

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la

Recherche Scientifique

Université de Blida 1

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Biotechnologie et Agro-écologie



Mémoire de fin d'étude

En vue d'obtention du diplôme de Master

Filière : Sciences de la nature et de la vie

Domaine : Science Agronomiques

Spécialité : Système de production agro-écologie

Thème :

Priming avec les extraits hydro alcooliques de *Cupressus sempervirens* L : essai de promotion de la germination et induction de la tolérance de l'orge aux contraintes salines

Réalisé par :

M^r Belghali Anis

M^r Habchi Reda

Soutenu le 20/09/2023 devant le jury composé de :

Mme. Mouas Y	MCA	Présidente	Université de Blida 1
Mme. Bouchenak F	MCA	Promotrice	Université de Blida 1
M. Hamidi Y	MCB	Examineur	Université de Blida 1
M. Chadi A	DOCTORANT	Co-Promoteur	University de Blida1

Année universitaire 2022 – 2023

Remerciement

En premier lieu, nous tenons à remercier Dieu pour nous avoir accordé la force, la persévérance et la détermination nécessaires pour mener à bien ce projet.

Nous aimerions également exprimer notre profonde gratitude envers notre promotrice e, Dr. BOUCHENAK Fatima ainsi que notre Co-promoteur Dr. CHADI Abdeslam. Votre expertise, votre disponibilité et votre générosité nous ont été d'une aide inestimable. Vous avez toujours trouvé du temps pour nous écouter, nous guider et nous encourager, votre soutien constant a été essentiel dans la réalisation de ce mémoire, et nous vous en sommes extrêmement reconnaissants.

Nous souhaitons également remercier chaleureusement les membres du jury, Madame MOASE Yamina et Dr. HAMIDI Youcef pour avoir accepté d'examiner notre mémoire. Nous sommes reconnaissants pour votre temps.

Enfin, nous aimerions exprimer toute notre gratitude envers nos parents, qui ont été nos plus grands soutiens tout au long de notre parcours académique. Votre amour, votre encouragement constant et votre confiance en nous nous ont donné la motivation nécessaire pour poursuivre nos études avec détermination. Vos sacrifices et votre soutien indéfectible ont été notre source d'inspiration et nous ont permis d'atteindre cette étape importante de notre vie.

À vous tous, nous adressons nos plus sincères remerciements. Nous sommes honorés et reconnaissants d'avoir eu l'opportunité de travailler sur ce projet et d'avoir pu compter sur votre présence précieuse.

Dédicace

À mes chers **parents**, qui ont été ma source constante de soutien et d'amour tout au long de ma vie. Votre dévouement inébranlable a été ma plus grande inspiration.

À mes deux sœurs, **Naila** et **Chanez**, dont la présence et l'affection ont rendu mon parcours plus lumineux à chaque étape.

À mes deux cousins préférés, **Sofiane** et **Anes**, avec qui j'ai partagé tant de souvenirs précieux et de moments inoubliables.

À mon oncle que j'apprécie profondément, **Farid**, pour ses conseils éclairés et son exemple inspirant.

À ma tante que j'adore, **Souhila**, pour sa gentillesse et son amour inconditionnel.

Je dédie ce modeste travail à toute ma famille **Oukkal**, dont la présence a toujours été un pilier de force dans ma vie.

Et à mes meilleurs amis, **Oussama**, **Adel**, **Meriem** et **Ikram**, qui ont partagé avec moi rires, peines et succès tout au long de cette aventure.

Enfin, je souhaite rendre hommage à ma tante **Zahia**, que son âme repose en paix. Ton absence est profondément ressentie, mais ton amour et ta sagesse continuent de guider mon chemin. Tu resteras à jamais dans nos cœurs.

Dédicace

Je dédie ce mémoire à mes parents, qui m'ont toujours soutenu dans mes projets et encouragé à poursuivre mes rêves. Leurs sacrifices et leur amour inconditionnel ont été l'inspiration derrière mes réalisations.

Je dédie ce mémoire aussi à mes amis et camarades, qui ont été une source de motivation et de soutien tout au long de mes études. Leurs encouragements et leur amitié ont rendu cette expérience inoubliable et ont contribué à ma réussite académique.

Résumé

Priming avec les extraits hydro alcooliques de *Cupressus sempervirens* L : essai de promotion de la germination et induction de la tolérance de l'orge aux contraintes salines

Le présent travail montre clairement la recherche sur l'impact des traitements par des extraits foliaires hydro-alcooliques de *Cupressus sempervirens* L. sur la germination des graines d'orge traitée avec des concentrations croissantes de NaCl (0,5,10,15,20g/l). Le screening phytochimique montre que les extraits sont riches en polyphénols et flavonoides, leurs concentrations sont respectivement de 2,90 mg Eq GA/g MS et 3,56 mg QE / g MS. Sur la base des résultats obtenus, Le traitement par l'extrait hydro-alcoolique de *Cupressus sempervirens* L à 1mg/ml en présence des concentrations croissantes de NaCl spécifiquement à 20g/l a un impact positif et remarquable sur la germination des graines d'orge en stimulant le taux final de germination, la moyenne journalière de germination et le pourcentage d'inhibition de germination. L'activité de l' α -amylases des graines augmente significativement en présence d'extrait hydro-alcoolique et une concentration de 20 g/l NaCl (0,797 U/ml). Par contre, Ces extraits ne provoquent aucun bon développement pour la vitesse de germination chez l'espèce étudiée traitée avec 1mg/ml et combinée avec 20g/l de NaCl.

Dans l'ensemble, ces résultats mettent en évidence l'effet biostimulant et bioprotecteur de l'extrait foliaire démontrant ainsi son potentiel pour améliorer la germination des graines d 'orge et stimuler l'activité des α -amylases un processus biochimique associé

Mots clés : *Cupressus sempervirens*, *Hordeum vulgare* L,Extrait hydro-alcoolique, Screening phytochimique, , salinite, germination.Tolerance

Abstract

Priming with hydroalcoholic of *Cupressus sempervirens*: trial to promote germination and induce tolerance of barley to saline constraints

This study clearly demonstrates research on the impact of hydro-alcoholic leaf extracts of *Cupressus sempervirens* L. on the germination of barley seeds treated with increasing concentrations of NaCl (0,5,10,15,20g/l). Phytochemical screening shows that the extracts are rich in polyphenols and flavonoids, with concentrations of 2.90 mg Eq GA/g DW and 3.56 mg QE/g DW, respectively. Based on the results obtained, treatment with the hydro-alcoholic extract of *Cupressus sempervirens* L. at 1 mg/ml in the presence of increasing concentrations of NaCl, specifically at 20 g/l, has a positive and remarkable impact on barley seed germination by stimulating the final germination rate, daily germination average, and germination inhibition percentage. The activity of α -amylase in the seeds significantly increases in the presence of the hydro-alcoholic extract and a concentration of 20 g/l NaCl (0.797 U/ml). However, these extracts do not promote significant improvement in the germination speed of the studied species treated with 1 mg/ml and combined with 20 g/l of NaCl.

Overall, these results highlight the biostimulant and bioprotective effect of the leaf extract, demonstrating its potential to improve barley seed germination and stimulate α -amylase activity, an associated biochemical process.

Keywords: *Cupressus sempervirens*, *Hordeum vulgare* L, Hydro-alcoholic extract, Phytochemical screening, salinity, germination tolerance.

ملخص

تجربة حول استخدام المستخلصات الكحولية من نبات *Cupressus sempervirens* من اجل تعزيز الانبات والحث على تحمل الشعير للملوحة

هذا العمل يظهر بوضوح البحث تأثير مستخلصات الأوراق المائية الكحولية لشجرة السرو الأخضر *Cupressus sempervirens* L على انبات بذور الشعير التي تمت معالجتها بتركيز متزايدة من NaCl (0,5,10,15,20 غ/ل).

يظهر الفحص الفيتو كيميائي أن المستخلصات غنية بـ *polyphenols* و *flavonoides* ، بتركيز تبلغ 2.90 ملغ مكافئ حمض الغاليك الفينيلي/غم جاف و 3.56 ملغ مكافئ كويرسيتين/غم جاف، على التوالي.

استنادًا إلى النتائج المحصل عليها، تظهر المعالجة بمستخلص السرو الهيدرو-كحولي بتركيز 1 ملغ/مل في وجود تركيز متزايدة من كلوريد الصوديوم NaCl بشكل خاص عند 20 غرام/لتر، تأثيرًا إيجابيًا وملحوظًا على انبات بذور الشعير من خلال تحفيز معدل الانبات النهائي والمعدل اليومي للانبات ونسبة تثبيط الانبات. يزيد نشاط *Alpha amylase* في البذور بشكل كبير بوجود مستخلص الهيدروكحول مع تركيز 20 غرام/لتر من NaCl (0.797 وحدة/مل). ومع ذلك، لا تعزز هذه المستخلصات تحسینًا كبيرًا في سرعة الانبات للسلالة المدروسة عند المعالجة بتركيز 1 ملغ/مل وبالتزامن مع 20 غرام/لتر من NaCl .

بشكل عام، تسلط هذه النتائج الضوء على التأثير المحفز والحماية البيولوجية لمستخلص الأوراق، مما يظهر إمكانيته في تحسين انبات بذور الشعير والتحفيز على نشاط *Alpha amylase*، وهو عملية كيميائية مرتبطة.

الكلمات الرئيسية: *Cupressus sempervirens*، (*Hordeum vulgare* L) ، مستخلص مائي كحولي، ملوحة، فحص فيتو كيميائي، شجرة السرو الأخضر، تحمل الانبات.

Sommaire

Remercîment	
Dédicace	
Résume	
Introduction	1
Première partie : synthèse bibliographique	
Chapitre 01 : présentation du cyprès vert <i>Cupressus sempervirens</i> L	4
1. Représentation	4
2. Répartition géographique	4
3. Classification systématique	7
4. Caractéristiques morphologiques	7
5. Caractéristiques écologiques	8
6. Toxicité du <i>Cupressus sempervirens</i> L	9
7. Les métabolites secondaires du <i>Cupressus sempervirens</i> L	10
7.1. Composes phénoliques	10
7.2. Terpènes	10
7.3. Alcaloïdes	10
7.4. Flavonoïdes	11
Chapitre 02 : l'orge plante fourragère a intérêt agronomique	12
1. Les graminées	12
2. L'orge	12
3. Description botanique	12
4. Classification systématique	14
5. Exigences pédoclimatiques	14
Chapitre 03 :La germination	15

1. Définition	15
2. Les phases de la germination	15
3. Les paramètres de germination	16
3.1. Potentiel de germination	16
3.2. Capacité de germination	16
3.3. Rapidité de germination	16
3.4. Courbe de germination	16
4. Mode de germination	16
5. Les conditions de germination	17
5.1. Internes	17
5.2. Externes	17
Chapitre 04 : la salinité	18
1. Le stress salin	18
2. La salinité et le stress salin	18
3. Les types de salinité	19
4. Effet de la salinité sur la germination	19
5. Effet de la salinité sur l'orge	20
Chapitre 05: le priming	20
1. Définition de priming	20
2. Les types de priming	20
3. Le processus de priming	21
4. Les changements physiologiques et biochimique et moléculaire induit par le priming	21
5. L'impact de priming sur la tolérance et la salinité des graines	22
6. Impact du priming par les extraits de végétaux sur tolérance des plantes aux stress abiotique notamment la salinité	22

