le système adventive latérales ou coronale apparaissant au moment où la plante émet des talles , ce système se substitue progressivement au précédent durant l'avancement de cycle biologique des céréales à Paule (Soltner,2005).

b) Appareil reproducteur :

L'inflorescence du blé est un épi, ce dernier est constitué d'unités de base les épillets, ces épillets sont des petites grappes à cinq fleurs enveloppées chacune par deux glumelles (inférieure et extérieure) la grappe est incluse entre deux bractées ou glumes, les fleurs sont attachées sur le rachis et sont autogames (**Anonyme, 2003**).

2.1 L'anatomie de blé :

Le grain est un fruit sec caryopse d'une graine et de tégument (**Anonyme, 2012**), de forme ovoïde plus ou moins allongée sa longueur varie entre 6.5 à 8.5mm et son diamètre de 3 à 4mm.

2.1.1 Le Péricarpe :

C'est une enveloppe avec des cellules dont la membrane est épaisse riche en fibre cellulosique et semi cellulosique, son utilisation digestive est médiocre, elle est riche en sels minéraux et en acides phytiques qui complexent le calcium et le fer (**Feuillet, 2000**).

2.1.2 La bande hyaline :

C'est un ensemble de cellules transparentes (**Feuillet, 2000**), elle est constituée de trois assises cellulaires ; l'épiderme protégé par la cuticule et des poils, le mésocarpe forme des cellules transversales et l'endocarpe constitué par des cellules tubulaires.

2.1.3 Le tégument séminal :

Il contient les colorants du grain qui lui donnent sa couleur jaune marron (**Feuillet, 2000**).

1.1.1. 2.1.4 L'albumen :

C'est la partie du grain qui donne la farine, elle est blanchâtre et farineuse dans le blé tendre, et tend vers le jaune et vitreuse dans le blé dur, elle représente 80% du poids du grain (**Feuillet, 2000**).

Les cellules de l'albumine possèdent des parois fines, les cellules périphériques situées sous la couche d'aleurone et mesurant 60 µm, les cellules prismatiques situées sous la cellule périphérique qui mesurent entre 128/200 µm de long et de 40/60 µm de large. Les cellules situées dans la partie centrale de l'albumen qui sont de forme arrondie entre 72/144 µm de long et 69/120 µm de large (**Evers et Millar, 2002**).

2.1.5 Le germe :

Le germe provient de fusion des gamètes males et femelle, il représente 3% du poids du grain et il est riche en vitamine B1 et B6 et les lipides elle a deux parties ; l'embryon qui est forme de coléoptile de la glumelle de la radicule du coleorizhe et de la coiffe (Feuillet, 2000). Le scutillum qui entoure l'embryon, elle joue un rôle nourricier (Fredot, 2005).

2.2 La composition chimique du blé :

Tableau 1: La composition chimique du grain de blé (Feuillet, 2000).

Composition	Le contenu en pourcentage (%)
Amidon	67-71%
protéines	10-15%
sucres complexes	8-10%
cellulose	2-4%
sucres libres	2-3%
lipides	2-3%
Minéraux	1.5-2.5%

2.3 Les exigences de blé :

Le blé, de par sa nature, a besoin de plusieurs facteurs pour assurer une bonne croissance et meilleur rendement parmi ces facteurs :

2.3.1 Le sol :

Le sol joue un rôle très important pour la nutrition du végétale, il est le support de la végétation et son réservoir en eau Pour un bon semis il faut bien préparer et ameubli sur une profondeur de 12 à 15 cm pour les terre battantes (lamineuse en générale) et 20 à 25cm pour les autres terres .le pH est compris entre 6.5 à 7.5 (Machi, 2005), la date de semis est un facteur limitant vis-à-vis du rendement il peut commencer la fin d'octobre avec un écartement entre les ligne de 15 à 25cm, concernant la dose elle varie entre 200 à 225 kg / ha (Clement et Parts,1970).

2.3.2 L'eau :

Les besoins en eau sont estimés à environ 800 mm (Loue, 1982). La période critique en eau se situe 20 jours avant l'épiaison jusqu'à 30 à 35 jours après la floraison, jusqu'à la fin de tallage les besoins en eau sont relativement faibles, et dans la phase de montaison jusqu'à la floraison sont considérables et peuvent s'évaluer à 180 mm (entre mars et mai), Et à la fin après la floraison le blé sera très résistant à la sécheresse (Grignac, 1965).

2.3.3 La température :

La température est l'un des déterminants environnementaux de la croissance et du développement du blé, et la température appropriée pour la croissance du blé varie en fonction des variétés et de la phase de croissance. La température optimum se situe entre 20 et 22 ° C cette température est favorable pour le développement et la croissance (Simon et al, 1989 ; Baldy, 1992) l'augmentation de la température de 25 à 32 ° C défavorise l'allongement racinaire (Makhloof et al, 2001).

2.3.4 La lumière :

La lumière est un facteur fondamental dans la physiologie de la plante verte pour la photosynthèse à travers laquelle l'énergie lumineuse absorbée par les pigments chlorophyllés dans les systèmes optiques (ps1, ps2) est convertie en énergie chimique pour la plante (Hauxva, 1992).

2.3.5 La fertilisation du sol :

La fertilisation du sol est un principe important pour la croissance des plantes, le besoin en azote est de 3 kg pour produire 1 quintal de blé, 75% de l'azote totale de la plante se trouve dans les grains et 120 kg/ha de P₂O₅ le phosphore pour favoriser le développement des racines (Beba Salima, 2011).

2.4 Cycle biologique du blé :

Le cycle de développement du blé est présenté dans la figure 05 La période végétative s'étend du semis jusqu'à la fin de tallage, elle est subdivisée en deux phases :

2.4.1 La phase de germination –levée :

La germination du grain se caractérise par l'émergence des cotylédons donnant naissance à des racines séminales et la coléoptile qui protège la sortie de la première feuille fonctionnelle (Bada, 2007). Cette étape commence quand la graine absorbe de 20 à 25 % de son poids en

eau, et quand la température dépasse le zéro végétation (0c°), avec un optimum thermique entre 20a 22° pour la germination elle prendre la dure de 73 à 75 jour et un température de 125c° (**Beba Salima, 2011**). La levée se fait réellement dès la sortie des feuilles à la surface du sol (**Gate, 1995**), il commence quand une première feuille parait au sommet de la coléoptile, la somme de température séparent l'apparition de deux feuille successives est estimée a 100c° et varie entre 80c° pour le semis tardif et 110c° pour le semi précoce (**Beba Salima, 2011**).

2.4.2 La phase levée – tallage :

La production de talle commence à l'issue de développement de la troisième feuille dans un rythme régulier (**Moule,1971**). L'apparition des talles est à partir des bourgeons situes a l'aisselle des talles primaire initiées a la base du brin maitre, les talle secondaire apparaitre comme des talles tertiaires. Le nombre de talles dépend de la variété, climat, alimentation minéral et hydatique et même la densité des semences (**Masle-Meynard, 1980**), même dans cette phase la plante besoin d'engrais azotés (**Beba Salima, 2011**).

2.4.3 Phase de reproduction :

Cette phase est divisée en deux ; La phase montaison-gonflement qui se traduit par la montaison et l'allongement des entre-nœuds ainsi que la différenciation des pièces florales, dans cette phase de croissance la plante besoin des éléments nutritifs comme l'azote (**Clement et Prat ,1971**), cette phase est considérée la phase la plus importante du développement de blé, il prendre le temps d'une semaine. Dans le gonflement le grain éclaté laisse apparaitre l'épi qui va se dégrader peu à peu, les stress hydrique ou thermique au cours de cette phase affectent le nombre d'épis montants par unité de surface (**Ficher et al, 1998**).

2.4.4 La phase épiaison–floraison :

L'épillet est déterminé par l'épi sortant de la gaine de la dernière feuille (**Gate, 1987**), Ces épis fleurissent après 8 jours et le nombre de graines dans l'épi est déterminé à ce stade car c'est la fin de la phase de floraison et la fécondation a lieu (**Soltner D ,1980**).

La floraison est marquée par la sortie des étamines hors des épillets et se termine des que toutes les étamines sont extériorisées (**Beba Salima, 2011**), dans cette phase on a la formation des organes floraux (l'anthèse) et effectué la fécondation.

2.4.5 La phase de maturation :

Cette étape s'étend de la fécondation à la maturité, au cours de laquelle une synthèse intensive d'épargne alimentaire biologique est réalisée, comme l'amidon et les protéines.

2.4.6 La phase de grossissement :

Cette phase marque la modification de fonctionnement de la plante, seulement 10 à 15% de l'amidon du grain peut provenir de réserve antérieures à la floraison l'issue de cette phase 40 à 50% des réserves se sont accumulées dans le grain qui bien qu'il ait atteint sa taille définitive se trouve en cours vert et mou c'est le stade grain laiteux et les autres réserves sont dans les tiges et les feuilles qui commencent à jaunir (Boulelouah, 2002).

2.4.7 La phase de maturation :

La maturation passe à trois stades graine laiteuse, grain pâteux et grain dur, Dans ce stade l'embryon se développe et l'albumine se charge de substances de réserve, la teneur en amidon augmente et l'humidité diminue quand le blé est mur la végétale est sèche et les grains des épis sont chargés de réserve. Après le stade pâteux le grain mûrit se déshydrate il prend une couleur jaune durcit et devient brillant (Beba Salima, 2011).

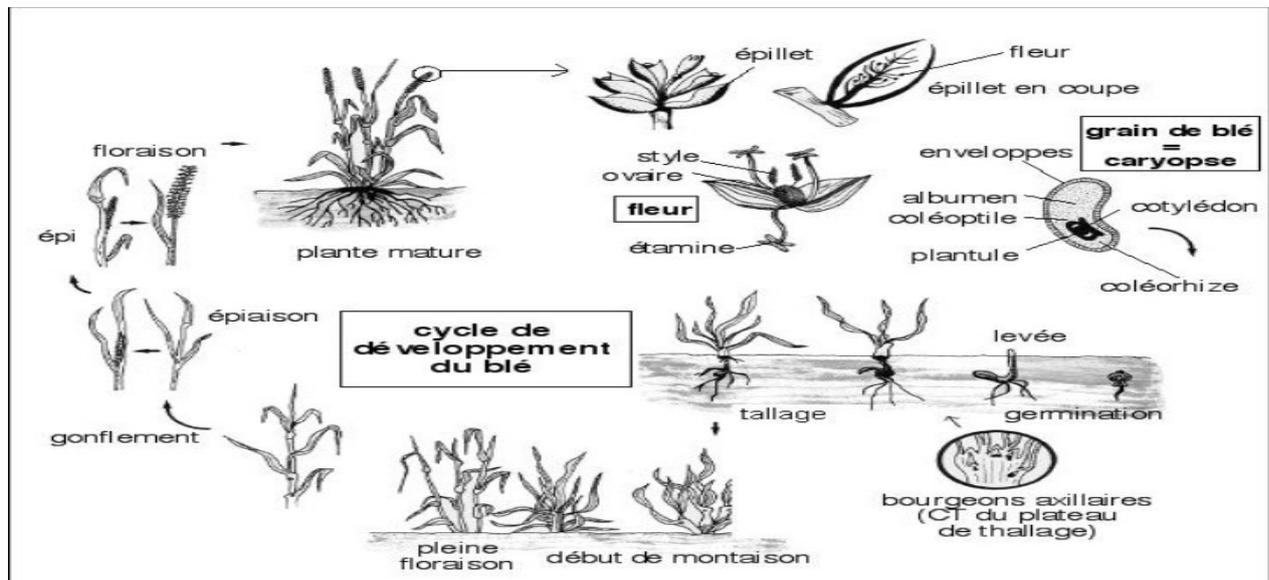


Figure 5: Cycle de développement du blé (Claire Casnin ,2016).

Chapitre 02 :

Les prétraitements (l'amorçage)

1. Définition de l'amorçage:

L'amorçage des graines est une hydratation contrôlée des graines à un niveau qui permet à l'activité métabolique pré-germinative de se poursuivre, mais interrompt l'émergence réelle du radical, c'est une technique d'hydratation rentable pour stimuler la germination des graines. C'est l'hydratation contrôlée de la graine qui freine la germination mais permet à des changements physiologiques et biochimiques pré germinatif de se produire. L'amorçage des graines est un processus d'amélioration pour augmenter les attributs de germination des graines.

il est pratiqué par hydratation partielle des graines et en les conservant dans des conditions d'humidité, de température et d'aération bien définies pendant une période de temps déterminée (**Chaudhary et al ,2008**).