Deuxième partie : partie expérimentale	
Chapitre 01 : Matériel et méthodes	24
1.1. Objectif	24
1.2. Matériel végétale	24
1.3. Méthode	25
1.3.1. Extraction des polyphénols	25
1.3.2. Préparation de l'extrait végétale	25
1.3.3. Rendement d'extraction	26
1.3.4. Screening photochimique	26
1.3.4.1. Dosage des polyphénols totaux	26
1.3.4.2. Dosage des flavonoïdes	27
1.3.5. Protocole expérimental de germination	28
1.3.6. Les paramètres mesurés	29
1.3.7. Effets de l'amorçage des graines d'orge par les extraits hydro alcooliques sur l'activité de l' α -amylases	31
1.3.8. Traitement statistiques des données	32
Chapitre 02 : Résultats et discussion	33
2.1. Résultats	33
2.1.1. Rendement des extraits	33
2.1.2. Analyse quantitative des extraits (teneur en polyphénols et en flavonoïdes)	33
2.1.3. Impact des extraits sur les paramètres de germination	33
2.1.3.1. Taux final de germination (TG)	34
2.1.3.2. Moyenne de germination journalière MDG (cinétique de germination)	35
2.1.3.3. Vitesse de germination (TMG)	36
2.1.3.4. Pourcentage d'inhibition	37
2.1.4. Impact de l'amorçage des graines d'orge par les extraits hydro alcooliques sur l'activité des α -amylases	38
Discussion	39

Conclusion	42
Annexes	43
Références bibliographiques	44

Liste des figures

Figure 01 : Aire de répartition du <i>Cupressus sempervirens</i> L	5
Figure 02 : <i>Cupressus sempervirens</i> L	8
Figure 03 : Description morphologique d'orge	13
Figure 04 : Préparation des extraits (A) séparation par un rota vapeur (B) matière végétale (C) filtration.	26
Figure 05 : Les échantillons de dosage de polyphénol	26
Figure 06 : Les échantillons de dosage de polyphénol	27
Figure 07 : Les échantillons de dosage des flavonoïdes	27
Figure 08 : Préparation des graines pour appliquer le priming	29
Figure 09 : Incubation des graines (séchage)	29
Figure 10 : les échantillons de dosage d'alpha amylase	31
Figure 11 : Effet de diverses concentrations salines (en g/l) sur le taux de germination final des graines d'orge en présence et l'absence de l'extrait hydro alcoolique de <i>Cupressus sempervirens</i> .	34
Figure 12 : Moyenne de germination journalière observée au niveau des différents lots des graines témoins et traitées par l'extrait foliaire hydro-alcoolique de <i>Cupressus sempervirens</i> L.	35
Figure 13 : Vitesse de germination observée au niveau des différents lots de graines témoins et traitées par l'extrait foliaire hydro-alcoolique de <i>Cupressus sempervirens</i> L	36
Figure 14 : pourcentage d'inhibition de la germination observé au niveau des différents lots témoins et traités par l'extrait foliaire hydro-alcoolique <i>Cupressus semperviens</i> .	37

Liste des tableaux

Tableau 01 : Classification systématique du <i>Cupressus sempervirens</i> L	7
Tableau 02 : Classification systématique de l'orge <i>Hordeum vulgare</i>	14
Tableau 03 : Activité de l' α -amylase des graines d'orge en présence de NaCl et d'extrait de <i>Cupressus sempervirens</i> L	39

Liste des abréviations

Fao : Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture

TP : teneur en polyphénols

U.V : ultraviolet

Mg EAG/g de MS : milligramme équivalent d'acide gallique par gramme de matière sèche

Mg QE / g MS : milligramme de quercétine par gramme de matière sèche

U/ml : unité international par millilitre

R : rendement en pourcentage %

M_{ext} : masse de l'extrait après évaporation du solvant en g

M_{éch} : masse sèche de l'échantillon végétal en g

TFG : taux de germination final

TMG : temps moyen de germination

MDG : moyenne de germination journalière

TG : le pourcentage de germination finale

TI : taux d'inhibition

Di : Pondérations individuelles

Ni : nombre initial des graines

Nt : nombre total de graines utilisées

N : le nombre de jours à la germination finale

n : nombre de graines germées

N : nombre de graines total

V/V : volume par volume

A (580.T) : il s'agit de l'absorbance mesurée à une longueur d'onde de 580 nm dans un tube contenant l'échantillon d'enzyme

A (580.E) : c'est l'absorbance mesurée à 580 nm dans un tube de contrôle ou un blanc (sans l'enzyme)

A (580.ET) : l'absorbance mesurée à 580 nm dans un tube contenant une solution témoin d'enzyme dont la concentration est connue

T : temps en minutes pendant lequel la réaction enzymatique a eu lieu

V extrait : volume de l'extrait enzymatique utilisé dans la réaction

Introduction

Les céréales jouent un rôle crucial dans la sécurité alimentaire mondiale en fournissant une source essentielle de nutrition pour le bétail (**FAO**, 2020). Elles sont essentielles pour répondre à la demande croissante en produits d'origine animale tels que la viande, le lait et les œufs (**Bélanger et al.**, 2021). Parmi ces cultures, l'orge (*Hordeum vulgare*) occupe une place prépondérante en raison de sa large distribution et de son adaptation à divers environnements agricoles (**Cattani et al.**, 2019). En Algérie, l'orge est une culture d'une importance stratégique, car elle constitue une source alimentaire vitale pour le bétail et joue un rôle économique majeur dans le secteur agricole (**Ahmed et al.**, 2018). L'élevage étant une composante essentielle de l'agriculture algérienne, la disponibilité d'une quantité adéquate d'orge de qualité est cruciale pour soutenir la production animale et assurer la sécurité alimentaire nationale (**Zemali e al.**, 2021).

Cependant, la production d'orge est confrontée à de nombreux défis, dont l'une des plus préoccupantes est la salinité des sols (**Munns**, 2008). La salinité des sols est un problème mondial qui limite la croissance des plantes en affectant leur capacité d'absorption de l'eau et des nutriments. Les sols salins perturbent l'équilibre osmotique des plantes, ce qui entraîne un stress hydrique et ionique, et finalement une diminution du rendement des cultures (**Munns**, 2008).

En Algérie, où les conditions arides et semi-arides prévalent dans de nombreuses régions, la salinité des sols constitue un défi majeur pour la production agricole, y compris pour l'orge. Les sols salins sont souvent le résultat de pratiques agricoles non durables, de la mauvaise gestion de l'eau et de l'irrigation, ainsi que des conditions climatiques arides. Face à cette problématique, il devient crucial de développer des approches novatrices pour améliorer la germination et la tolérance de l'orge aux contraintes salines. En favorisant la germination des semences et en renforçant la capacité des plantules à résister aux conditions salines, il serait possible d'atténuer les effets négatifs de la salinité des sols sur la production d'orge (**Bouksila**, 2020).

La germination, première étape phénologique, est influencée par les contraintes environnementales, notamment le stress salin, hydrique et thermique, comme souligné par **Come** en 1970.

Les stress abiotiques sont des facteurs environnementaux non vivants, tels que la salinité, la sécheresse, la chaleur, le froid, les inondations, les carences nutritionnelles et les radiations, qui peuvent avoir un impact significatif sur la croissance et le développement des plantes, ainsi que sur l'environnement et les écosystèmes (**Mittler**, 2006).

De même, la salinité constitue un autre stress abiotique néfaste pour les plantes, perturbant l'équilibre osmotique et ionique, ce qui engendre un stress hydrique et une accumulation toxique de sels (**Munns et Tester**, 2008).

Le *Cupressus sempervirens* L., aussi connu sous le nom de cyprès vert, est un arbre conifère qui appartient à la famille des Cupressacées. Originaire des régions tempérées chaudes de l'hémisphère nord, ce genre comprend un nombre d'espèces variant de 16 à 30, voire plus, selon les sources. De nombreuses variétés de cyprès sont cultivées à des fins décoratives. Le cyprès commun est emblématique de la flore méditerranéenne.

Outre son utilisation comme élément ornemental, le cyprès vert possède également des applications en médecine traditionnelle. Il est utilisé pour soulager divers maux, notamment les douleurs de l'estomac, les inflammations, les problèmes dentaires, et même pour traiter le diabète, comme indiqué dans l'étude de **Raynaud J** (2005).

L'extrait hydro-alcoolique de *Cupressus sempervirens* L, utilisé dans le priming de l'orge, présente une composition riche en métabolites secondaires tels que les phénoliques, les flavonoïdes et les alcaloïdes (**Khan et Ungar**, 2001). Ces composés sont connus pour leurs propriétés biologiques bénéfiques et leur rôle potentiel dans l'amélioration de la performance des plantes. Les composés phénoliques, tels que les acides phénoliques, sont des antioxydants puissants qui protègent les cellules végétales contre les dommages oxydatifs causés par le stress environnemental (**Siddiqui et al.**, 2018).

Plusieurs études ont été menées pour évaluer les activités biologiques et antioxydantes des extraits de *Cupressus sempervirens* L (**Baba et al.**, 2012). Ces extraits ont montré des effets inhibiteurs sur les enzymes oxydatives, réduisant

ainsi les dommages oxydatifs dans les cellules végétales (**Mahmoudi et al.**, 2015). De plus, les extraits de *Cupressus sempervirens* L ont été associés à des effets antimicrobiens, aidant à protéger les plantes contre les infections fongiques et bactériennes (**Alipour et al.**, 2018). Ces activités biologiques et antioxydantes des extraits peuvent jouer un rôle clé dans la promotion de la germination des graines et la tolérance aux contraintes salines chez l'orge. En intégrant l'extrait hydro-alcoolique de *Cupressus sempervirens* L dans le processus de priming de l'orge, il est possible de capitaliser sur les métabolites secondaires présents dans l'extrait, tels que les phénoliques, les flavonoïdes et les alcaloïdes, pour améliorer la performance des graines et renforcer leur adaptation aux conditions environnementales défavorables (**Rauf et al.**, 2020).

Le priming, également connu sous le nom de préconditionnement des graines, est une technique qui a évolué au fil du temps, offrant différentes approches pour améliorer la germination et la performance des graines dans des conditions environnementales défavorables (**Gallardo et Job**, 2020).

D'après **Gallardo** et son collègue **Job** (2020), le processus de priming comprend généralement plusieurs étapes, allant de la sélection et de la préparation des graines à leur traitement spécifique, suivi du séchage pour arrêter temporairement la germination. L'utilisation du priming dans la recherche agronomique vise à optimiser la germination des graines et à améliorer leur capacité à faire face aux conditions stressantes.

Dans le cadre de notre mémoire, en explorant l'utilisation de l'extrait foliaire hydro-alcoolique du cyprès vert comme agent de priming, nous avons adopté une approche novatrice qui pourrait promouvoir la germination de l'orge et renforcer sa tolérance aux contraintes salines.

Synthèse bibliographique

Chapitre 01. Présentation du Cyprès vert *Cupressus sempervirens* L.

1. Représentation

Le cyprès méditerranéen, scientifiquement nommé *Cupressus sempervirens* L, est une plante médicinale et aromatique qui est également utilisée à des fins décoratives (Ilkay et Ibrahim, 2015). Il appartient à la famille des cupressacées et est originaire de différents habitats tels que l'Amérique du Nord, l'Afrique, l'Europe du Sud-Est et l'Asie occidentale. Cette plante peut être utilisée pour protéger les champs contre les dommages causés par le vent. Certains chercheurs ont noté que cette espèce peut avoir des habitudes de croissance rapides et horizontales, ce qui a conduit à des rangs taxonomiques sous-espécifiques tels que la forme fastigiée, qui remonte à des périodes historiques ou préhistoriques en horticulture. Il est généralement admis que seules les formes horizontales de cette espèce existaient avant l'activité humaine (Ilkay et Ibrahim, 2015). Bien qu'il y ait de nombreuses sous-espèces et variétés de *Cupressus sempervirens* L, les variétés les plus couramment acceptées pour leur type de ramification sont le cyprès ramifié (*Cupressus sempervirens* L. var. *horizontalis*) (Figure 02) et le cyprès pyramidal (Ehrami) (*Cupressus sempervirens* L. var. *pyramidalis*) (Figure 02) Cette espèce possède de nombreuses caractéristiques botaniques spécifiques, notamment une tolérance à la sécheresse, aux courants d'air, à la poussière, à la grisaille et aux gaz atmosphériques entraînés par le vent (Samy et al., 2014).

2. Répartition géographiques

- Dans le monde

L'aire naturelle du Cyprès, qui a été planté depuis longtemps autour du bassin méditerranéen, reste incertaine. Il semble spontané dans les montagnes du nord de l'Iran et peut-être aussi en Asie mineure. Selon certains auteurs, son origine pourrait être l'île de Chypre, à partir de laquelle il aurait été propagé en Grèce et en Turquie. En Espagne, le *Cupressus sempervirens* a été introduit relativement récemment, avec des spécimens d'environ 150 ans. En Grèce, le Cyprès pousse du niveau de la mer jusqu'à la limite de la végétation (1750 m au-dessus du niveau de la mer en Crète) et forme des forêts naturelles en Crète, à Samos, Rhodes, Kos, Simi et Millos.

En Italie, on ne trouve pas de forêts naturelles de Cyprès. Cependant, de petites Cyprès se trouvent sur les collines le long de la côte de la mer Tyrrhénienne, de la Ligurie à la Calabre, et en Sicile. Les Cyprès plus vastes et productives sont localisées en Italie centrale, notamment en Toscane près de Florence, de Sienne et de Pise. Dans le nord de l'Italie, on trouve principalement des Cyprès le long des rives des lacs. Au Portugal, le *Cupressus sempervirens* n'est pas très répandu.

En France, le Cyprès a été planté et se trouve dans toutes les régions côtières, des Alpes aux Pyrénées. Il est également largement naturalisé ailleurs. En Afrique du Nord, notamment en Algérie, il se comporte actuellement comme une essence autochtone, bien adaptée à nos climats secs. Il existe deux formes principales, souvent présentes dans le même lot de plants : la forme *fastigiata* avec une cime étroitement conique et la forme *horizontalis* avec des branches étalées (**Letreuch-Belarouci, 1991**).

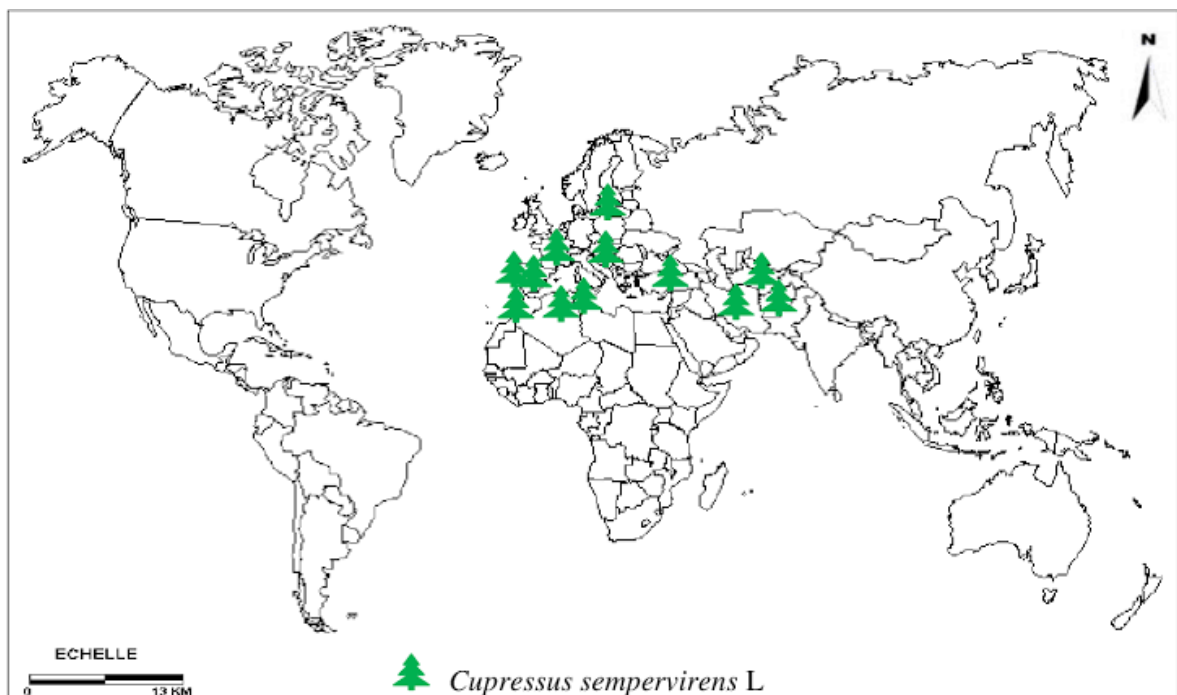


Figure 01 : Aire de répartition du *Cupressus sempervirens* L (**Nichane, 2015**).

- **En Algérie**

Les explorations botaniques ont clairement démontré la richesse et la diversité de la flore. Cependant, la couverture forestière varie considérablement en raison de plusieurs facteurs tels que l'altitude, le bioclimat, l'activité humaine, les catastrophes naturelles, etc. Ainsi, les types de forêts des deux massifs montagneux de l'Atlas varient d'une région à l'autre, voire d'un district à l'autre.

Parmi les peuplements forestiers en Algérie, les cupressinées sont particulièrement intéressantes. Elles se trouvent sur les deux massifs de l'Atlas algérien, mais leur densité varie, que ce soit en association avec d'autres plantes ou en formant des peuplements clairsemés et isolés. Le cyprès vert (*Cupressus sempervirens*. L) est le plus répandu et présente une grande diversité en termes de formes. Il est utilisé à des fins ornementales, comme brise-vent ou comme arbre forestier. En revanche, le cyprès de Duprez (*Cupressus dupreziana* A. Camus) est naturellement présent dans le désert du Tassili N'Ajjer en Algérie et est une espèce rare et menacée. Un récent recensement a révélé l'existence de seulement 231 arbres survivants dans cette région désertique où la pluviométrie annuelle est d'environ 20 mm (**Prasanna et al.**, 2016).

À l'origine, il existait une seule espèce de *Cupressus* qui couvrait toute la région méditerranéenne. La différenciation entre le cyprès vert, le cyprès du Tassili et le cyprès de l'Atlas s'est produite au fil du temps en raison de l'influence de l'environnement (**Nichane**, 2015).

3. Classification systématique

Tableau 01 : Classification systématique du *Cupressus sempervirens* L.
(Linnaeus, C., 1753)

Règne	Plantae
Sous-règne	Viridiplantae
Embranchement	Tracheophyta
Sous-Embranchement	Spermatophytina
Classe	Pinopsida
Sous-classe	Pinidae
Ordre	Pinales
Famille	Cupressaceae
Genre	Cupressus
Espèce	<i>Cupressus sempervirens</i> L.

4. Caractéristiques morphologiques

- Hauteur : Il peut atteindre une hauteur moyenne de 20 à 30 mètres, mais dans des conditions favorables, il peut atteindre jusqu'à 40 mètres de haut (**Farjon, 2017**).
- Tronc : Il est droit et cylindrique, avec une écorce brunâtre qui devient fissurée et fibreuse avec l'âge (**Farjon, 2017**).
- Feuillage : Il a un feuillage persistant et aromatique composé de petites feuilles écailleuses de couleur vert foncé. Les feuilles sont disposées en paires opposées le long des rameaux (**Farjon, 2017**).
- Cônes : Le cyprès vert produit des cônes mâles et femelles distincts sur le même arbre. Les cônes mâles sont petits, de couleur brun-jaune, et se trouvent à l'extrémité des rameaux, tandis que les cônes femelles sont plus grands, de forme globuleuse, et de couleur brun foncé (**Farjon, 2017**).

- Racines : Les racines du cyprès vert sont profondes et étendues, ce qui lui confère une bonne stabilité. Elles s'enfoncent dans le sol pour atteindre les sources d'eau souterraines (**Farjon, 2017**).

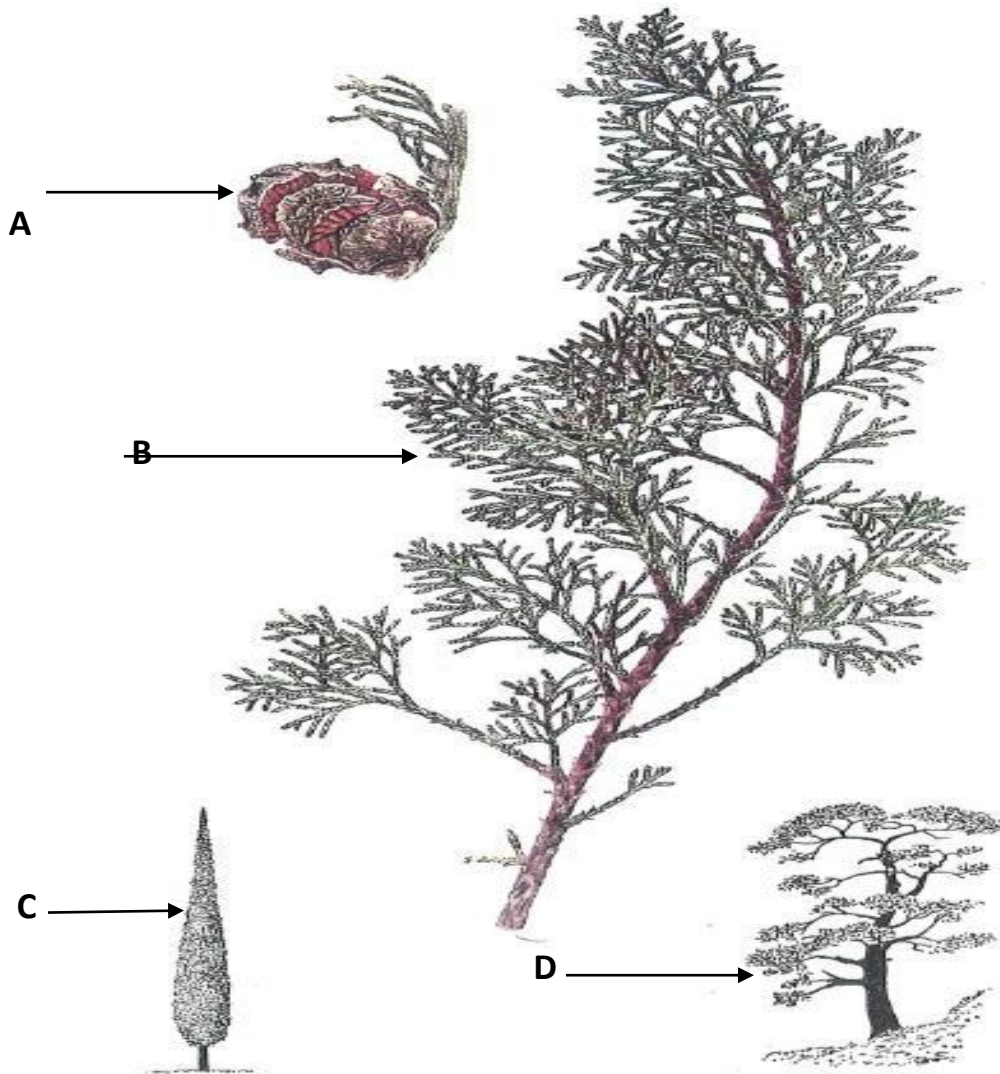


Figure 02 : *Cupressus sempervirens* L (**slavicek, 1991**)

(A) Rameau- (B) cônes fructifères- (C) port classique (pyramidal)- (D) port inhabituel (horizontal). Habitus pyramidal, le plus connu du cyprès- habitus naturel, moins connu du cyprès.