Heydecker (1973) a défini l'amorçage des semences comme un traitement de pré-ensemencement dans lequel les graines sont ensemencées dans une solution osmotique qui leur permet de s'imprégner d'eau et de passer par la première étape de germination, la graine est ensuite séchée à son contenu humide d'origine et stockée ou rabotée via conventionnel technique.

I.1 Histoire :

Depuis le début de l'agriculture, l'homme a vu que la plupart des graines ne germent pas facilement et uniformément.

L'amorçage des semences était une technique séculaire pratiquée par les agriculteurs grecs. **L'ophrastus (372-287)** s'est concentré sur la physiologie des graines et a suggéré que le processus de germination pourrait être temporairement interrompu, il a recommandé le pré-trempe des graines de concombre dans le lait et l'eau pour germer plus tôt et vigoureusement (**Evenari, 1984**).

Des rapports de recherche ont également révélé que la pré-hydratation des graines de légumineuses était effectuée par des agriculteurs romains afin d'augmenter le taux de germination. En 1664, Evelyn a mentionné que la température avant le semis pourrait avoir un impact sur la germination future.

Le mot amorçage des semences a été inventé par **Hydecker en 1973** et il a adopté avec succès l'amorçage des semences pour améliorer la germination et l'émergence dans des conditions stressantes (**Sivasubramaniam et al, 2011**).

I.2 Les avantages de l'amorçage :

L'amorçage des semences aide à un meilleur établissement des semis et assure l'uniformité de la germination. L'émergence uniforme aide à optimiser l'efficacité de la récolte, ce qui peut augmenter le potentiel de rendement de la culture. Les performances des semences telles que le temps de germination, l'indice de germination, la vigueur des semis, la dormance (**Caseiro, 2004**), il est nécessaire également pour surmonter ou atténuer la dormance photochromique induite, réduire le temps nécessaire à la germination et à l'émergence ultérieure et d'améliorer l'uniformité à la récolte. Il est pratiqué également pour éliminer ou réduire considérablement la quantité de champignons et de bactéries nés des semences (**Bradford, 1986 Khan, 1992 Taylor et al, 1998**).

I.3 Les inconvénients de l'amorçage :

L'amorçage des semences dans le PEG nécessite une grande quantité de PEG, ce qui augmente les dépenses (**Rowse, 1996**). Une grande quantité de PEG doit être manipulée et éliminée. Une aération supplémentaire de la solution d'hydratation est indispensable pour obtenir un effet adéquat. L'amorçage au PEG s'est avéré une condition bénéfique pour la croissance bactérienne en raison d'une mauvaise aération (**Parera et Cantliffe, 1994**). La gestion d'une énorme quantité de graines apprêtées par voie humide devient difficile, en particulier sous un climat tropical chaud et dans un climat tempéré, le maintien de la température d'amorçage est crucial. Un inconvénient majeur est que la longévité des graines est mise en danger par l'amorçage, bien que cela dépende de la condition pendant le séchage contre les processus de détérioration, permettant une récupération de la longévité des graines après le traitement (**Lorenzo Barbanti, 2012**).

2. Les facteurs effectifs sur l'amorçage :

2.1 Aération :

L'aération influence la respiration et la visibilité des graines, ce qui contribue à synchroniser la germination et à assurer un habitat des graines plus sûr. Cependant, l'effet de l'aération varie selon les espèces (**Nakamura, 1982**).

2.2 La lumière :

L'effet lumineux varie considérablement selon les espèces. L'effet bénéfique de l'amorçage des graines pourrait être modifié par la qualité de la lumière. **Nakamura, 1982** a rapporté que les graines de céleri amorcées avaient plus de germination à la température de la lumière lorsque le traitement d'amorçage était effectué sous la lumière puis dans l'obscurité.

Cependant, les graines germent plus rapidement si elles sont apprêtées dans l'obscurité (**Cantliffe et al 1981**).

2.3 Le temps :

La durée des processus d'amorçage varie en fonction du type de potentiel osmotique de la solution et de la température lors de l'amorçage

Cantliffe et al (1988) ont étudié l'effet de la durée de l'amorçage sur les graines de poivron et ont révélé que les graines amorcées pendant 6 jours avaient la germination la plus rapide par rapport aux graines amorcées pendant 4 ou 5 jours.

D'autres espèces nécessitent des semaines de trempage pour produire un effet significatif.

2.4 La température :

Si la température de trempage est maintenue en dessous de la plage optimale, la croissance des radicaux pendant l'amorçage peut être limitée.

High et al 1987 ont rapporté que l'amorçage des semences pendant 14 jours à 15 ° C était plus efficace pour améliorer la germination des graines de tomate carotte et d'oignon que celui à 25 ° C de la même manière.

2.5 Potentiel osmotique :

Le potentiel osmotique de la solution est un autre facteur affectant l'efficacité de l'amorçage. **Ali et al (1990)** ont rapporté que la germination des graines de tomates amorcées dans la solution ayant un potentiel osmotique de -0,58 à -0,86 MPa s'est avérée être plus comparée à une solution ayant un potentiel osmotique de -1,19 ou 1,49 MPa.

Singh et al, 1985 ont observé qu'un taux de germination plus élevé a été observé dans les graines de céleri apprêtées avec du PEG 6000 à 300 g / l-1 par rapport à 400 g / l-1.

Une petite modification du potentiel osmotique de la solution peut affecter l'efficacité du traitement.

2.6 La qualité des graines :

(**Heydecker et Coulbear, 1977, Haigh, 1987**) ont démontré que la vigueur des semences est un autre facteur influençant la réponse à l'amorçage des semences.

Dearman et al (1986) ont conclu que la perte de viabilité pendant le vieillissement des graines d'oignon ne pouvait pas être rétablie par l'amorçage des graines, mais ces graines, qui étaient encore viables après le vieillissement, avaient amélioré le taux de germination après l'amorçage.

3. Les méthodes de l'amorçage :

Plusieurs types de méthodes d'amorçage des semences ont été développés et utilisés avec succès afin de revigorer les semences et d'atténuer le stress environnemental.

3.1 Amorçage hydrique :

L'amorçage hydrique est la méthode la plus simple d'amorçage des semences. C'est le simple trempage des graines dans l'eau pendant une période de temps définie. Ce processus est particulièrement utile dans l'agriculture sèche et les zones d'encadrement des terres sèches. Les graines sont soit trempées dans l'eau avec ou sans aération. **Taylor et Coll (1998)** ont rapporté qu'en, l'eau entre librement dans la graine et que l'entrée d'eau dans la graine est uniquement influencée par l'affinité du tissu de la graine pour l'eau.

Amorçage osmotique :

L'amorçage osmotique est la technique d'amorçage standard. Les graines sont incubées dans des solutions bien aérées à faible potentiel hydrique, puis lavées et séchées. Le faible potentiel hydrique des solutions peut être obtenu en ajoutant de l'osmotique comme le mannitol, le polyéthylène glycol (PEG) ou des sels comme le chlorure de potassium. **Heydecker et coll. (1973)** ont défini l'amorçage osmotique des graines comme un traitement avant le semis dans une solution osmotique qui permet aux graines de s'imprégner d'eau pour passer à la première étape de germination, mais empêche la saillie de la radicule à travers l'enveloppe de la graine.

3.3 Amorçage à matrice solide :

L'amorçage à matrice solide, les graines sont mélangées et incubées avec un support d'eau solide humide pendant une période de temps définie après que les graines sont retirées de la matrice, lavées et séchées à leur teneur en humidité d'origine. Le milieu solide insoluble permet aux graines de s'hydrater modérément et d'agir de manière très similaire à celle du processus d'imbibition qui se déroule dans le sol. Les matériaux utilisés comme matrices doivent avoir une grande capacité de rétention d'eau, un faible potentiel de matrice, une faible solubilité dans l'eau, une grande surface, non toxiques pour les graines et avoir la capacité de coller à la surface des graines. Une expérience menée dans le but de découvrir l'effet de l'amorçage à matrice solide sur le rendement en fruits de la courge amère a révélé qu'une augmentation significative du rendement en fruits a été observée en raison de l'amorçage de la matrice solide par rapport au témoin. Parmi les traitements, l'amorçage à matrice solide avec de la perlite a enregistré un rendement en fruits plus élevé (16,22 kg parcelle-1 et 250,35 kg ha-1, respectivement) (**Kanwar et al, 2017**).

3.4 Amorçage biologique :

L'amorçage biologique est un traitement des semences qui combine l'inoculation des semences avec des microorganismes bénéfiques (aspect biologique) et la régulation de l'hydratation des graines (aspect physiologique) pour la gestion du stress biotique et abiotique (**Bisen et al, 2015**).

3.5 Amorçage chimique :

De nombreux produits chimiques sont utilisés pour faire tremper une variété de semences de cultures avant la germination. Des produits chimiques naturels et synthétiques comme la choline, le chitosane, la putrescine, l'éthanol, le paclobutrazol, le ZnSO₄, le KH₂PO₄, le CuSO₄ et le Se sont utilisés dans l'amorçage des semences pour améliorer la croissance et la tolérance des plantes cultivées (**Jisha et al,2013**).

Chapitre 03 :

Le stress salin et stress
hydrique

1. Définition de stress salin :

Tel que défini par (Farsha ,2001), il s'agit de la concentration totale des sels dissous dans l'extrait de sol, qui se compose principalement d'ions sodium, chlore, sulfate, magnésium et borate, et la salinité affecte de manière significative les différents stades de croissance et de développement des plantes (Al-Kurdi,1977).

1.2 Les causes de stress salin :

1.2.1 Altération géochimique des minéraux primaires :

La qualité des minéraux primaires (roche mère) qui composent les roches dont est issu le sol affecte la salinité de ce dernier car les minéraux contiennent une forte proportion d'ions sodium, calcium, potassium, magnésium, chlore. Leur altération géochimique explique la concentration de sels dans la solution du sol.

1.2.2 Géomorphologie de la région :

Les eaux de surface s'accumulent dans des endroits topographiquement bas, et cela s'accompagne généralement d'une perméabilité limitée des sols due à l'accumulation de boue emportée par les torrents et à la remontée du niveau des eaux souterraines en surface ou à proximité, ce qui augmente la concentration de sels dans le sol.

1.2.3 Dépôts secondaires :

Certains sédiments marins et lacustres ont une teneur élevée en sels solubles tels que Na Cl, Na₂SO₄, et donc le sol qui en dérive est salin.

1.2.4 Taux d'évaporation et de transpiration :

Plus les taux d'évaporation et de transpiration sont élevés, plus la concentration en sel est élevée, surtout si le drainage n'est pas bon. La vitesse du vent affecte également les taux d'évaporation et de transpiration en déplaçant l'air en contact avec leurs surfaces, et la pression de vapeur d'eau dans il s'est éloigné de ces surfaces et remplacé par de l'air sec, ce qui accélère le processus de diffusion des molécules d'eau, et donc les taux d'évaporation et de transpiration augmentent à mesure que la vitesse du vent augmente (Shaker et Muhammad ,2014).

1.3 L'impact de stress salin :

1.3.1 la croissance :

il cause une grande réduction d'accumulation de la matière sèche dans les feuille que dans les racines de la vigne, et des concentrations levée en NaCl indiquent une répartition des photoassimilate en faveur dans les racines .ils ont proposé que les résultats puissant être dus à de plus grande capacité d'ajustement osmotique que sous stress par les racines (**Fisarakis et al, 2001**).

1.3.2 la germination :

L'influence de la salinité sur la germination est toutefois fort complexe, en raison notamment des phénomènes de dormance fréquemment observés chez les halophytes (**Binet, 1968**).

Plusieurs études ont montré que le sel a un effet dépressif sur le taux de germination, sur la croissance biologique et sur la production de grains (**M'barek et al, 2001**).