5. Caractéristiques écologiques

Le cyprès (*Cupressus sp.*) est une plante thermophile qui requiert des températures relativement élevées pour son développement optimal. Il est sensible aux vents froids et nécessite une protection pour éviter les dommages causés par les conditions météorologiques défavorables. Cependant, il est

capable de tolérer des températures négatives allant jusqu'à -20°C , c'est une plante résistante au froid (**Becker**, 1982).

- **Température** : Le cyprès vert est une espèce adaptée aux climats méditerranéens et subtropicaux. Il préfère les températures chaudes à modérées et peut tolérer des températures hivernales fraîches mais pas extrêmement froides (**Farjon**, 2017).
- **Précipitation** : Le cyprès vert est adapté à des régions où les précipitations annuelles moyennes sont généralement comprises entre 500 et 1000 millimètres. Il peut tolérer des périodes de sécheresse modérée (**Farjon**, 2017).
- **Sol** : Le cyprès vert préfère les sols bien drainés et fertiles. Il peut pousser dans différents types de sols, notamment les sols argileux, limoneux et sableux (**Farjon**, 2017).
- **Altitude** : Le cyprès vert est généralement présent dans les régions de basse à moyenne altitude, allant de 0 à 1000 mètres au-dessus du niveau de la mer. Cependant, il peut également être cultivé à des altitudes plus élevées dans des conditions appropriées (**Farjon**, 2017).

6. Toxicité du *Cupressus sempervirens* L.

Le cyprès, notamment les espèces *Cupressus sempervirens*, est connu pour produire un pollen très allergisant, ce qui en fait un important agent allergène (**Cecchi et al.**, 2010). Certaines parties du cyprès peuvent présenter une toxicité en raison des huiles essentielles qu'elles contiennent (**Duke et al.**, 2002). Les symptômes allergiques au pollen de cyprès, tels que la rhinite et la conjonctivite, peuvent être présents d'octobre à avril, et des réactions allergiques croisées avec d'autres substances sont possibles (**Guerra et al.**, 2008 ; **Mari et al.**, 2002). Le traitement symptomatique et la désensibilisation sont des options pour gérer l'allergie au pollen de cyprès (**Passalacqua et al.**, 2011). Bien que la plante soit généralement considérée comme relativement peu toxique, il convient de noter que la toxicité dépend de plusieurs facteurs (**Duke et al.**, 2002).

7. Les Métabolites secondaires du *Cupressus sempervirens* L.

Les métabolites secondaires sont des composés chimiques produits par les plantes, souvent en réponse à des facteurs de stress tels que la salinité.

7.1. Composés phénoliques

Les composés phénoliques sont une classe de métabolites secondaires présents dans de nombreuses plantes. Ils sont connus pour leur activité antioxydante et leurs propriétés protectrices contre les stress abiotiques tels que la salinité. Ces composés peuvent agir en tant qu'agents chélateurs des ions métalliques, réduire le stress oxydatif et améliorer la capacité de la plante à tolérer les conditions salines (**Ashraf et Harris, 2006**).

Son effet bénéfique : Effets antimicrobiens, Certains composés phénoliques présents dans le cyprès vert peuvent avoir des propriétés antimicrobiennes, aidant ainsi à combattre les infections (**Marzouk, M.M., et al 2007**).

7.2. Terpènes

Les terpènes sont des métabolites secondaires qui se trouvent dans de nombreuses espèces végétales. Certains terpènes ont démontré des effets bénéfiques dans la protection des plantes contre la salinité. Ils peuvent agir en tant qu'agents osmoprotecteurs, en aidant les plantes à maintenir leur équilibre osmotique et à réduire les effets du stress salin (**Aharoni et Galili, 2011**).

Son effet bénéfique : Effets antifongiques, Certains terpènes présents dans le cyprès vert ont montré des activités antifongiques, pouvant aider à lutter contre les infections fongiques (**Özcan, M.M., 2011**).

7.3. Alcaloïdes

Les alcaloïdes sont une classe de métabolites secondaires contenant de l'azote, présents dans diverses espèces de plantes. Certains alcaloïdes ont été étudiés pour leur rôle dans la protection contre le stress salin en agissant comme des agents osmoprotecteurs et en améliorant la capacité de la plante à maintenir un équilibre ionique approprié (**Dastmalchi et al., 2018**).

Son effet bénéfique : Effets antispasmodiques, Certains alcaloïdes présents dans le cyprès vert peuvent avoir des propriétés antispasmodiques, aidant ainsi à soulager les spasmes musculaires (**Cui, W.** 2007).

7.4. **Flavonoïdes**

Les flavonoïdes sont des composés végétaux largement répandus. Ils sont souvent responsables de la couleur vive des fleurs et des fruits. Les flavonoïdes présents dans le cyprès vert peuvent avoir des propriétés antioxydantes, anti-inflammatoires et antimicrobiennes (**Harborne et al.**, 1998).

Son effet bénéfique : Effets anti-inflammatoires, Certains flavonoïdes présents dans le cyprès vert ont montré des propriétés anti-inflammatoires, pouvant contribuer à la réduction de l'inflammation (**Kang, S.S.**, 2003).

Chapitre 02. L'orge : Plante fourragère à intérêt agronomique

1. Les graminées

Les graminées, membres de la famille des Poacées, sont des plantes herbacées utilisées dans l'alimentation humaine et animale en raison de leur productivité élevée, de leur croissance rapide et de leur richesse en nutriments. Les céréales, qui en font partie, ont été cruciales pour le développement des civilisations et sont une source importante d'aliments pour animaux en systèmes intensifs. Avec plus de 9 700 espèces, les graminées sont adaptées à divers environnements et peuvent être annuelles ou vivaces. Outre leur rôle alimentaire pour les animaux, les graminées ont de multiples utilisations, comme la transformation en aliments de base pour les humains (pain, pâtes, riz), la construction (bambou, chaume) et la production de biocarburants tels que l'éthanol à partir de la canne à sucre et du maïs (Klein et al., 2014).

2. L'orge

L'orge (*Hordeum vulgare*) est une céréale largement cultivée dans le monde entier. Elle est utilisée dans l'alimentation humaine, animale et pour la production de boissons telles que la bière et le whisky (Mazoyer et Roudart, 2002). Cultivée depuis des milliers d'années, l'orge a joué un rôle essentiel dans l'alimentation et la civilisation humaines. Elle est appréciée pour sa capacité à résister aux conditions climatiques difficiles, ce qui en fait une culture attrayante pour les agriculteurs (Oliver, 2011). Avec un cycle de croissance court, l'orge mûrit rapidement après la germination, permettant ainsi une récolte précoce et une rotation des cultures efficace (Shewry, Ullrich, 2002).

3. Description botanique

L'orge est une céréale adaptée à différentes conditions climatiques, allant des zones tempérées aux zones subarctiques et subtropicales.

- Tige : La tige de l'orge est creuse, cylindrique et présente des nœuds où les feuilles sont attachées, ainsi que des entre-nœuds situés entre les nœuds (Bonnaveau, 2016).

- Feuilles : Elles sont linéaires, étroites et plates et disposent de manière alternée le long de la tige et peuvent varier en longueur et en couleur selon les variétés (**Mazoyer et Roudart, 2002**).
- Nœuds et entre-nœuds : Les nœuds sont les zones d'attache des feuilles à la tige, tandis que les entre-nœuds sont les parties de la tige entre les nœuds. Ils jouent un rôle dans la croissance et le développement de la plante (**Bonnaveau, 2016**).
- Graines : Les graines d'orge, également appelées grains d'orge, se forment à l'intérieur des épis et sont utilisées dans la production de farine, de malt et d'autres produits alimentaires (**Bonnaveau, 2016**).
- Épi et grappes de fleurs : L'épi d'orge est une structure en forme de grappe située à l'extrémité de la tige. Il est composé d'épillets contenant les fleurs qui se transforment en graines d'orge (**Mazoyer et Roudart, 2002**).
- Racines : Les racines de l'orge sont généralement fibreuses et peu profondes. Elles jouent un rôle essentiel dans l'absorption de l'eau et des nutriments nécessaires à la croissance de la plante (**Bonnaveau, 2016**).

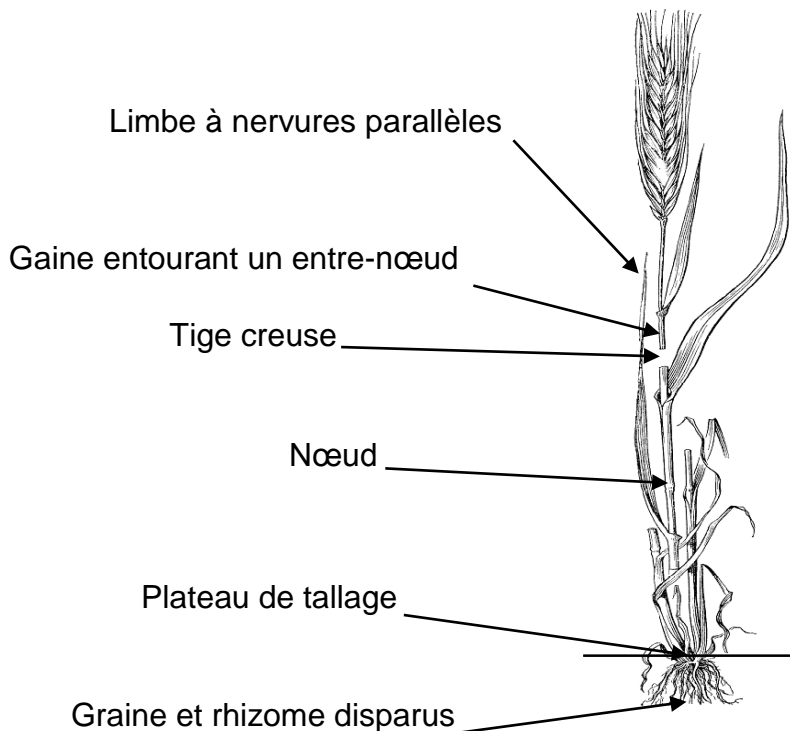


Figure 03 : Description morphologique d'orge (**soltner,2005**).

4. Classification systématique

Tableau 02 : Classification systématique de l'orge *Hordeum vulgare* (Davidse, 2017).

Règne	Plantae
Sous-règne	Tracheobionta
Division	Magnoliophyta
Classe	Liliopsida
Sous-classe	Commelinidae
Ordre	Cyperales
Famille	Poaceae
Sous-famille	Pooideae
Tribu	Triticeae
Genre	Hordeum
Espèce	<i>Hordeum vulgare</i>

5. Exigences pédoclimatiques

L'orge est une céréale adaptable aux différentes conditions pédoclimatiques, mais elle a des exigences spécifiques pour une culture optimale.