Cependant cet effet varie en fonction de l'intensité du stress et la variété des plantes et cela, soit en diminuant la quantité d'eau et la vitesse de son absorption par la graine, soit par l'accroissement de la pression osmotique de l'eau d'imbibition qui est trop élevée pour permettre la germination (**Katembe et al., 1998**), où en augmentant la pénétration d'ions qui peuvent s'accumuler dans la graine à des doses qui deviennent toxiques (**Debez et al., 2001**).

1.3.3 La photosynthèse :

La salinité est l'un des facteurs de stress abiotique qui limite la croissance et la productivité des plantes, et c'est la preuve de l'effet du sel sur les enzymes photosynthétiques, la chlorophylle et les caroténoïdes. D'autre part, les ions sodium ont un effet néfaste sur la teneur des feuilles en pigments photosynthétiques. qui jouent un rôle important dans les réactions de photosynthèse telles que la chlorophylle A et B. En plus de la teneur totale en chlorophylle, la diminution de la teneur en chlorophylle est due à d'autres raisons, l'une de ces raisons est liée aux dommages aux membranes chloroplastiques (**shahid et al, 2012**).

1.3.4 L'assimilation des éléments minéraux :

Les effets nutritionnels de la salinité incluent les deux actions primaires du sel sur la plante: la toxicité directe due à l'accumulation excessive des ions dans les tissus et un déséquilibre nutritionnel provoqué par l'excès de certains ions (**Houala et al, 2007**).

Cedéséquilibre nutritionnel est une cause possible des réductions de croissance en présence de sel lorsque des ions essentiels comme K^+ , Ca^{2+} ou NO_3^- deviennent limitant (**Soltani., 1988**).

L'accumulation des ions Na^+ dans la plante limite l'absorption des cations indispensables tels que K^+ et Ca^{2+} . Il y aurait une compétition entre Na^+ et Ca^{2+} pour les mêmes sites de fixation apoplasmiques (**Houala et al, 2007**).

2. Définition de stress hydrique :

La pénurie d'eau est considérée comme l'un des facteurs environnementaux importants qui ont été étudiés par de nombreux chercheurs en raison de sa forte influence sur la détermination de la production et du rendement des plantes. Ce terme a reçu plusieurs définitions seulement (**Kramer ,1983**) que la longue période de temps dans où il n'y a pas de précipitations est suffisante pour causer des dommages aux plantes

Le stress hydrique est une situation critique qui surgit lorsque les ressource en eau disponible sont inférieur a la demande en eau

D'une manière générale il est provient essentiellement d'une déséquilibre à la fois temporelle. Ce terme désigne notamment dans certain zone géographique et pondant une certain période :

- ✓ Une demande en eau qui dépasse la quantité d'eau disponible.
- ✓ Une qualité de l'eau qui nécessite den limite sans usage (par exemple : une eau non potable, une eau saumâtre...) (**Marillys Mace, 2016**).

2.2 Les causes de stress hydrique :

Les causes de stress hydrique sont multiples comme l'augmentation de la population mondiale et le grand dérèglement climatique (sécheresse, canicules, inondation).Et aussi le réchauffement climatique qui entrainant l'émission de gaz à effet de serre, Déforestation et la pollution (principale cause par les rejeté industrielle).

Enfin, l'évaporation de l'eau peut, dans certains pays très chaudes provoque une situation de stress hydrique (**Marillys Mace, 2016**).

2.3 L'impact de stress hydrique :

2.3.1 La morphologie

Les effets d'un manque d'eau apparaissent d'abord sur les feuilles, puis se déplacent vers la tige et les racines, et le flétrissement apparaît d'abord sur les feuilles supérieures, plus sensibles. Si la sécheresse n'atteint pas un degré important, ce phénomène peut être inversé. , si la carence sévère, le flétrissement peut devenir permanent et la plante meurt.

2.3.2 Les racines :

Le stress hydrique peut être défini comme un rapport entre la quantité d'eau nécessaire à la croissance des plantes et la quantité d'eau rejetée dans l'océan, sachant que l'eau utilisée par la plante est absorbée par le système racinaire (**Leberache, 2004**).

Le système racinaire est capable d'extraire l'eau du sol, ce qui signifie qu'il a un avantage fondamental pour s'adapter à la sécheresse. Cette caractéristique est particulièrement importante pour les cultures qui font face à un manque d'eau pendant le cycle de croissance. Mais le rapport entre le système racinaire et le groupe végétatif semble être sous le contrôle et la régulation entre ce que la racine absorbe et ce que le groupe végétatif perd en eau, de sorte qu'il existe un état proche de l'équilibre entre le processus d'absorption d'eau par les racines.

2.3.3 La photosynthèse :

C'est un mécanisme par lequel les plantes supérieures et les plantes inférieures convertissent l'énergie lumineuse en glucides et donc en biomasse' et ceci en réduisant le dioxyde de carbone au niveau du chloroplaste selon le scientifique (**Hill,1980**) et le processus de photosynthèse est lié au processus de transpiration car elle accompagne la libération de vapeur d'eau et l'apport nécessaire à la photosynthèse, tous deux liés à la conduction des stomates. Les phénomènes qui aident à ouvrir les stomates augmentent le processus de photosynthèse.

Partie02 :
Etude
expérimentale

Matériels et méthodes

1. Lieu de réalisation :

Notre essai a été mené au laboratoire N07 de L'université d'Ain T'émouchent BELHADJ BOUCHAIB. Et sur le terrain dans la zone de TAMAZOUGHA de la wilaya de Ain T'émouchent, sur une surface agricole à côté de sebkha d'Oran, les coordonnées géographiques de la région 715427 Est et 3934429 Nord.



Figure 6 : Représentation géographique de la zone d'échantillonnage.



Figure 7: Photographie de la station étudiée.

2. Objectif de l'expérience :

L'objectif de cette expérience est la correction de l'effet nocif des stress salin et hydrique sur la germination du blé dur (*Triticum durum Desf.*) par l'application de l'amorçage hydrique.

3. Matériel végétal :

L'expérimentation est menée sur des graines du blé dur (*Triticum durum Desf.*), variété *Vitron*, ayant une pureté spécifique et une faculté germinative de 98%.

Cette variété présente les caractéristiques mentionnées dans les tableaux ci-dessous :

Tableau 2: Caractéristiques morphologiques et culturales du blé dur (*Triticum durum Desf.*), variété *Vitron*.

Caractéristiques morphologiques.	
Compacité de l'épi.	Compact.
Compacité de l'épi.	Blanc.
Hauteur de la plante à la maturité.	90-100cm.
Caractéristiques culturales.	
Alternativité.	Hiver.
Cycle végétatif.	Semi-aride.
Tallage.	Moyen.

Tableau 3: Résistance du blé dur (*Triticum durum Desf.*), variété *Vitron* aux facteurs environnementaux et maladies.

Résistance aux facteurs d'environnement.	
Au froid.	Résistante.
A la verse.	Tolérante.
A la sécheresse.	Sensible.
Egrenage.	Résistante.
Gelées.	Sensible aux gelées printanières.
Résistance aux maladies.	
Rouille jaune.	Moyennement tolérante.

Rouille brune.	Moyennement tolérante.
Rouille brune.	Moyennement tolérante.
Piétin verse.	Résistante.
Piétin échaudage.	Peu sensible.
Oïdium.	Résistante.
Septoriose.	Peu sensible.
Fusariose.	Modérément résistante.

4. Préparation des solutions de stress :

dans le but d'induire un stress salin et un stress hydrique chez le blé , des solutions ont été préparées.

4.1 Préparation de la solution saline :

Les solutions salines sont obtenues par dissolution de 100 mM de NaCl soit 5.84 g dans un litre d'eau distillée

4.2 préparation de la solution de PEG :

Une solution de PEG 6000 a été préparée en faisant dissoudre 125 g dans un litre d'eau distillée soit une concentration de 12.5%.

5. Préparation des graines pour les tests de germination :

✓ Désinfection des graines :

Les graines choisies doivent être saines, elles ont été sélectionnées selon leur taille et leur forme, les graines sont désinfectées à l'hypochlorite de sodium à 1% pendant 10min, puis rincées abondamment à l'eau distillée pour éliminer les traces de chlore.



Figure 8: La désinfestation des graines.

6. Application des traitements :

L'application des différents traitements est réalisée par la technique du priming qui consiste à faire tremper les graines du blé dans l'eau distillé pendant 6h. Les graines sont ensuite séchées sur papier filtre stérile pendant 12h avant d'être déposées dans des boîtes de Pétri de 10 cm de diamètre sur de deux couches du papier filtre stérile.

Les boîtes sont mises en pré-germination dans une étuve à l'obscurité et à une température ambiante d'environ 25°C, afin de provoquer le gonflement de caryopses. Notre essai porte 15 graines par boîte de Pétri.

7. Application du stress

L'étude de la réponse des graines et des plantules au stress hydrique et salin est réalisée par l'imbibition de 10boîtes de Pétri pour chaque type du stress et deux témoin sans amorçage mais avec les stress et un témoin avec l'amorçage mais sans les stress, ces boîtes contenant des graines traités par l'amorçage hydrique, par une solution de (PEG 6000) de 12,5% et de 100 mM de Na Cl.



Figure 9:L'application des solutions sur les boîtes pétri.



Figure 10: Répartitions des boîtes de Pétri dans l'étuve.

8. Le prélèvement de sol :

Cette étude est fait sur la région de Tamazougha ,15 point de 30cm de profondeur été prélevé dans un seau. À deux types de sol, sol sale et sol non sale.

Figure 11: Prélèvement des échantillons des sols



Une quantité de sol est mise dans un étuve a 70C° pendant 10 min pour le séchage , après la filtration du sol avec un passoir ,20g du sol filtrée mise dans un bécher , en ajoute 100ml d'eau distillé es agité à l'aide d'un agitateur magnétique pendant 40min ,le solution est filtrée à l'aide d'un papier filtre .

La salinité est mesure à l'aide d'un appareille EUTECH Instruments PC650 (**Anonyme, 2018**).

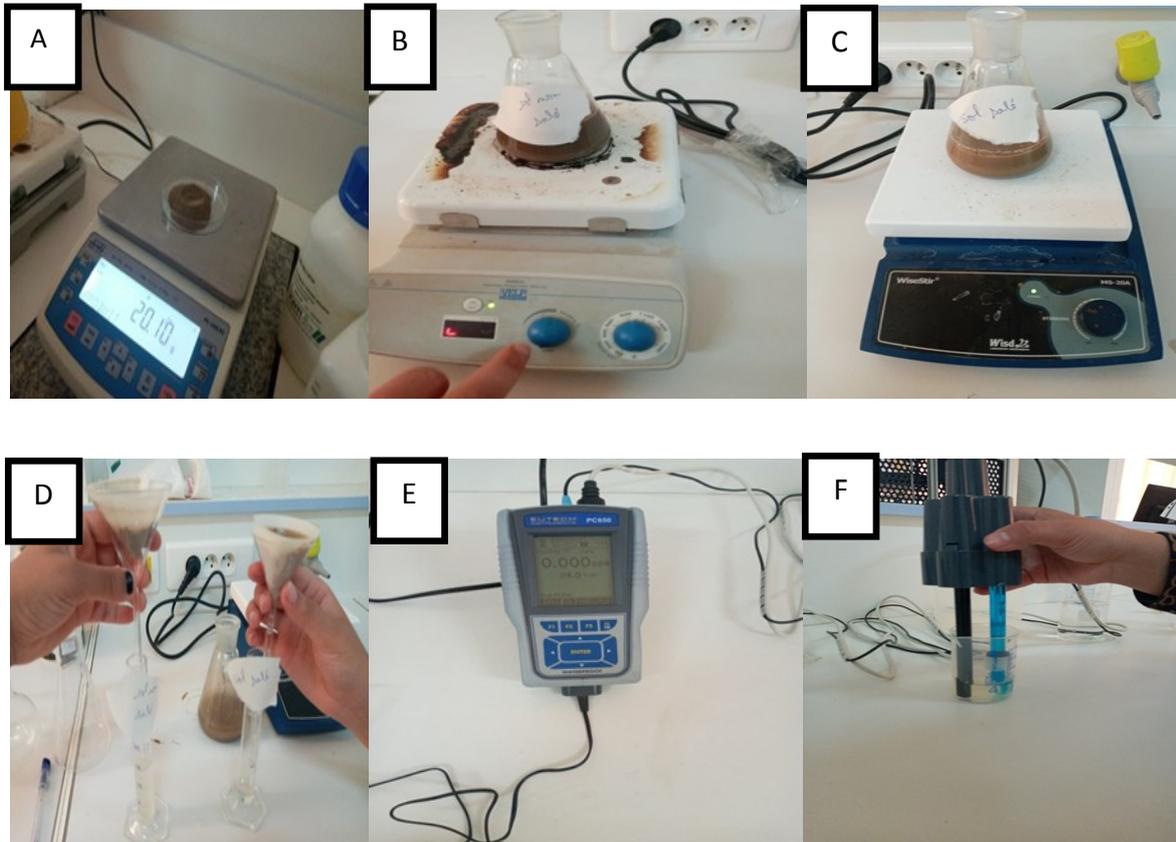


Figure 12: Les étapes de l'analyse du sol.