- Climat : L'orge s'adapte à une large gamme de climats, des régions tempérées aux régions subtropicales et froides. Cependant, des températures élevées pendant la phase de développement peuvent être préjudiciables à sa croissance (**Mazoyer et Roudart, 2002**).
- Sol : L'orge préfère les sols bien drainés et fertiles, bien qu'elle puisse pousser dans différents types de sols. Une structure solide, une bonne rétention d'eau et une fertilité adéquate favorisent son développement (**Bonnaveau, 2016**).
- Précipitations : L'orge a des besoins en eau modérés et peut tolérer des précipitations faibles. Toutefois, une sécheresse prolongée peut affecter son rendement. Des précipitations uniformément réparties pendant la saison de croissance sont bénéfiques (**Mazoyer et Roudart, 2002**).
- Photopériode : L'orge est une plante à jours courts, adaptée aux régions où les jours sont relativement courts pendant sa période de croissance. Cependant, il existe également des variétés à jours longs adaptées aux régions où les journées sont plus longues (**Bonnaveau, 2016**).

Chapitre 03. La germination

1. Définition

La germination peut être définie comme le processus par lequel l'embryon se développe en utilisant les réserves contenues dans la graine. La vie indépendante de la graine commence dès qu'elle est séparée de la plante qui l'a produite et se poursuit jusqu'à ce que la germination commence, comme l'a observé **Bennet** en 1978. La germination est un processus qui débute avec l'hydratation de la graine et le début de la croissance de la radicule, comme l'a décrit **Evenari** en 1957. Selon **Mazliak** en 1982, la germination d'une graine est considérée comme terminée lorsque la radicule commence à s'allonger.

2. Les phases de la germination

- Phase 1 : Connue sous le nom de phase d'imbibition, cette étape implique le passage de la graine d'un état déshydraté à un état hydraté, comme l'a décrit **Vertucci** en 1989. Ce processus s'accompagne d'une augmentation de l'intensité respiratoire et d'une réorganisation significative des composants cellulaires, comme l'a souligné **Leopol** en 1983.
- Phase 2 : Cette étape est appelée la phase de germination "stricto sensu". Pendant cette phase, les graines cessent de s'imbiber et ne présentent aucune modification morphologique, selon les observations de **Mazliak** en 1982. Cette phase se caractérise par une stabilisation de l'activité respiratoire à un niveau élevé, comme noté par **Binnet** en 1967. Elle est relativement courte, d'une durée de 12 à 48 heures, et se termine lorsque la radicule émerge des enveloppes de la graine, comme l'ont constaté **Heller et al.** En 1995.
- Phase 3 : Cette phase se caractérise par une reprise de l'absorption d'eau et une augmentation de la consommation d'oxygène. Elle correspond au processus de croissance de la radicule, suivie de la tigelle.

3. Les paramètres de germination

3.1. Potentiel de germination

Le potentiel de germination est la proportion de graines capables de germer dans des conditions particulièrement favorables.

3.2. Capacité de germination

La capacité de germination représente le pourcentage maximal de graines qui germent dans des conditions spécifiques. Il est essentiel de préciser avec précision les conditions dans lesquelles les graines sont placées pour germer, comme l'a souligné **Come** en 1970.

3.3. Rapidité de germination

La rapidité de germination se mesure en termes de temps nécessaire aux graines germées pour atteindre 50 % de leur capacité germinative, conformément à la définition de Lang en 1965. Elle est calculée à l'aide de l'indice de germination, comme décrit par **Abbot** en 1955 selon **Mazliak** en 1982.

3.4. Courbe de germination

La courbe de germination illustre l'évolution des pourcentages de germination en fonction du temps. Elle permet d'obtenir une représentation précise du processus de germination des graines. En général, cette courbe présente une forme sigmoïde, comme l'a mentionné **Mazliak** en 1982.

4. Mode de germination

Il existe deux types distincts de germination :

- Germination Épigée : Ce type de germination se caractérise par un soulèvement des cotylédons hors du sol en raison d'une croissance rapide de la tige. Le premier entre-nœud donne naissance à l'épicotyle, et les premières feuilles au-dessus des cotylédons sont appelées feuilles primordiales.
- Germination Hypogée : Chez les plantes à germination hypogée, les cotylédons demeurent enfouis dans le sol, comme mentionné par **Ammari**. En 2011.

5. Les conditions de la germination

5.1. Internes

Quand des graines atteignent leur maturité et sont placées dans des conditions idéales en termes de température et d'humidité pour leur croissance, mais ne parviennent pas à germer, plusieurs facteurs doivent être pris en considération. Il peut s'agir de la dormance de l'embryon ou d'inhibitions de la germination.

Les conditions internes de la germination se rapportent à l'état de la graine elle-même. Pour qu'elle puisse germer avec succès, la graine doit être vivante, mûre, apte à germer (c'est-à-dire non dormante), et en bonne santé, comme le soulignent **Djennde et Attalaoui** en 2019.

5.2. Externes

- **Eau**

La germination requiert impérativement la présence d'eau, sous forme liquide. L'eau pénètre par capillarité à travers les enveloppes de la graine. Elle dissout les réserves stockées dans la graine, fournissant ainsi la ressource nécessaire à l'embryon. De plus, elle provoque le gonflement des cellules de la graine, ce qui favorise leur division, comme décrit par **Zahi et Lamara** en 2019.

- **Oxygène**

La présence d'oxygène est essentielle pour activer les processus respiratoires et mitotiques impliqués dans la germination, comme l'a indiqué **Anzala** en 2006. Selon **Meyer et al.** 2004, la disponibilité d'oxygène est régulée par les enveloppes de la graine, qui agissent à la fois comme une barrière et une source potentielle d'oxygène.

- **Température**

La température appropriée pour la germination peut varier dans une gamme assez large, à condition que la graine ne soit pas dormante, conformément aux observations de **Bassou** en 2019.

- **Lumière (photosensibilité des semences)**

La lumière affecte les graines de manière variable en fonction des espèces. Elle entrave la germination des espèces photosensibles négatives tout en encourageant celle des espèces photosensibles positives, comme l'a noté **Anzala** en 2006.

Chapitre 04. La salinité

1. Le stress salin

Le stress salin est un déséquilibre osmotique causé par une augmentation de la concentration en ions salins dans le sol, qui affecte la disponibilité de l'eau pour les plantes, entraînant une perturbation des processus physiologiques normaux, tels que la photosynthèse, la respiration, l'absorption des nutriments et la synthèse des protéines, ce qui peut entraîner une réduction de la croissance et de la production des plantes (**Munns et Tester**, 2008).

2. La salinité et le stress salin

La salinité est une mesure de la quantité de sels dissous dans l'eau, qui est déterminée par la conductivité électrique de l'eau. Elle peut être affectée par divers facteurs, tels que la proximité de la mer, les précipitations, l'évaporation, les activités humaines et les conditions géologiques locales, et peut avoir des effets significatifs sur les organismes vivants et les écosystèmes (**Wu et Wang**, 2017).

La salinité peut être considérée comme un facteur de stress environnemental pour les plantes, car une concentration élevée de sel dans le sol peut entraîner une perturbation de l'équilibre osmotique des plantes, ce qui affecte leur capacité à absorber l'eau et les nutriments, entraînant ainsi des dommages physiologiques et une réduction de la croissance et de la production des plantes (**Munns et Tester**, 2008).

3. Les types de salinité

Il existe différents types de salinité qui peuvent affecter les sols et les environnements de culture, Voici quelques types courant la salinité :

- Salinité primaire : La salinité primaire est causée par une accumulation naturelle de sels dans le sol, généralement dans les régions arides et semi-arides où l'évaporation est plus élevée que les précipitations. L'eau d'irrigation provenant de sources salées ou contenant des niveaux élevés de sels peut également contribuer à la salinité primaire (**Munns et Tester, 2008**).
- Salinité secondaire : La salinité secondaire se produit lorsque des pratiques agricoles, telles que l'irrigation excessive ou inefficace, entraînent une accumulation de sels dans le sol. L'irrigation avec de l'eau contenant des sels ou la mauvaise gestion des systèmes peuvent augmenter la concentration de sels dans le sol, entraînant ainsi la salinité secondaire (**lowers et Colmer, 2008**).

4. Effet de la salinité sur la germination

- Effet osmotique : L'effet osmotique de la salinité sur la germination des plantes est principalement lié à la capacité des graines à absorber l'eau nécessaire à la reprise de leur métabolisme. Lorsque la concentration de sels dans le milieu de germination est élevée, cela crée une pression osmotique élevée qui peut affecter la germination de différentes manières (**Flowers et Colmer, 2008**).
- Effet toxique : L'effet toxique de la salinité sur la germination des plantes est principalement associé à la présence de concentrations élevées de sels dissous, tels que le sodium (Na^+) et le chlorure (Cl^-), dans le milieu de germination. Ces ions peuvent avoir des effets négatifs sur les processus métaboliques et physiologiques des graines, entravant ainsi leur germination (**Munns et Tester, 2008**). De même, une concentration élevée de chlorure peut également avoir des effets toxiques sur la germination. Le chlorure peut perturber la régulation osmotique et affecter la perméabilité des membranes cellulaires, ce qui peut entraîner une réduction de la germination et une inhibition de la croissance des tissus embryonnaires (**Parida et Das, 2005**).

5. Effet de la salinité sur l'orge

La salinité peut avoir plusieurs effets négatifs sur l'orge, notamment une réduction de la germination et de l'établissement des semis, une inhibition de la croissance racinaire, un déséquilibre ionique et une toxicité, ainsi qu'une diminution de la productivité globale. Ces effets peuvent entraîner une diminution du rendement et de la qualité des grains (**Munns et al.**, 2006).

Chapitre 05. Le priming

1. Définition de priming

Le priming est une ancienne technique empirique qui a évolué avec la technologie. Le priming consiste en l'hydratation des graines dans un environnement spécifique (agent de priming), suivi par le séchage de la graine de telle sorte que les processus de germination commencent sans pour autant que la racine émerge, ce qui permet à la graine de retrouver son humidité initiale. (**Khan et Ungar**, 2001).

2. Les types de priming

Il existe différents types de priming des graines, qui sont des techniques visant à améliorer la germination et la vigueur des plantules. Voici quelques-uns des types de priming couramment utilisés :

- Priming hydropriming : Les graines sont trempées dans l'eau pendant une période de temps déterminée avant d'être semées. Cette technique favorise l'hydratation des graines et stimule la germination (**McDonald**, 1999).
- Priming osmotique : Les graines sont trempées dans une solution osmotique, généralement une solution de polyéthylène glycol (PEG), pour induire un potentiel hydrique optimal. Cela facilite l'absorption d'eau par les graines et améliore la germination (**Farooq et al.**, 2006).
- Priming hormonal : Les graines sont traitées avec des hormones végétales, telles que l'acide gibbérellique (GA3) ou l'acide abscissique (ABA), pour réguler la germination et la croissance des plantules. Ces hormones peuvent

être appliquées par trempage ou par pulvérisation sur les graines (**Bewley**, 1997).

- Priming chimique : Les graines sont traitées avec des composés chimiques spécifiques, tels que des sels inorganiques, des acides aminés ou des antioxydants, pour améliorer leur viabilité et leur tolérance aux stress (**Singh et al.**, 2015).
- Biopriming : Le bio-amorçage est un processus par lequel des graines ou des semis sont hydratés dans une suspension de spores d'organismes biologiques bénéfiques. Il a été s'est avéré favoriser l'établissement rapide et précoce des semis, ainsi qu'une protection contre les pathogènes et les ravageurs (**Huong et al.**, 2009).

3. Le processus de priming

Le priming des graines est un processus qui vise à améliorer la germination et la vigueur des plantules. Il implique la préparation des graines, leur trempage dans un milieu spécifique, le séchage et le stockage approprié avant le semis. Différentes méthodes de priming existent, telles que le trempage dans l'eau, les solutions osmotiques ou l'application d'hormones végétales (**Farooq et al.**, 2006).