A : pesée du sol

B et C: agitation du sol

D : filtration du sol

E et F : test de salinité

9. Le semis :

10 pots de chaque type de sol (sol salée, sol non salée) a été plantée de 5 grain amorcée, et deux pots de témoin grain non amorcée, les pots sont arrosée chaque jour pendant 15 jours.



Figure 13: La plantation de blé sur les pots.

1. la précocité de germination :

Ce paramètre correspond au pourcentage des graines germées après 24h.

$\frac{\text{Nombre de blé germée} \times 100\%}{\text{Nombre de blé total}}$

Nombre de blé total

2. Pourcentages de germination (G%) :

Ont été calculés en tant que nombre total de graines germées par nombre total de graines utilisées sur 100 (Thabet et al. 2018).

3. Cinétique de germination :

Cette cinétique est établie à partir des taux cumules de graines germées sous toutes les conditions de traitement (hajlaouiet al, 2007)

4. Biomasse fraîche produite :

Le paramètre consiste à peser les différentes parties de la plantule (foliaire et racinaire) à l'aide d'une balance de précision (en gramme).

5. La longueur de la partie racinaire :

La mesure de la partie racinaire a été effectuée.

6. La longueur de la partie foliaire :

La mesure de la partie foliaire a été effectuée.

7. Biomasse sèche :

La biomasse sèche d'espèce étudiée a été mesurée après dessiccation des parties fraîches (aériennes et racinaires) dans une étuve réglée à 75°C jusqu'au poids sec constant (en gramme)

8. Taux de la matière sèche :

Le taux de matière sèche est exprimé en pourcentage [%]. Il est calculé comme suit :

Taux de MS = $(PS / PF) \times 100$.

Où :

PS : poids Sèche.

PF : Poids Frais.

Résultats

1. La précocité de germination :

La précocité de germination est exprimée par le taux des premières graines germées correspondant à l'intervalle de temps entre le semis des grains et les premiers grains germés après 24h.

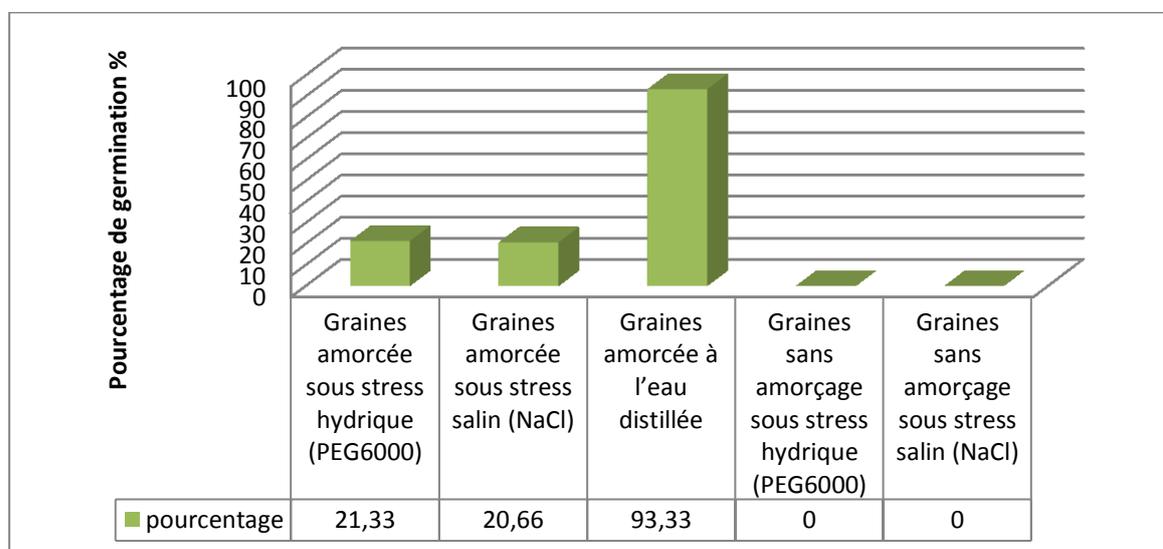


Figure 14: Précocité de germination, des graines du blé sous les stress après 24h.

Le graphe représente le pourcentage de germination du blé dur type *Vitron* après une période de 24 heures

Concernent les grains amorcé sous le stress hydrique PEG 6000, on constate que le pourcentage de germination est 21,33%, Et pour les grains amorcé sous le stress salin NaCl on constate que le pourcentage de germination est 20,66%, et pour les grains non amorcé avec l'eau distillée on a un résultat de 93,33%, les grains non amorce avec le PEG et le NaCl on a un résultat de 0%.

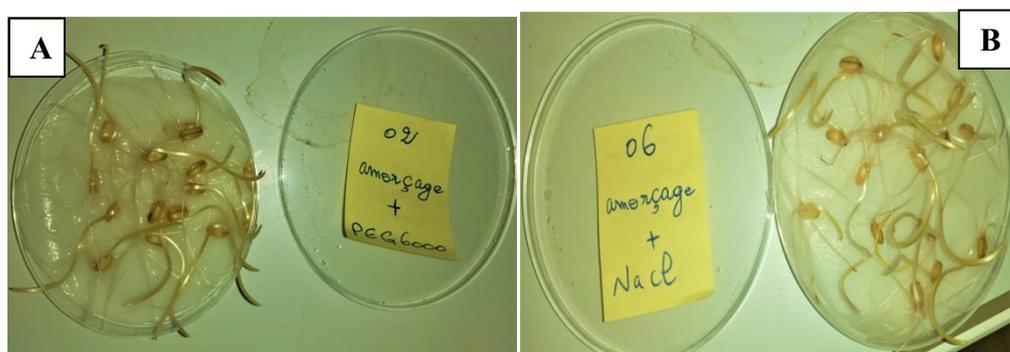


Figure 15: La germination des graines sous l'amorçage avec l'imbibition de stress salin (NaCl, B) et stress hydrique (PEG6000, A).

2. Pourcentage de Germination :

Le pourcentage de germination est exprimé par le taux des graines germées après 96h.

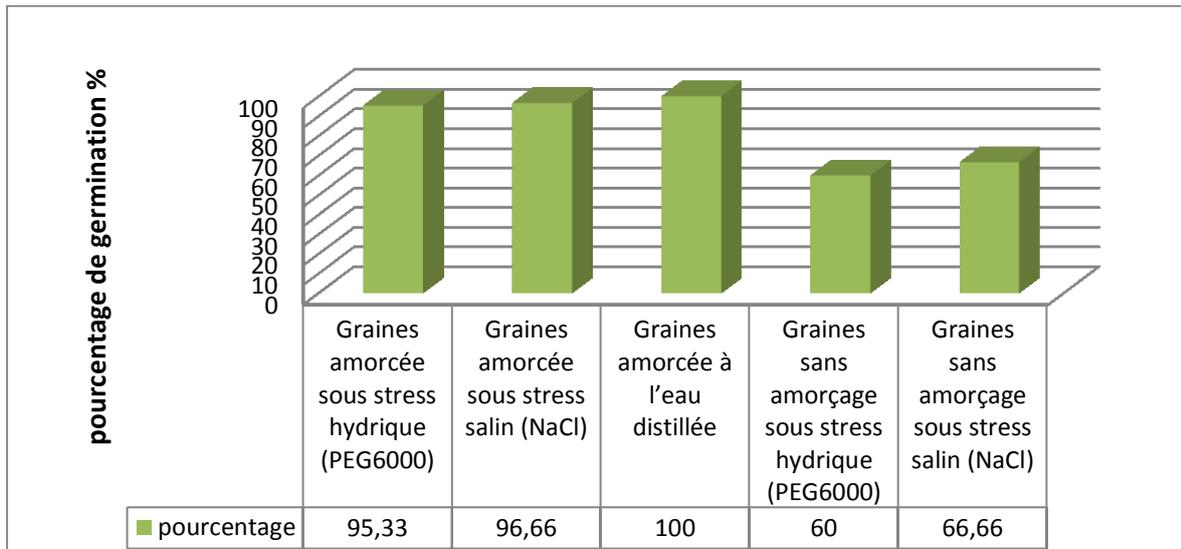


Figure 16 : Pourcentage total de germination, des graines du blé sous les stress après 96h.

Le graphe représente le pourcentage de germination du blé dur type *Vitron* total après une période de 96 heures.

Les résultats montrent que les grains amorcés sous le stress hydrique PEG 6000, donnent un pourcentage de germination de 95.33%, Et pour les grains amorcés sous le stress salin NaCl les résultats montrent une très forte activité 96.66%, et pour les grains non amorcés avec l'eau distillée on a un résultat de 100%, mais consternement les grains non amorcés on a ces résultats sous le PEG est un pourcentage de 66.66% et sous le NaCl est 60%.

3. Cinétique de germination :

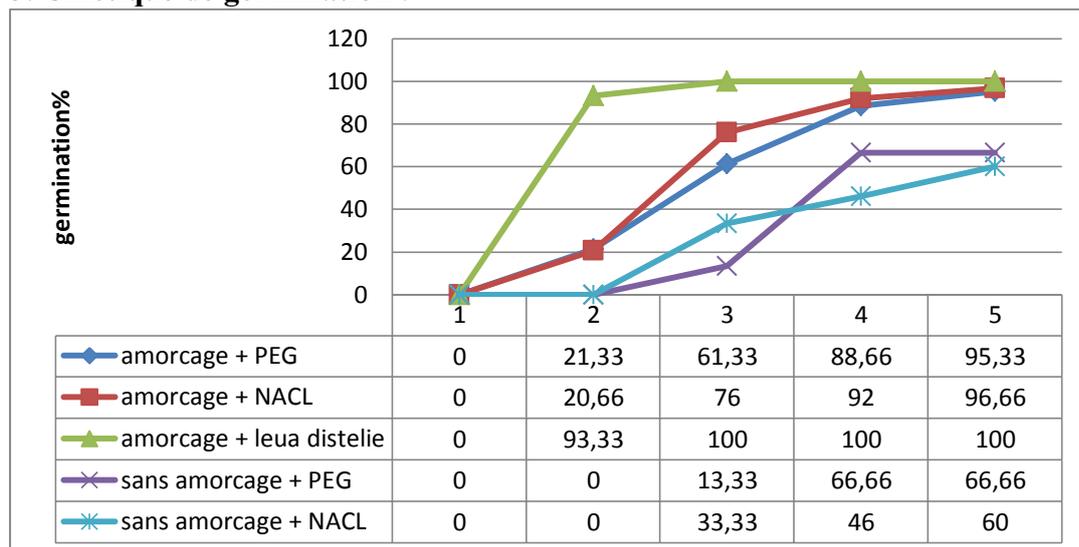


Figure 17: Cinétique de germination de blé sous les stress salin et hydrique.

La courbe de la figure 17 représente la cinétique de germination du blé dur type *Vitron*, les résultats obtenus montrent que :

Les graines témoin (grains non amorcés et l'eau distillée) montrent un résultat de germination complet de 100 %. L'observation montre une augmentation à partir du deuxième jour et un résultat complet de 100% à partir du troisième jour.

Sous stress hydrique PEG 6000 les résultats montrent un taux de germination de 21.33% après 24h et de 61.33% après 48h et 88.66% après 72h et 95.33% après 96h. Concernant les grains non amorcés sous le stress hydrique les résultats montrent un taux de germination après 48h de 13.33% et de 66.66% après 72h et après 96h.

Sous le stress salin NaCl une très forte germination 20.66% après 24h et de 76% après 48h et 92% après 72h et 96.66% après 96h. Alors que le témoin des grains sans amorçage sous le stress salin les résultats montrent une germination après 48h avec un pourcentage de 33.33% et de 46% après 72h et de 60% après 96h.

4. Biomasse Fraiches :

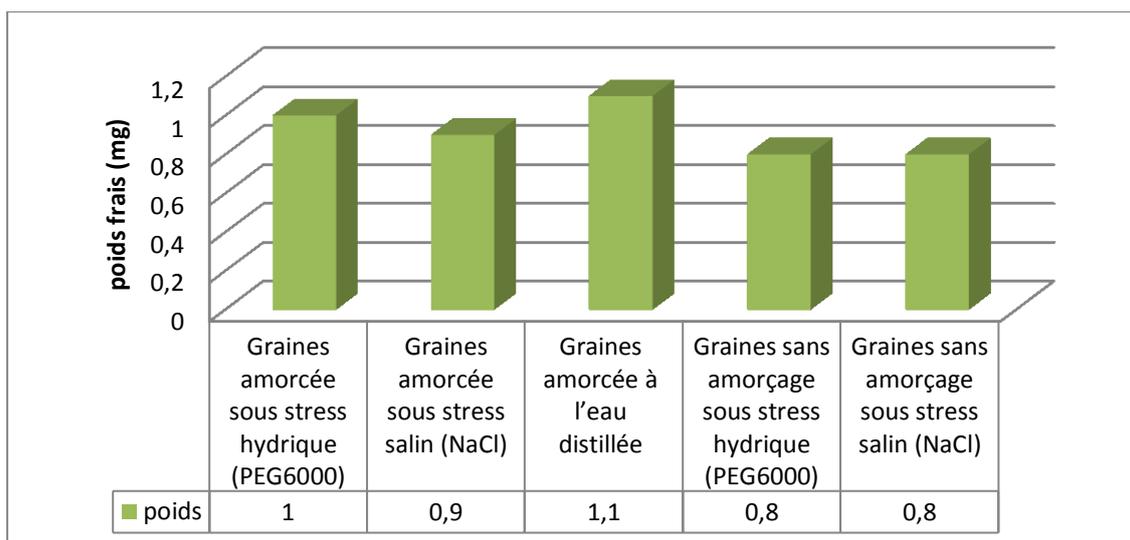


Figure 18: Poids frais de la partie foliaire (mg).

Le graphe de la figure 18 représente le poids frais de la partie foliaire du blé dur type *Vitron*, les résultats montrent que :

Consternent le témoin des graines sans amorçage avec l'eau distillé on a 1.1mg.

Les graines amorcées sous le stress salin NaCl 1 mg, et les grains sans amorçage sous le stress salin 0.8mg.

Les graines amorcée sous le stress hydrique PEG 6000 est 0.9mg, et les graines sans amorçage sous le stress hydrique à un pourcentage de 0.8mg.

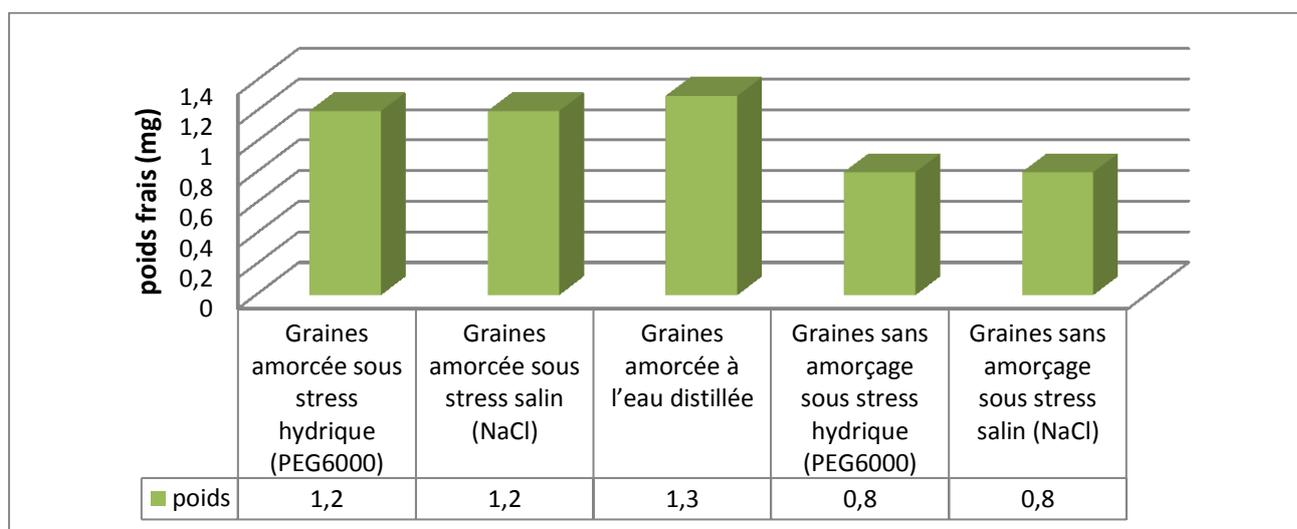


Figure 19: Poids frais de la partie racinaire (mg).

Le graphe de la figure 19 représente le poids frais de la partie racinaire en du blé dur *Vitron*, les résultats montrent que :

Le témoin des graines sans amorçage avec l'eau distillé on a un pourcentage de 1.3mg.

Discussion

Les graines amorcées sous le stress salin NaCl 1.2 mg, et les grains sans amorçage sous le stress salin ont un résultat de 1 mg.

Les graines amorcée sous le stress hydrique PEG 6000 est 1.2mg, et les graines sans amorçage sous le stress hydrique a un pourcentage de 0.8mg.

5. La longueur de la partie foliaire :

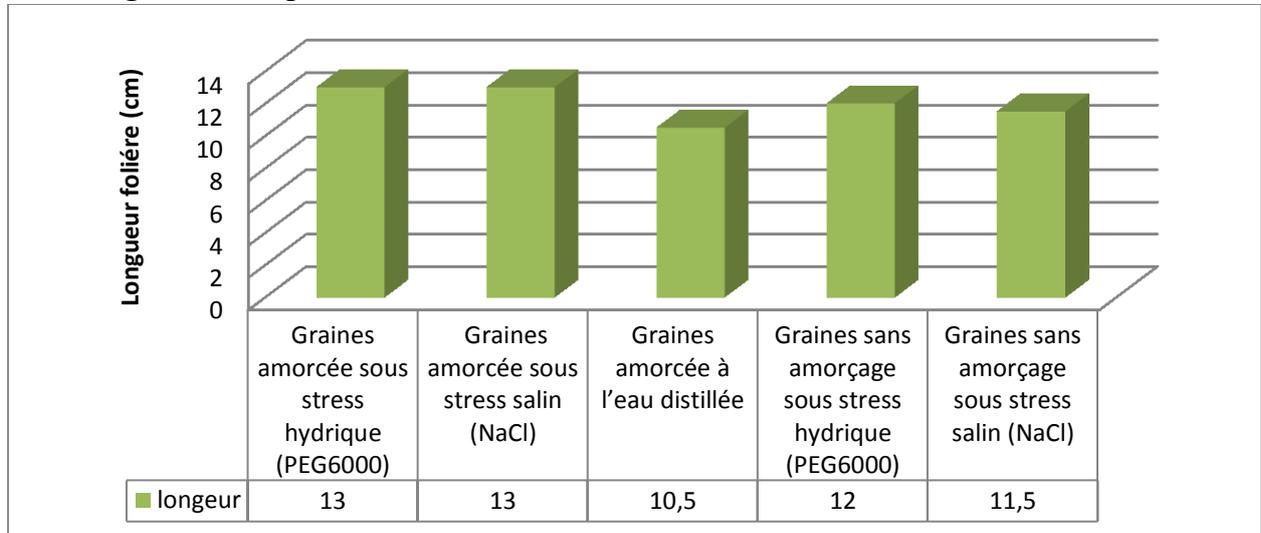


Figure 20: La longueur de la partie foliaire (cm)

Le graphe de la figure 20 représente la longueur de la partie foliaire du blé dur type *Vitron*, les résultats montrent que :

Le témoin des graines sans amorçage avec l'eau distillé est 10.5cm.

Les graines amorcées sous le stress salin NaCl 13cm, et les graines sans amorçage sous le stress salin les résultats montrent un pourcentage de 11.5cm.

Les graines amorcée sous le stress hydrique PEG 6000 est 13 cm, et les résultats des graine sans amorçage sous le stress hydrique est 12cm.

6. La longueur de la partie racinaire :

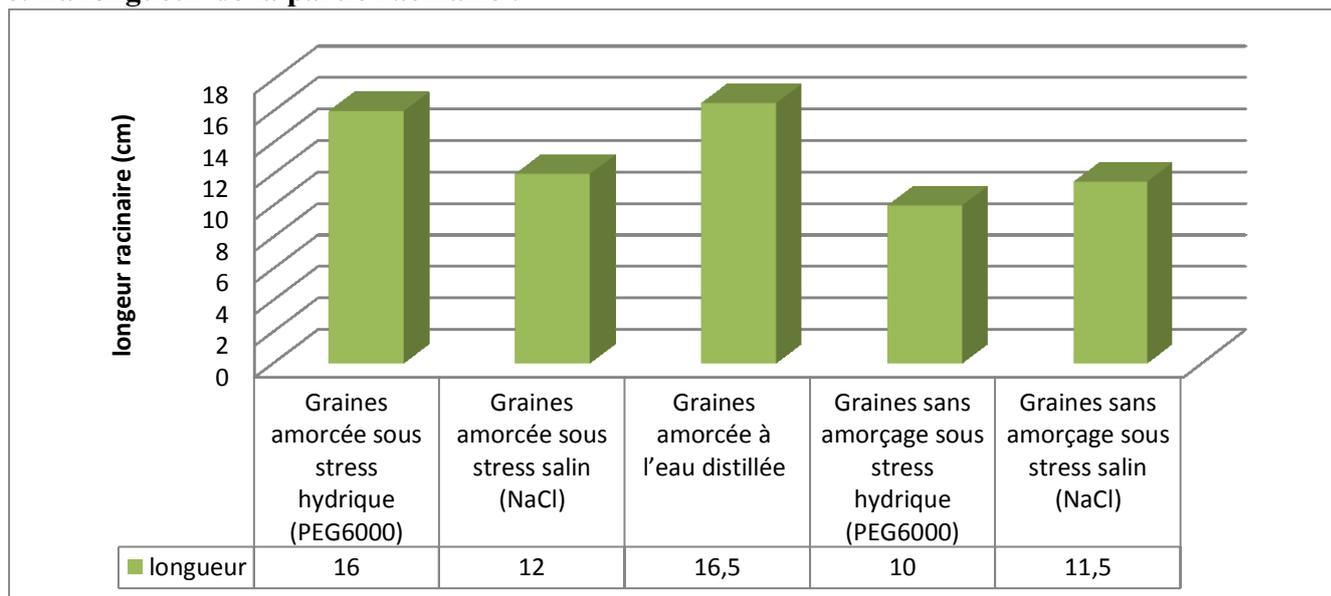


Figure 21: La longueur de la partie racinaire (cm).

Le graphe de la figure 21 représente la longueur de la partie racinaire du blé dur *Vitron*, les résultats montrent que :

Le témoin des graines sans amorçage avec l'eau distillé a un résultat de 16.5cm

Les graines amorcées sous le stress salin NaCl 12cm, et les grains es sans amorçage sous le stress salin a un longueur de 11cm.

Les graines amorcée sous le stress hydrique PEG 6000 est 16cm ,et les graines sans amorçage sous le stress hydrique montrent une résultats de 10cm.