4. Les changements physiologiques et biochimique et moléculaire induit par le priming

Le priming des graines induit des changements physiologiques tels qu'une augmentation de l'activité respiratoire, une augmentation de la teneur en eau et une meilleure absorption d'eau par les graines. De plus, il stimule la mobilisation des réserves nutritives et favorise la synthèse d'enzymes essentielles à la germination (**Khan et al.**, 2019). Le priming aussi provoque des changements biochimiques, notamment l'accumulation d'enzymes antioxydantes et une augmentation des métabolites protecteurs tels que les sucres solubles, les acides aminés et les polyamines. Ces modifications biochimiques renforcent la capacité des graines à faire face aux stress environnementaux (**Bewley et Black**, 2012). Le priming des graines modifie l'expression des gènes et la régulation des voies métaboliques. Il peut activer ou réprimer l'expression de gènes impliqués dans la

germination, la croissance, le stress et la signalisation hormonale. Ces changements moléculaires favorisent l'adaptation des graines aux conditions environnementales défavorables (**Minocha et al.**, 2020).

5. L'impact de priming sur la tolérance et la salinité des graines

Le priming des graines a un impact significatif sur la tolérance à la salinité des graines et des plantules. Il a été démontré que le priming peut améliorer la germination et la croissance des plantules dans des conditions de stress salin (**Farooq et al.**, 2009).

Une étude menée par **Farhoudi, Sharifi et Moaveni** (2019) a exploré les effets du priming sur la tolérance des graines d'orge face au stress salin. Les résultats ont démontré que le priming des graines d'orge avec des substances telles que l'acide gibbérellique, l'acide salicylique et l'acide ascorbique améliorait significativement leur capacité à tolérer la salinité. Les graines primées ont présenté une meilleure germination, une plus grande viabilité et une réduction des impacts négatifs du stress salin sur la croissance des plantules d'orge. Ces conclusions mettent en évidence le potentiel du priming des graines comme méthode prometteuse pour accroître la tolérance des graines d'orge à la salinité (**Farhoudi et al.**, 2019).

6. Impact du priming par les extraits de végétaux sur tolérance des plantes aux stress abiotique notamment la salinité

Le priming par les extraits de végétaux, tels que le cyprès vert, peut avoir un impact positif sur la tolérance des plantes aux stress abiotiques, y compris la salinité. Une étude récente menée par (**Khan**, 2021) a examiné l'effet du priming avec des extraits de cyprès verts sur la tolérance à la salinité chez les plantes. Les résultats ont montré que le priming avec ces extraits a amélioré la croissance des plantes exposées à des conditions salines en atténuant les effets néfastes du stress salin sur leur physiologie.

Le priming avec des extraits de cyprès verts a notamment induit une augmentation de l'activité enzymatique antioxydante, ce qui a permis de réduire les dommages oxydatifs causés par le stress salin. De plus, les extraits de cyprès verts ont favorisé l'accumulation de solutés osmotiques dans les plantes, améliorant ainsi

leur capacité à maintenir l'équilibre hydrique et à survivre dans des conditions salines (**Khan.**, 2021).

Deuxième partie :
Partie
expérimentale

Chapitre 1 : Matériel et méthodes

1.1. Objectif :

Notre travail consiste à étudier l'effet de l'extrait végétal à partir des feuilles de *Cupressus sempervirens* L. (riches en métabolite secondaire) et l'utiliser sur les graines de l'orge au stade germinatif, soumises aux différentes concentrations de NaCl (0/5/10/15/20g/l)

Pour cela nous avons fixé les objectifs suivants :

- Extraction hydro alcoolique à partir de feuilles de *Cupressus sempervirens* L et détermination du rendement.
- Screening phytochimique
- Détermination de certains paramètres de germination
- Mesure des activités des alpha amylases des graines d'orge amorcées

1.2. Matériel végétal :

Le travail a été réalisé au niveau du laboratoire de recherche du département de biotechnologie et agro-écologie à université Blida 1.

Les parties végétales utilisées pour la préparation des extraits hydro alcooliques sont les feuilles de *Cupressus sempervirens* L., les feuilles de cette espèce ont été récoltées au mois de février 2023 au niveau du département de biotechnologie et agro écologie. L'espèce a été identifiée botaniquement par **Dr. Degaichia H** (Communication personnelle).

L'espèce fourragère étudiée : *Hordeum vulgare*, la variété : Fouara, les graines nous ont été fournies par le laboratoire de recherche de Biotechnologie et des productions végétales.

1.3. Méthodes

1.3.1. Extraction des polyphénols :

L'objectif de cette extraction est de libérer les polyphénols présents dans des structures vacuolaires par rupture du tissu végétal et par diffusion. Ces derniers sont extraits par extraction solide-liquide en utilisant le solvant Méthanol aqueux. Le choix du solvant est motivé par les résultats de **Degaïchia et al. (2021)** qui stipulent que le solvant hydro alcoolique est le meilleur du point de vue qualitatif de l'extrait (riche en composé phénoliques).

1.3.2. De préparation de l'extrait végétale : (Romani et al., 2006)

Les feuilles de Cyprès ont été séchées et broyées.

- Le matériel végétal (10g) a été mis en contact avec un mélange de méthanol 70% (v/v) et d'eau (30%) dans un volume de 100ml.
- Le mélange a été agité mécaniquement à température ambiante et à l'abri de la lumière pendant 24 heures.
- Le mélange a été filtré.
- Le filtrat a été évaporé à sec sous pression réduite à l'aide d'un évaporateur rotatif à une température de 50°C. Cela a permis de séparer l'extrait végétal du liquide. (**Figure 04**).
- Les résidus obtenus après l'évaporation ont été conservés à 4°C jusqu'à utilisation.
- Les flacons contenant l'extrait ont été couverts de papier aluminium et conservés à 4°C.

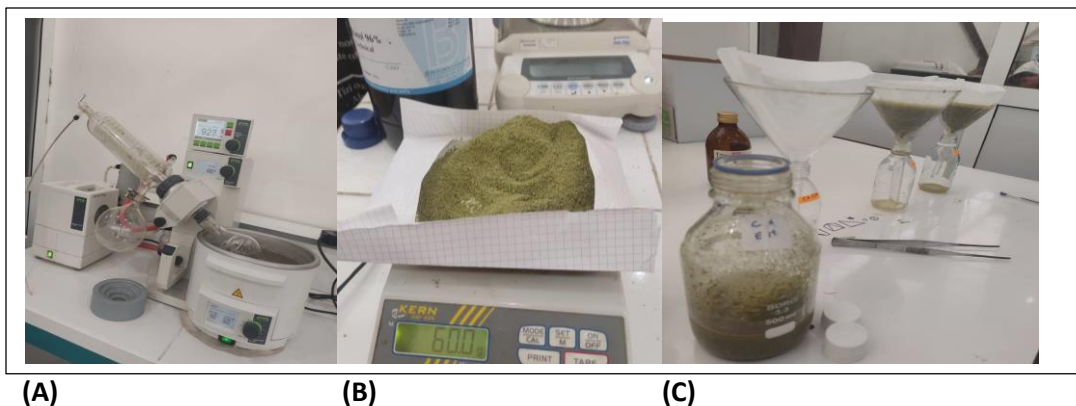


Figure 04 : Préparation des extraits (A) séparation par un rota vapeur (B) matière végétale (C) filtration.

1.3.3. Rendement d'extraction :

Le rendement d'extraction est calculé par la formule donnée par **Falleh et al., (2008)**:

$$R (\%) = \frac{M_{\text{ext}}}{M_{\text{ech}}} \times 100$$

Où :

R : Rendement en pourcentage %

M_{ext} : Masse de l'extrait après évaporation du solvant en g.

M_{éch} : Masse sèche de l'échantillon végétal en g.

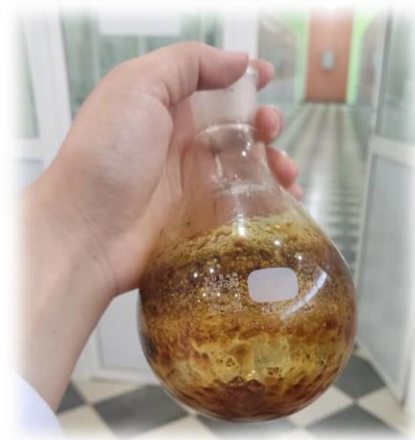


Figure 05 : Rendement en extrait

1.3.4. Screening phytochimique

1.3.4.1. Dosage des polyphénols totaux :

Les polyphénols totaux ont été mesurés selon la méthode de Folin-Ciocal, modifiée par **Fatouch et al. (2007)**. (50µl, 1 mg/ml) a été mélangé avec 1,58 ml d'eau distillée et 400 µl du réactif de Folin Ciocalteau. Après une période de repos de 5 min à température ambiante, 300 µl ont été ajoutés à la solution saturée de Na₂C₀3 suivi d'une incubation à 20°C dans le noir pendant 30min. L'absorbance a été mesurée à 725 nm. =0,9997). Pour chaque échantillon, trois répliques ont été effectuées (**figure 06**).



Figure 06 : Les échantillons de dosage de polyphénol

1.3.4.2. Dosage des flavonoïdes :

Les flavonoïdes ont été quantifiés par la méthode colorimétrique décrite par **Popova et al**, (2004). 1ml d'extrait aqueux ou méthanolique (1mg/ml) mélangé avec 1ml de trichlorure d'aluminium ($AlCl_3, 2\%$). L'absorbance de l'extrait a été mesurée à 420nm a l'aide d'un spectromètre UV /IS (Mecasys Optizen Pop. l'extrait a été exprimé en milligramme(mg) équivalent de quercétine par gramme (g) de poids de matière sèche (QE/gDM). Les analyses quantitatives de TF ont été déterminées à l'aide de l'équation de la régression linéaire de la courbe d'étalonnage : $y=0,003*0,025$; $R^2= 0,998$. Pour chaque échantillon, trois répétitions ont été effectuées (**figure 07**).

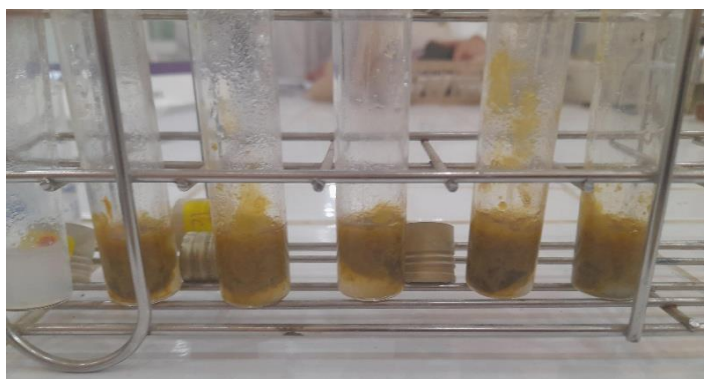


Figure 07 : Les échantillons de dosage des flavonoïdes

1.3.5. Protocole expérimental de germination :

La germination des graines et la croissance des jeunes plantules sont les deux étapes les plus critiques pour l'établissement d'une culture, et se sont aussi les deux stades les plus sensibles aux stressés abiotiques. La germination des graines peut être retardée ou inhibée par divers stressés abiotiques notamment le stress salin (**Anaya et al 2015**).

Priming des graines de l'orge :

Le but de cette partie est l'étude de l'influence de l'extrait foliaire hydro-alcoolique à 1mg/ml sur la germination des graines d'une espèce fourragère en présence et absence de NaCl. Pour cela, nous avons suivi ces 3 étapes :

Etape 1. Nous avons utilisé les graines de d'orge, elles sont préalablement désinfectées par l'hypochlorite de sodium à 10% pendant 2 min, et ensuite rincées rigoureusement à l'eau distillée pendant 5 min et laissées séchées avant le commencement des tests de germination afin d'éliminer toute contamination fongique.