7. Biomasse sèche :

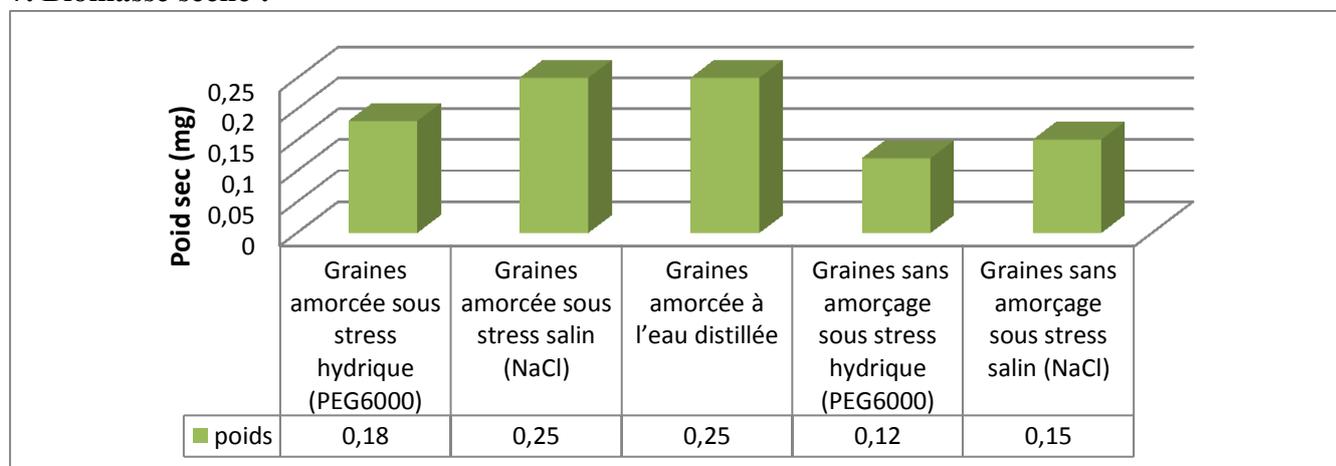


Figure 22: Poids sec de la partie foliaire (mg).

Le graphe de la figure 22 représente le poids sec de la partie foliaire du blé dur *Vitron*, les résultats montrent que :

Le témoin des graines sans amorçage avec l'eau distillé présente un poids de 0.25mg.

Discussion

Les graines amorcées sous le stress salin NaCl 0.25 mg et concernant les grains sans amorçage sous le stress salin a un résultat de 0.15mg.

Les graines amorcée sous le stress hydrique PEG 6000 est 0.18mg, les graines sans amorçage sous le stress hydrique les résultats montrent un poids de 0.12mg.

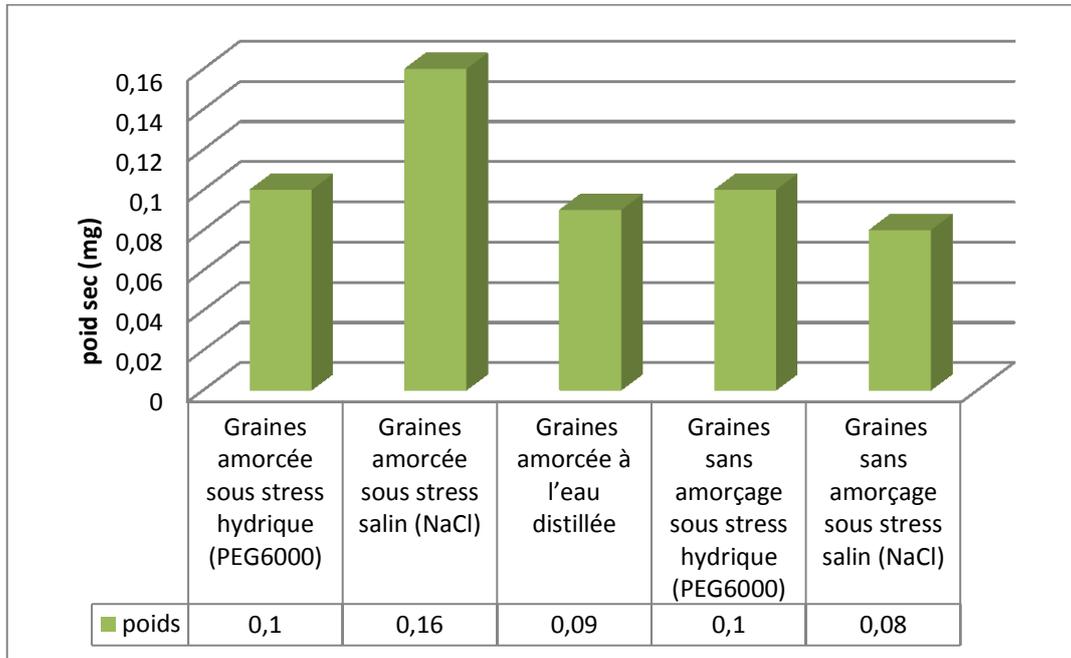


Figure 23: Poids sec de la partie racinaire (mg).

Le graphe de la figure 23 représente le poids sec de la partie racinaire du blé dur *Vitron*, les résultats montrent que :

Le témoin des graines sans amorçage avec l'eau distillé a un poids de 0.09 mg.

Les graines amorcées sous le stress salin NaCl 0.16 mg, et les graines sans amorçage sous le stress salin on a un poids de 0.08mg.

Les graines amorcée sous le stress hydrique PEG 6000 est 0.1mg et les graines sans amorçage sous le stress hydrique les résultats montrent un poids de 0.1mg.

8. Taux de la matière sèche :

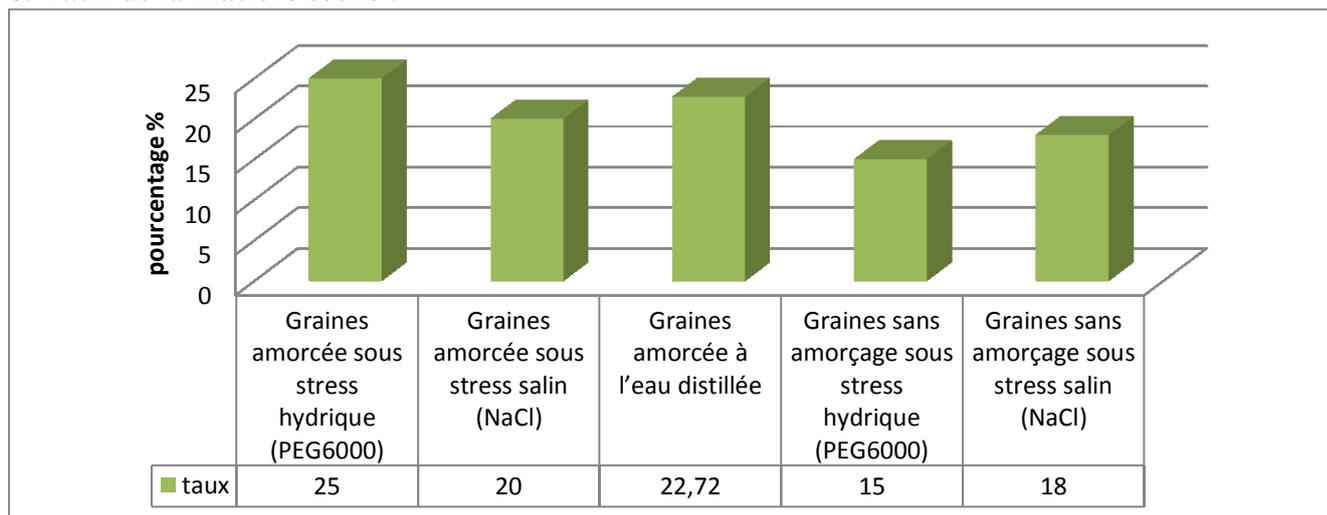


Figure 24 : Le taux de la matière sec de la partie foliaire

Le graphe de la figure 24 représente le taux de la matière sec de la partie foliaire de blé dur type *Vitron*, les résultats montrent que :

Le témoin des graines sans amorçage avec l'eau distillé a un taux de 22.72%.

Les graines amorcées sous le stress salin NaCl 20% et les graines sans amorçage sous le stress salin on a un taux de 18%.

Les graines amorcée sous le stress hydrique PEG 6000 est 25% et les graines sans amorçage sous le stress hydrique les résultats montrent un taux de 15%.

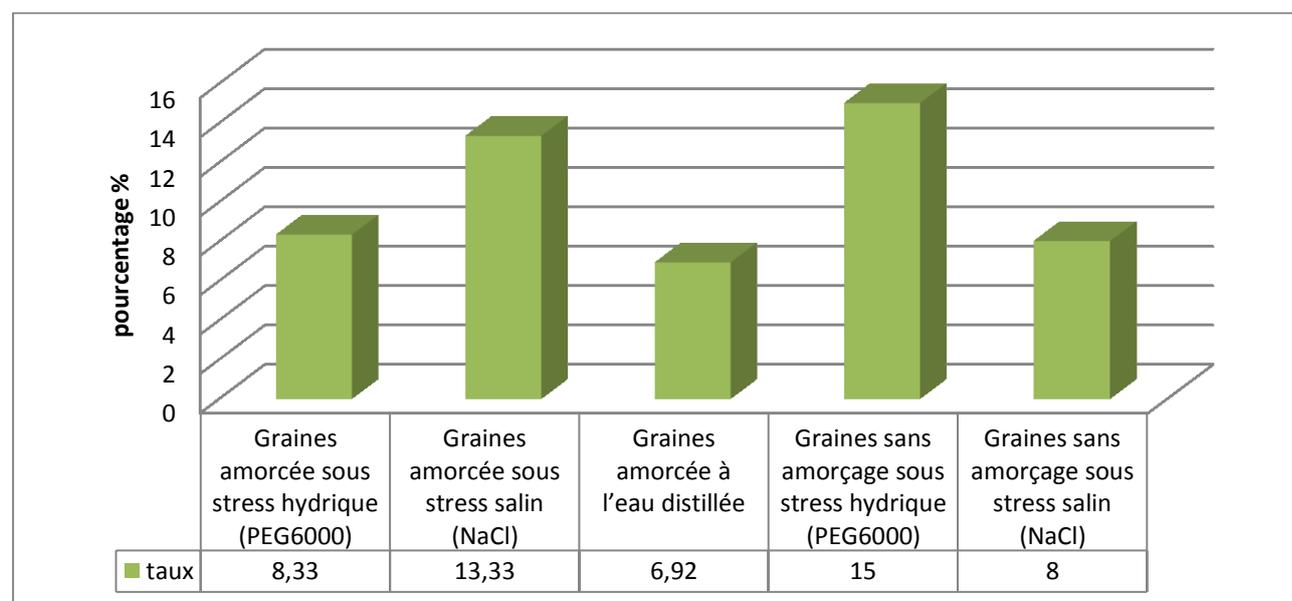


Figure 25 : Le taux de la matière sèche de la partie racinaire.

Le graphe de la figure 25 représente le taux de la matière sec de la partie racinaire de blé dur type *Vitron*, les résultats montrent que :

Discussion

Le témoin des graines sans amorçage avec l'eau distillé présente un taux de matière sèche de 6.92%.

Les graines amorcées sous le stress salin NaCl 13.33% et les graines sans amorçage sous le stress salin on a un taux de 8%.

Les graines amorcée sous le stress hydrique PEG 6000 est 8.33% et les graines sans amorçage sous le stress hydrique les résultats montrent un taux de 8%.

9. Test de salinité du sol :

Tableau 4: les résultats des analyses de salinité du sol.

Les analyses	Sol non salin	Sol salin
pH	6.34	7.05
Température	25.1 C°	26.5 C°
TDS	2.60 PPT	6.55 PPT
NaCl	2.96 PPT	7.6 PPT

Les résultats montrent que le sol non salin a une salinité de 2.96 PPT et sur le sol salin un résultat très élevé 7.6 PPT.

1. 10. Pourcentage de germination :

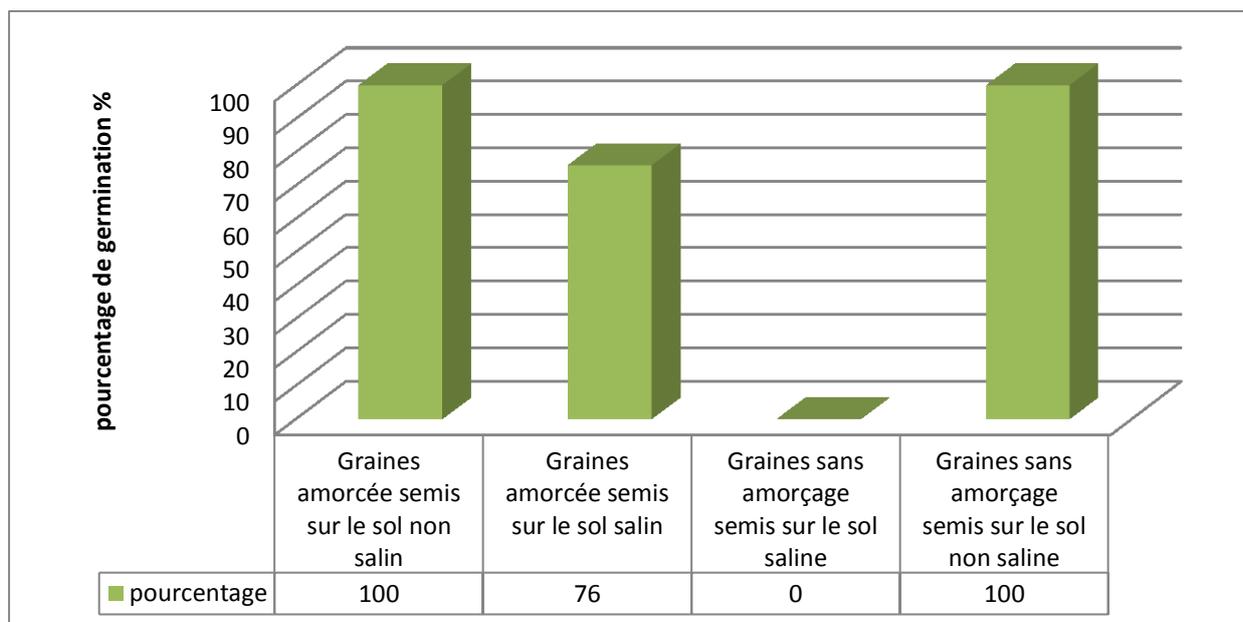


Figure 26: pourcentage de germination du terrain après 15 jours.

Le graphe de la figure 26 représente le pourcentage de germination du blé dur *Vitron* après 15 jours du semis.

Discussion

Les résultats montrent que les grains amorcés et semés sur le sol non salé et les grains sans amorçage semés sur le sol salé présentent un pourcentage de germination de 100%.

Les grains amorcés et semés sur le sol salin présentent un pourcentage de germination de 76% mais les grains non amorcés et semés sur le sol salin présentent un résultat de germination de 0%.



Figure 27 : La germination des graines sous l'amorçage sur les deux types du sol (A sol non salin, B sol salin).

La figure 27 représente la germination des graines sous l'amorçage sur le sol salin et sol non salin, Les résultats observés montrent que les graines amorcées et semées sur le sol non salin (A) ont une germination complète, et concernant les pots de sol salin qui sont semés avec les graines amorcées (B) avec une irrigation deux fois par jour présentent une germination satisfaisante.



Figure 28 : la germination des graines sous l'amorçage sur le sol salin.

Discussion

Discussion

Ce travail a été mené dans le but d'étudier les effets des prétraitements (amorçage) sur la germination des graines de blé dur de la variété *Vitron* sous le stress salin et le stress hydrique. En effet la germination est considérée comme une étape importante dans le cycle de développement de la plante. Elle conditionne l'installation de la plantule, sa croissance et probablement sa productivité (**Tremblin et Binet, 1984**).

Dans une première partie l'étude a été consacrée à expérimenter l'amorçage hydrique du blé dur de la variété *Vitron* sous l'influence du stress salin et du stress hydrique. Dans une deuxième partie l'étude a été effectuée sur une parcelle agricole saline de la région de TAMAZOUGHHA.

Les résultats obtenus montrent que le début de germination pour les grains amorcés de chaque stress (salin et hydrique) a été observé après 24h de l'imbibition, Les résultats après 96 h de germination montrent un taux final de 96.66% sous le stress salin et de 95.33% sous le stress hydrique. Ces résultats sont en accord avec les résultats de **Boucelha et Djebbar (2015)** qui indiquent que l'application des prétraitements, permet d'améliorer significativement la germination des semences et la croissance chez *Vigna unguiculata* (L.). De plus l'étude de l'amorçage des semences sur la vigueur des semis de variétés de riz montre que l'indice de vigueur des semis le plus élevé était enregistré dans l'amorçage hydrique. (**Juraimi et al,2012**).

En effet L'amorçage des semences provoque des modifications physiologiques, cellulaires, biochimiques et moléculaires fortement régulées et contrôlées par l'expression de nombreux gènes (**Soeda et al, 2005 ; Varier et al, 2010**).

Contrairement au grains non amorcés nous avons constaté l'absence de germination jusqu'au 3eme jour, avec un pourcentage final de germination de 66.66% sous le stress salin et de 60% sous le stress hydrique, ceci est dû à l'augmentation de la salinité qui conduit à une diminution de l'absorption d'eau et l'impact des processus métabolique et physiologique peuvent entrainer un retard de début de la germination (**Saltveit et Kang ,2002**).

Concernant la longueur de la partie aérienne et souterraine ainsi que le poids sec et frais de la partie foliaire et racinaire des grains amorcés sous les deux stress. Nos résultats montrent une augmentation de ces niveaux par rapport aux grains non amorcée. Cela peut être expliqué par la relation directe du poids frais des racines et des feuilles avec la longueur de la partie aérienne et racinaire. Ces résultats sont en accord avec les travaux de **Termaad (1986)** qui rapporte que, plus la longueur et le nombre des racines et des feuilles sont grands plus le poids

Discussion

frais est élevé. De plus Il existe une forte relation entre la croissance des feuilles et le taux de germination (**Bingham et al, 1994**). Lorsque le taux de la salinité augmente et la quantité en eau diminue la longueur des racines et des feuille diminue ce qui est cohérent avec chacun des résultats de (**Munns et et Termaad ,1986**).

L'expérimentation sur le sol de la zone agricole de Tamazougha Montre un résultat satisfaisant avec un taux de germination é estimée à 76% malgré les niveaux de salinité élevé, donc cette zone nous pouvons l'utiliser pour l'agriculture des céréales et des autre plante tolérance a la salinité mais avec une irrigation quotidien.

Conclusion

Conclusion

Cette étude vise à découvrir les effets des prétraitements des graines de blé dur *vitron* sous le stress salin et stress hydrique.

À travers les résultats des paramètres étudiés le pourcentage de germination du blé dur avec l'amorçage hydrique sous les stress hydrique induit par le PEG et stress salin induit par NaCl montre un taux élevé par rapport aux témoins.

Les résultats de cette étude indiquent que l'amorçage hydrique joue un rôle dans la réponse des plantes a la salinité en augmentant la capacité germinative des grains de blé ,cette action se traduire par des augmentation dans la précocité et le taux final de germination, de même ce phénomène a agi de façon positive sur la longueur radiculaire et foliaire ,poids frais et sec.

La mesure de la longueur de la partie aérienne et souterraine, ainsi que le poids sec et le poids frais montrent des différences par rapport aux témoins ce qui confirme l'avantage de l'amorçage hydrique .

L'amorçage des semences est une technologie efficace et sans danger pour l'environnement qui peut être facilement adoptée les agriculteurs ; en effet la technique ne nécessite pas de ressources. elle peut en effet être considéré comme une stratégie intéressent pour améliorer l'établissement des peuplements dans des conditions agro-climatique défavorable (région pluviale, sèches et salin ...) avec un rendement accru, une tolérance accrue à la situation de stress. On peut donc conclure que l'amorçage de semence est un outil pour une agriculture durable.

Comme perspective on propose de :

- Tester différentes types d'amorçage ; notamment l'amorçage par les hormones végétales tels que l'auxine.
- Faire des études statiques pour mieux exprimées les résultats
- Tester d'autres variétés de blés
- Réhabiliter les sols salés sur la zone agricole étudiée.

Références bibliographiques

Références bibliographiques :

1. **Titouan Bonnot, 2016).** Réponse du grain de blé à la nutrition azotée et soufrée : Etude intégrative des mécanismes moléculaires mis en jeu au cours du développement du grain par des analyses -omiques.
2. **Ali Dib T (1990):** Monneveux P and Araus J .L, (1990). Breeding Durum wheat for drought tolerance analytical synthetically approaches and their connection. 224-240 and maize chromosomes .Mol.Gen.Genet241.483-490.
3. **Anonyme (2003) :** Le débat des semences. Solution pour les lois nationales régissant le contrôle de ressources génétiques et des innovations biologiques. Groupe crucible μ . Centre de recherches pour le développement international. Institut International des Ressources phylogénétiques et la Fondation Dag Hammorskjöld. Vol II, 265p.
4. **Anonyme (2012) :** ARP blé dur .11p.
5. **Anonyme. 2008.** L'Algérie couvre seulement 25 % de ses besoins en céréales. [http://www.liberte-algerie.com/edit.php?id=102098&titre=L'Algérie%20couvre%20selement%2025%%de%20ses%20en%20céréales\(29.03.2013\).](http://www.liberte-algerie.com/edit.php?id=102098&titre=L'Algérie%20couvre%20selement%2025%%de%20ses%20en%20céréales(29.03.2013).)
6. **Bada,2007** G., Grenerczy, Gy., Tóth, L., Horváth, F., Stein, S., Cloetingh,S., Windhoffer, G., Fodor, L., Pinter, N., Fejes, I., 2007. Motionof Adria and ongoing inversion of the Pannonian basin: seis-micity, gps velocities and stress transfer. In: Stein, S., Mazzotti,S. (Eds.), Continental Intraplate Earthquakes: Science, Hazard,and Policy Issues. Geological Society of America, Special Paper425.
7. **Baldy C (1992) :** Effet du climat sur la croissance et le stress hydrique du blé en Méditerranée Occidentale. In Tolérance à la sécheresse des céréales en zone méditerranéenne, diversité génétique et amélioration variétale. Montpellier, 1992. 14. Les Colloques 55: 191-203.
8. **Bebba salima (2011) :** Essai de comportement de deux variété de blé dur (*Triticum durum* L.var.Carioca et Vitron) conduite sous palmier dattier au niveau de la région de Ouargla.
9. **Benlaribi M (1990) :** Monneveux Ph. et Grignac P., 1990- Etude des caractères d'enracinement et de leur rôle dans l'adaptation au déficit hydrique chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.). Agronomie 10: 305-322.

10. **Binet P , 1968 :** dormances et aptitudes a germer en milieu sale chez les halophyts
.bull.soc.fr.phys.vég .,14,115-124.
11. **Bingham et al, 1994:** validation of weighed records and other methods of dietary assessment using the 24h urine nitrogen technique and other biological markers *.british journal of nutrition* (in the press)
12. **Bisen K (2015):** Keswani C, Mishra S, Saxena A, Rakshit A, Singh HB. Unrealized potential of seed biopriming for versatile agriculture. In: Rakshit, A., Singh, H. B., and Sen, A. Nutrient Use Efficiency: From Basics to Advances (1st Ed.). Springer, New Delhi. 2015;193-206.
13. **BOUCELHA L (2015) DJEBBAR R** Influence de différents traitements de prégermination des graines de Walp. sur les performances germinatives et la tolérance au stress hydrique *Biotechnology, Agronomy, Society and Environment* 19, 160-172 (2015).
14. **Boulelouah N., (2002).** Analyse de la variabilité génotypique de l'absorption de l'azote chez le blé tendre. DEA.INA. Paris Grignon, 33p.
15. **Bozzini A. 1988.** Origin, distribution, and production of durum wheat in the world. In Fabriani G and
16. **Bradford,1986:** K.J.; Bradford, K.J.; Bradford, K.; Bradford, K.; Bradford, K.P.; Bradford, D. Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions. *HortScience* 1986, 21, 1105–1112.
17. **Cantiliffe, D. J. (1981).** Priming of lettuce for early and uniform emergence under conditions of environmental stress. *Acta. Hortic.* 122: 29-38.
18. **Cantiliffe, 1988** D. J., Elballa, M., Guedes, A., Odell, G. B., Perkins-Veazie, P., Schultheis, J. R., Seale, D. N., Shuler, K. D., Tanne, I., and Watkins, J. T. (1988). Improving stand establishment of direct seeded vegetables in Florida. *Proc. Florida State Hortic. Soc.* 100: 213-216.
19. **Caseiro R, Bennett MA, Marcos-Filho J (2004)** Comparison of three priming techniques for onion seed lots differing in initial seed quality. *Seed Science and Technology*, 32: 365-375.
20. **Cauderon, Y. (1979).** Use of Agropyron species for wheat improvement. 05 In :Proceedinge of a conference on broadening the genetic base of crops .pp. 175_186. Zeven , A.C. and van Harten , A.M., Eds., Pudoc , Wageningen , Netherlands.