Etape 2. Répartition des graines (10 graines /boite) dans des boîtes de Pétri sur lesquelles sont tapissées 3 couches de papier absorbant utilisé comme substrat. 4 boîtes de Pétri contenant 10graines chacune ont été utilisées pour chaque dose de NaCl (0-5-10-15-20g/l).

Etape 3. Imbibition des graines avec de l'eau distillée pour le témoin (0g/l de NaCl), et l'eau distillée + NaCl pour les autres concentrations (5-10-15-20g /l). Dans la première partie nous avons appliqué l'imbibition sur des grains non amorcés, ainsi on l'a appliqué sur les graines amorcées avec 100 microlitre d'extraits hydro-alcoolique de cyprès.

Les boîtes de Pétri sont enfin placés dans une étuve à une température 20°C, l'émergence de la radicule étant indicateur de la germination, Les graines germées sont dénombrées toutes les 24 heures pendant 10 jours.



Figure 08 : Preparation des graines pour applique le priming



Figure 09 : Incubation des graines (séchage)

1.3.6. Les paramètres mesurés :

- **Taux de germination final:**

Estimation du taux final de germination (TFG) Sur la base du nombre total de graines utilisées (Nt), nous calculons le pourcentage final ou maximum des graines germées (Ni) selon la relation :

$$\text{TFG} = \text{Ni} \times 100 / \text{Nt}.$$

Ce paramètre constitue le meilleur moyen d'identification des conditions environnementales qui présentent la limite physiologique de germination des graines (Maraghni et al., 2010).

- **Temps moyen de germination (TMG)**

Temps moyen de germination (TMG) et Temps moyen (T50) La vitesse de germination permet d'exprimer l'énergie de germination responsable de l'épuisement des réserves de la graine. C'est la variation dans le temps des taux de germination dès l'apparition de la première pointe de la radicule d'une ou des graines jusqu'à la stabilité de la germination, s'exprimant par le taux de germination obtenu à un moment donné. Elle s'exprime par différentes méthodes :

Temps Moyen de Germination : c'est un mode d'expression de la vitesse de germination d'une population de semences mises à germer dans des conditions contrôlées.

Le temps moyen de germination (TMG) se calcule de la façon suivante selon **Redondo-Gomez et al. (2007)** :

$$TFG = Ni \times 100 / Nt$$

$$TMG = \sum i (Nix Di) / N$$

- **Moyenne de germination journalière (MDG)**

C'est le rapport entre le pourcentage de germination finale (TG%) et le nombre de jours à la germination finale (N) désigné par MDG « *Mean Daily Germination* » (**Osborne et al, 1993**)

$$MDG = TG/N$$

- **Taux d'inhibition :**

Selon **Come, 1970**, c'est la différence entre le nombre de graines germées et le nombre total des graines sur le nombre de graines germées.

$$Ti = (n-N) / n * 100$$

n : Nombre de graines germées

N : Nombre de graines total

1.3.7. Effets de l'amorçage des graines d'orge par les extraits hydro alcooliques sur l'activité de l' α -amylases :

L' α -amylase a été mesurée selon la méthode de **Xiao.**, (2006) en utilisant le Lugol. Les graines mises en germination (10 mg) ont été broyées dans 3 ml de solution tampon phosphate (pH 7) Un millilitre (1ml) de l'extrait a été additionné à 1ml d'une solution d'amidon soluble (0,2% ; p/v). Après incubation à 50°C durant 30 min, 500 μ l d'acide chlorhydrique (HCl) ont été ajoutés pour arrêter l'activité enzymatique. Ensuite, 2,5ml de Lugol (I₂, KI) ont été additionnés. L'absorbance a été mesurée à 580nm (A_{580.E}). Les résultats ont été exprimés en unité enzymatique par millilitre (U/ml), calculée selon la formule suivante (**figure 10**) :

$$U/ml = \frac{(A_{580.T} - A_{580.E})}{A_{580.ET} \times T \times V_{\text{extrait}}}$$

A (580.T) : Il s'agit de l'absorbance mesurée à une longueur d'onde de 580 nm dans un tube contenant l'échantillon d'enzyme.

A (580.E) : C'est l'absorbance mesurée à 580 nm dans un tube de contrôle ou un blanc (sans l'enzyme).

A (580.ET) : L'absorbance mesurée à 580 nm dans un tube contenant une solution témoin d'enzyme dont la concentration est connue.

T : Temps en minutes pendant lequel la réaction enzymatique a eu lieu.

V extrait : Volume de l'extrait enzymatique utilisé dans la réaction



Figure 10 : les échantillons de dosage d' α amylase

1.3.8. Traitement statistiques des données :

L'analyse statistique des résultats ont été réalisé avec le logiciel STATGRAPHICS CENTURION version 19.0.0 pour Windows. Les expériences ont été répétées trois fois. Une analyse de la variance (ANOVA) suivie d'un test post-hoc de Tukey au seuil 5% est réalisée pour voir l'existence de différences statistiquement significatives entre les graines témoin et les graines qui ont prétraitées par l'extrait végétal du Cyprès.

CHAPITRE 2 : RESULTATS ET DISCUSSION

2.1. Résultats

2.1.1. Rendement des extraits :

On note que les écailles de *Cupressus sempervirens* donnent un rendement de 11,34%,

2.1.2. Analyse quantitative des extraits (teneur en polyphénols et en flavonoïdes)

On observe la présence des polyphénols au niveau extraits. Avec un total de 2,90et mg Eq GA/g d'extrait. Pour les flavonoïdes leurs concentrations est de 3,56mg QE / g MS

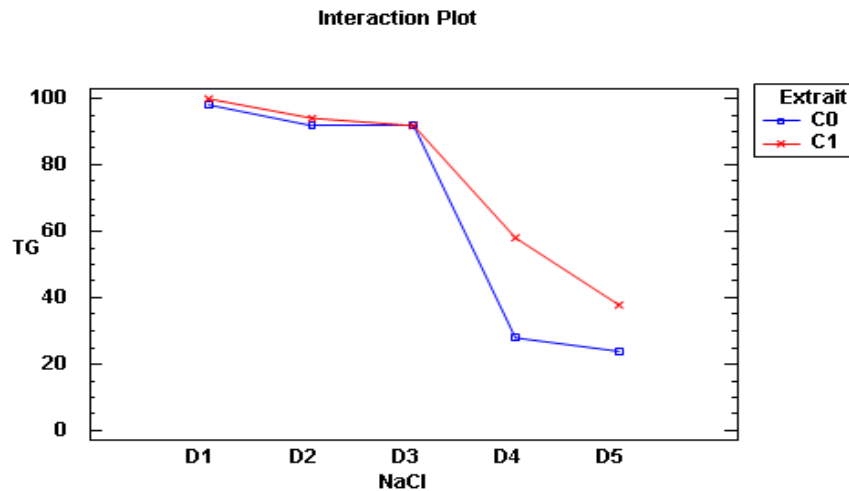
TENEURS POLYPHENOLS.....2,90 mg Eq GA/g MS

TENEURS FLAVONOIDES..... 3,56 mg QE / g MS

2.1.3. Impact des extraits sur les paramètres de germination

Afin d'évaluer l'impact de l'extrait hydro-alcoolique de *Cupressus sempervirens* L. sur le processus de germination des graines d'orge, nous avons analysé divers paramètres physiologiques liés à la germination, notamment la cinétique de la germination, l'évolution du taux de germination final (TG), la moyenne de germination journalière (MDG) et le pourcentage d'inhibition de la germination.

2.1.3.1. Taux final de germination (TG)



D1=0g/L, D2=5g/L, D3=10g/L, D4=15g/L, D5=20g/L.(NaCl)

C0=0, C1=100 microlitres

Figure 11 : Effet de diverses concentrations salines (en g/l) sur le taux de germination final des graines d'orge en présence et l'absence de l'extrait hydro alcoolique de *Cupressus sempervirens*.

On remarque que le taux de germination des graines traitées au NaCl diminue par rapport au témoin. Les résultats indiquent des taux de 100% pour les témoins (D0, C0), tandis que les graines traitées avec 5 et 10g/l de NaCl montrent un taux de 90%, et celles traitées avec 15 et 20g/l de NaCl montrent une diminution respective de 25% et 20% de taux de germination.

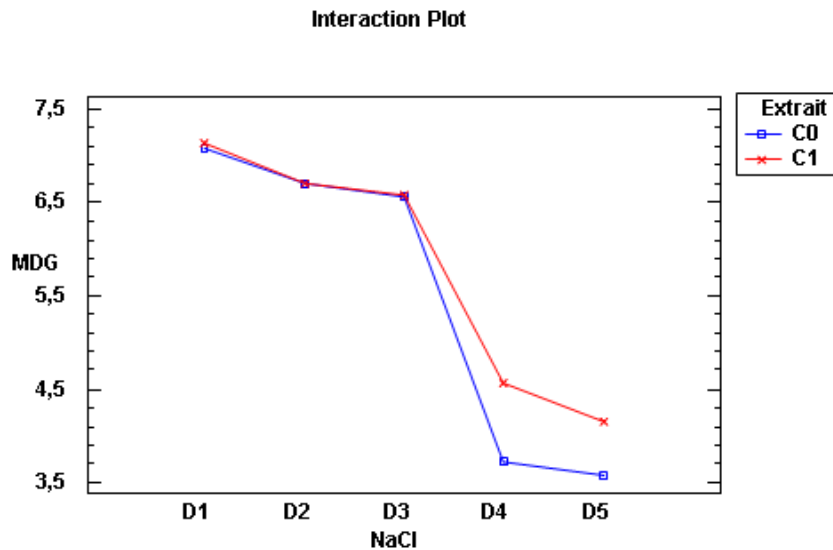
Les graines traitées avec concentration de 100 microlitres d'extrait en combinaison avec 10g/l de NaCl, nous avons enregistré les taux enregistrés sont de 90%, et ils chutent à 50% et 30% pour les graines traitées avec concentration de 100 microlitres d'extrait et 15 et 20g/l de NaCl (**figure 11**).

L'analyse de variance révèle une différence significative entre le taux final de germination des graines traitées avec des extraits foliaires *Cupressus sempervirens* en présence de 15 et 20g/l de NaCl, par rapport aux graines non traitées et exposées au stress aux mêmes concentrations de NaCl ($p=0.000$). Les traitements à base d'extrait à

100 microlitres en présence de 10g et 20g/l de NaCl ont conduit à une augmentation de ce taux de germination (**figure 11 Annexe 1**).

Le traitement par l'extrait hydro alcoolique stimule les graines d'orge positivement en augmentant leur taux de germination.

2.1.3.2. Moyenne de germination journalière MDG (cinétique de germination)



D1=0g/L, D2=5g/L, D3=10g/L, D4=15g/L, D5=20g/L.

C0=0, C1=100 microlitres

Figure 12 : Moyenne de germination journalière observée au niveau des différents lots des graines témoins et traitées par l'extrait foliaire hydro-alcoolique de *Cupressus sempervirens L.*

On note que la moyenne de germination journalière des graines d'orge diminue de façon significative en fonction des concentrations élevées de NaCl.