21. **Chellali B., (2007).** Marché mondial des céréales : L'Algérie assure sa sécurité alimentaire. <http://www.lemaghreb.dz.com/admin/folder01/une.pdf>. (31.05.2008).
22. **Choudhary, D. K., Johri, B. N., and Prakash, A. (2008).** Volatiles as priming agents that initiate plant growth and defence responses. *Curr. Sci.* 94 (5): 595 -604.
23. **Clement Grancourt et Prats., (1971).** Les céréales. Ed.J.B. Bailliers et Fils, 360 p.
24. **Clement-Grandcourt ET Prat., 1970-** Les céréales. Collection d'enseignement agricole. 2ème Ed. PP351-360.
25. **Conquist 1981 :** an integrated system of classification of flowering plants .
26. **Debez .A ,2001 :** effet du NaCl et de regulateurs croissance sur la germination datrilex halimus L.
27. **Evenari, M. (1984).** Seed physiology: Its history from antiquity to the beginning of the 20thcentury. *Bot. Rev.* 50:119-142.
28. **Evers, T., Millar, S., 2002.** Cereal grain structure and development: some implication for quality. *Journal of Cereal Science* 36, 261-284.
29. **Feillet. P, 2000-**Le grain de blé, composition et utilisation. INRA (l'institut Nationale de la recherche Agricole) Alger.
30. **Fisarakis,2001 :** reponse of sultana vines (*V.vinifera* L)on six root stocks to NaCl salinity exposure and recovery , *agricultural water management* 51(1): 13-27.
31. **Fisher MJ., RC. Paton, K. Matsuno.1998.** Intracellular signaling proteins as smart agents in parallel distributed processes.*Bio-Systems*50: 159-171.
32. **FREDOT, E. (2005).** « connaissance des aliments ». Pages : 157 à 199. Edition TEC et DOC. Lavoisier-Paris.
33. **Gate, P. (1995).** Ecophysiologie du blé de la plante à la culture. Paris, Lavoisier Tec&Doc - ITCF.
34. **Grignac p.(1965) :**contribution à l'études de (*triticum durum* desf) .Thésedoctorat .Ensa Toulouse .160 p
35. **Haigh, A. M. and Barlow, E. W. R. (1987).** Germination and priming of tomato, carrot, onion and sorghum seeds in a range of osmotica. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 112: 202-208.

36. **Hajlaoui, M., 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*, Vol.25 (3):168-173 54.
37. **Haouala, F., Ferjani, H., Ben El Hadj, S., 2007.** Effet de la salinité sur la répartition des cations (Na⁺, K⁺ et Ca²⁺) et du chlore (Cl⁻) dans les parties aériennes et les racines du ray-grass anglais et du chiendent. *Bitechnol. agronom. Soc. Environ*, 11 (3), 235-244.
38. **Harlan J.R., 1975** - Our vanishing genetics resources. *Science*, 188:618-621.
39. **Heydecker W, Coolbear P (1977)** Seed treatments for improved performance survey and attempted prognosis. *Seed Science and Technolo*
40. **Heydecker, W.J., Heydecker, J., Higgins and Gulliver, K. 1973.** Accelerated germination by osmotic seed treatment, *Nature* 246: 42-46.
41. **Hill, H.J., Cunningham, J.D., Bradford, K. J. and Taylor, A.G. 2007.** Primed lettuce seeds exhibit increased sensitivity to moisture content during controlled deterioration. *Hort. Sci.*, 42: 1436-1439. 2007.
42. **Jisha KC, Vijayakumari K, Puthur JT (2013)** Seed priming for abiotic stress tolerance: an overview. *Acta Physiologiae Plantarum*, 35(5): 1381-1396.
43. **Juraimi et al ,2012:** physiological and groth responses of six turfgrass species relative to salinity tolerance .
44. **Kanwar, R. and Mehta, D. K. (2017).** Studies on solid matrix priming of seeds in bitter gourd (*Momordica charantia*L.). *J. Appl. Nat. Sci.* 9(1): 395-401.
45. **Katembe WJ, Ungar IA, Mitchell JP.1998:** Effect of Salinity on germination and seedling growth of two Atrip/ex species (*Chenopodiaceae*). *Ann Bot* 1998 ; 82 : 165-75.
46. **Khan AA.1992:** Preplant physiological seed conditioning. *Horticultural Reviews*. 1992;13(1):131-81.
47. **Kramer 1983:** crop reaction to water and temperateur stresses in humid .temperate climates (USA)
48. **Laberche J.C,(2004)** . La nutrition de la plante In *Biologie Végétale*. Dunod. 2e (éd). Paris: P 154 -16
49. **Lahcen ,2011** <https://www.visoflora.com/photos-nature/photo-epis-de-ble-dur-et-ble-tendre.html>
50. **Lintas C (ed).** Durum: Chemistry and Technology. AACC, Minnesota, USA. pp 1-16.

51. **Lorenzo barbanti ,2012** : treatment condition and biochemical processes influencing seed priming effectiveness .italian journal of agronomy ,7(2),e25.
52. **Loue ,1982** : le potassium et les cereals .dossier K2On°02 , PP1.41.
53. **MAACHI L., 2005** : Etude de comportement d'une céréale à grains sous centre pivot dans la région de Ouargla : Evaluation de l'efficience de l'irrigation et de la fertilisation azotée, Thèse., Ing, agro, Sah. ITAS, Ouargla, 91p.
54. **Marilys macé 2016** <https://www.cieau.com/auteur/marilys-mace/>
55. **Mbarek,2001**: effet de stress salin sur la germination ,la croissance et la production en grains de queleque varitees maghrebiennes de ble , volume12,numero3 .
56. **Mekhlouf A. Bouzerzour H. et Dehbi F/. (2001)** Rythme de développement et variabilité de réponses du blé dur (*Triticum durum* Desf.) aux basses températures. Tentatives de sélection pour la tolérance au gel. In : Proceedings séminaire sur la valorisation des milieux semi-arides. Oum El Bouaghi, 23 : 75-80.
57. **Meynard J.M., 1980-** L'élaboration du nombre d'épis chez le blé d'hiver. Influence des différentes caractéristiques de la structure du peuplement sur l'utilisation de l'azote et de la lumière. Thèse Doct Ing "Sci. Agr" INA. Paris- Grignon: 274p.
58. **Monneveux Ph., (1989).** Quelles stratégies pour l'amélioration génétique de la tolérance au déficit hydrique des céréales d'hiver. Journées Scientifiques de l'AUPELF : " Amélioration des plantes pour l'adaptation au milieu aride". Tunis, 4 -9 Décembre.
59. **MOULE ,1971-**Les céréales. Ed. Maison rustique. Paris.
60. **Munns ,R. and A. Termaad., 1986-** Whole-plant response to salinity. Australian Journal Plant Physiology.13:143-160.
61. **Naji oussama ,2019:** caracterisation dune collection de ble tender pour les attributs morphologique et les parameter et qualite technologique et nutritionnel .
62. **Nakamura, S., Teranishi, T., and Aoki, M. (1982).** Promoting effect of polyethylene glycol on the germinaiton of celery and Spinach seeds. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 50: 461–467.
63. **Parera CA, Cantliffe DJ (1994)** Pre-sowing seed priming. Horticultural Reviews, 16: 109-141.
64. **Prats J., Grandcount M. C., 1971.** Les céréales 2ème éd. Coll d'enseignement Agricole.288 P.

65. **Rowse, H.R.1996.** Drum priming - a non-osmotic method of priming seeds. *Seed Sci. and Technol.* 24: 281-294.
66. **Sakamura T., 1918.** KurzeMitteilungueber die Chromosomenzahalen und die Verwandtschaftsverhaelnitsse der TriticumArten. *Bot. Mag ; Tokyo.* 32:151-154.
67. **Saltveit et kang ,2002:** chilling tolerance of maize , cucumber and rice seedling leaves and roots are differentially affected by salicylic acid ,*physiologia plantrum.* 115 (4):571-576.
68. **Shahid et al ,2012 :** improving the performence of wheat by seed priming under salin condition *journal of agronomy and crop science* 198 (1) , 38-45.
69. **Simon, H., Codaccioni, P., Lequeur, X . (1989).** Produire des céréales à paille Coll. Agriculture d'aujourd'hui. Science, Technique, Application, PP 63-296.
70. **Sivasubramaniam, K., Geetha, R., Sujatha, K., Raja, K., Sripunitha, A., and Selvarani, R. (2011).** Seed priming: Triumphs and tribulations. *Madras Agric. J.* 98(7-9): 197-209.
71. **Soeda Y. et al., 2005.** Gene expression programs during *Brassica oleracea* seed maturation, osmoprining, and germination are indicators of progression of the germination process and the stress tolerance level. *Plant Physiol.*, **137**, 354-368.
72. **Soltani A. (1988).** Analyse des effets de NaCl et de la source d'azote sur la nutrition minérale de l'orge. Thèse de Doctorat d'État. Tunis : Faculté des Sciences de Tunis, 322 p
73. **Soltner D., (1980).** Les grandes productions végétales. 11 Ed Masson P 20-30
74. **Soltner D., 1990 -** Phytotechnie spéciale, Les grandes productions végétales. Céréales, plantes sarclées, prairies. Sciences et Technique Agricoles éd.
75. **Soltner D., 2005 - Les grandes productions végétales. 20ème Edition. Collection science et techniques agricoles. 472p.**
76. **Taylor, A. G., Allen, P. S., Bennett, M. A., Bradford, K. J., Burrisand, J. S., & Misra, M. K. 1998.** Seed enhancements. *Seed.Sci. Res.*, 245- 256.
77. **Thabet M,2018:** larhyss journal ,34,183-197.
78. **Tremblin G, Binet P.1984 :** Halophilie et résistance au sel chez *Halopeplis amplexicaulis* (Vahl.) Ung. *Oecol Plant* 1984 ; 5 : 291-3.
79. **USOA,2020** <https://www.lafranceagricole.fr/actualites/cultures/cereales-lusda-revise-ala-hausse-la-production-mondiale-de-ble-1,0,437500704.html>

80. **Varier A.**, Vari A.K. & Dadlani M., 2010. The subcellular basis of seed priming. *Curr. Sci.*, **99**, 450-456.
81. **Vavilov (1934)**:studies on the origin of cultivated plants. Bull. Appl. Bot and plant breed: XVI
82. **Dearman ,1986**: effects of osmotic priming and ageing on onion seed germination .annals of applied biology 108(3),639-648.
83. **Claire casnin ,2016** :<http://acces.ens-lyon.fr/acces/thematiques/biodiversite/dossiers-thematiques/poacees/ressources-pour-le-dossier-ble/cycle-vie.jpg/view>
84. **Anonyme,2018** : <https://www.salineagricultureworldwide.com/agriculture-en-sol-salin>

1. الكردي فؤاد ، 1977 أساسيات كيمياء الأرض وخصوبتها، مطبعة خالد ابن الوليد، سوريا.
2. شاكر ر.م، محمد ع.أ، 2014 التداخل بين الملوحة و الهرمونات النباتية و اثره في نمو نبات الحنطة و تطوره مجلة ديالى للعلوم , المجلد 10 العدد 1.
3. شكري ابراهيم سعيد 1994 النباتات الزهرية : نشأتها ،تطورها ، تصنيفها –دار الفكري العربي.255
4. عودة إ.ع، 2008 نخلة التمر شجرة الحياة . المركز العربي لدراسة المناطق الجافة و الاراضي القاحلة اكساد.
5. فرشة عزالدين ، 2001 دراسة تاثير الملوحة على النمو و انتاج القمح الصلب , و امكانية معاكسة ذلك بواسطة الهرمونات النباتية (الكينيتين و رسالة ماجستير في فيزيولوجيا النبات كلية علوم الطبيعية و الحياة جامعة منتوري قسنطينة .A3 .AIA.
6. محمد حامد كيال 1979 النباتات ز زراعة المحاصيل الحقلية(محاصيل الحبوب و البقول), مديرية الكتب الجامعية، دمشق، سوريا.