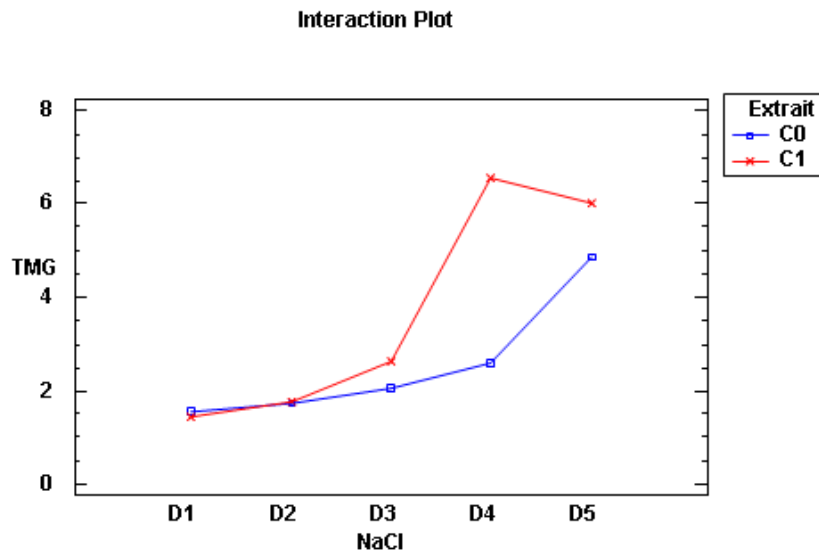
Pour les graines traitées et non traitées avec l'extrait de *Cupressus sempervirens*, on note une diminution progressive similaire de la moyenne de germination journalière de 7 à 6,5 graines dans les concentration 0g/l à 10g/l de NaCl.

Pour les concentrations de 15g/l à 20g/l de NaCl, on constate un déclin très rapide et important pour les graines non traitées de 6,5 à 3,5 graines/jours, en revanche, un déclin moins important pour les graines traitées de 6,5 à 4,5 puis à 4 graines.

On constate que l'extrait de *Cupressus sempervirens* affecte positivement et permette d'améliorer la moyenne de germination journalière des graines d'orge.

2.1.3.3. Vitesse de germination (TMG)

La Figure 13 met en évidence les fluctuations dans le temps moyen de germination (TMG) des graines d'orge, soumises à des essais avec l'extrait foliaire de cyprès en présence de niveaux croissants de NaCl, ce dernier étant inversement proportionnel à la vitesse de la germination.



D1=0g/L, D2=5g/L, D3=10g/L, D4=15g/L, D5=20g/L

C0=0, C1=100 microlitres

Figure 13 : Vitesse de germination observée au niveau des différents lots de graines témoins et traitées par l'extrait foliaire hydro-alcoolique de *Cupressus sempervirens* L.

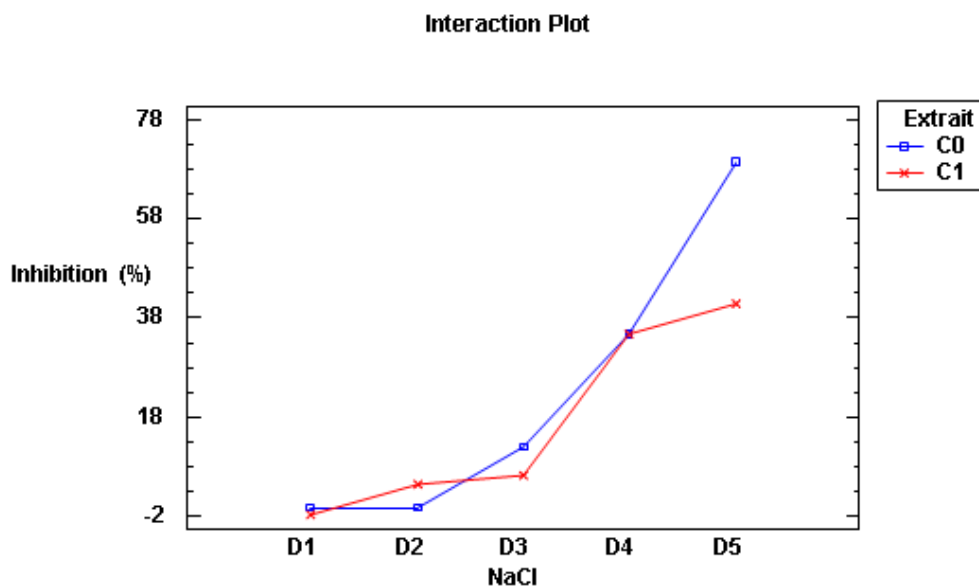
On remarque que le temps moyen de germination des graines d'orge s'augmente dans les deux courbes en fonction de NaCl ajouté.

Pour les graines non traitées, on note une augmentation progressive de TMG entre 0g/l et 15 g/l de NaCl où on enregistre des valeurs entre 1,5 et 2,5 graines, puis une augmentation rapide de 1,5 à 5 graines/jours dans la concentration en NaCl de 15g/l et 20g/l.

Par contre, pour les graines traitées, le temps moyen de germination augmente lentement dans les concentrations de 0g/l et 10g/l où les valeurs sont de 1,5 et 2,5 graines/jours suivie d'une augmentation rapide et brusque de 2,5 à 6,5 graines puis une petite diminution de 6,5 à 6 graines dans les concentration 15g/l à 20g/l.

On peut dire que le traitement par *Cupressus semperviens* a un effet négatif sur la vitesse de germination des graines d'orge, il réduit et diminue sa vitesse.

2.1.3.4. Pourcentage d'inhibition



D1=0g/L, D2=5g/L, D3=10g/L, D4=15g/L, D5=20g/L

C0=0, C1=100 microlitres

Figure 14 : pourcentage d'inhibition de la germination observé au niveau des différents lots témoins et traités par l'extrait foliaire hydro-alcoolique *Cupressus semperviens*

On remarque que le pourcentage d'inhibition s'augmente en fonction de NaCl ajouté pour les deux courbes.

On note que le pourcentage d'inhibition de la germination a enregistré une augmentation observable chez les graines traitées avec des concentrations croissantes de NaCl, 10, 15 et 20 g/l (15% à 15g/l), (35% à 6 g/l) et (70 % à 20 g/l). Par contre chez les graines traitées avec concentration de 100 microlitres d'extrait de *Cupressus sempervirens* L. nous avons enregistré de faibles valeurs, 30 % d'inhibition à 15 g/l 40% à 20g/l (**figure14**).

L'analyse de la variance nous permet de constater que l'amorçage des graines par l'extrait induit une différence significative ($p=0,000$) 20g/l. Nous pouvons dire que les traitements par l'extrait permettent d'améliorer significativement le pourcentage d'inhibition de la germination chez l'orge

2.1.4. Impact de l'amorçage des graines d'orge par les extraits hydroalcooliques sur l'activité des α -amylases

L'absence d'extrait de *Cupressus sempervirens* L, on observe une réduction progressive de l'activité de l' α -amylase avec l'augmentation de la concentration de NaCl. Les valeurs vont de 0,208U/ml (0 g/l de NaCl) à 0,195 U/ml (20 g/l de NaCl).

Cependant, en présence d'extrait, les résultats montrent une tendance différente. Les valeurs, augmentent progressivement avec l'augmentation de la concentration de NaCl. (Voir le **tableau 3**). On peut dire que le traitement par les extraits hydroalcoolique de *Cupressus sempervirens* a un effet positif significatif sur l'augmentation de l'activité des alpha amylase (0,797U/ml. On observe une augmentation de 80% par rapport au témoin chez les graines traitées avec 20% de NaCl en présence des extraits hydroalcoolique.

Tableau 03 : Activité de l'α-amylase des graines d'orge en présence de NaCL et d'extrait de *Cupressus sempervirens* L.

Na CL	A-amylase U /ml	Na CL + extrait	A-amylase U /ml
0 g /l	0.208	0 g /l	0.207
5 g /l	0.200	5 g /l	0.471
10 g/l	0.201	10 g /l	0.597
15 g/l	0.198	15 g /l	0.722
20g/l	0.195	20g/l	0.797

2.2. Discussion

L'extraction par solvants organiques consiste à épuiser la matière végétale en molécules extractibles par un solvant puis à éliminer ce dernier par évaporation. Pour choisir un solvant très efficace pour nos échantillons, nous avons fait une recherche bibliographique poussée qui indique quelle méthode d'extraction doit permettre l'extraction complète des composés d'intérêt et doit éviter leur modifications chimiques (Turkmen et al., 2007).

Nous avons choisi le solvant méthanol aqueux selon le résultat du screening phytochimique de *Cupressus arizonica* et *Cupressus sempervirens* établi par Degaïchia et al. (2021). L'auteur indique que l'extraction hydroalcoolique permet la mise en évidence des composés phénoliques et sont fortement présents dans les feuilles de

C. arizonica et de *C. sempervirens*, l'utilisation d'un solvant hydro-alcoolique permet une meilleure extraction des composés phénoliques (Degaïchia et al. 2021). Nos résultats de rendements d'extractions sont de 11,34%, ils concordent avec de Benhamadi 2021, Degaïchia 2022, qui ont travaillé sur les Cyprès de la région de Blida.

RAHMANI. Z., (2020) compare la teneur des composés phénoliques chez les fractions des organes différents de *Cupressus*, les résultats indiquent que la teneur en composés phénoliques et flavonoïdes augmente avec la polarité du solvant. En comparant la teneur des composés phénoliques chez les extraits bruts pour les deux organes (feuilles et cônes), l'auteur rapporte que les feuilles enregistrent la quantité la plus

élevée. De notre part, nous avons obtenu un rendement satisfaisant en polyphénols et flavonoïdes à partir des écailles de *Cupressus sempervirens*

Les travaux de **Gouizi et Shoutri (2020)** sur l'évaluation de l'activité antioxydante de *Cupressus sempervirens* L. indiquent la présence des composés phénoliques avec le solvant méthanol+eau, est de 8,3 mg Eq GA/g d'extrait pour les polyphénols. Ceci vient confirmer les résultats de **Bouzari et Belkram., (2019) et Yahiaoui,2019)** dans notre expérimentation les valeurs sont inférieures à ceux qui ont été obtenus par ces chercheurs. Ceci peut être dû au type d'extraction et aux solvants utilisés ainsi que l'origine de la plante.

Les résultats que nous avons obtenus indiquent que l'utilisation de l'extrait hydroalcoolique de cyprès vert riches en polyphénols en combinaison avec des concentrations élevées de NaCl produit des effets significatifs sur tous les paramètres physiologiques examinés, notamment le taux de germination final, la moyenne de germination journalière, et le pourcentage d'inhibition de la germination.

L'extrait hydro-alcoolique utilisé provient des feuilles, et divers essais ont été réalisés à une concentration de 100 microlitres. D'après les résultats des analyses, il a été observé en premier lieu que l'extrait hydro-alcoolique de *Cupressus sempervirens* à 100 microlitres présente un effet stimulant significatif sur la germination des graines d'orge soumises à des concentrations élevées de NaCl, 10 et 20g/L.

L'analyse de variance des résultats, notamment du pourcentage d'inhibition de la germination, du taux final de germination, de la moyenne de germination quotidienne et de la vitesse de germination, a révélé que la salinité a un impact défavorable sur ces paramètres de croissance chez l'orge où la germination est fortement réduite à la plus grande concentration de NaCl (20g/l).

Les extraits hydro-alcooliques, en présence de NaCl, favorisent la germination des graines par rapport aux graines non traitées. Ils démontrent leur effet positif sur le processus physiologique de la germination. De plus, ces résultats mettent en lumière l'effet biostimulant et bioprotectant des extraits de cette espèce.

Les stress abiotiques entre autre la salinité contribuent à la diminution des réserves protéiques et amylacées chez les espèces cultivées (**Bendkhi et al., 2010 ; Mihoub et al., 2005**). Dans la même optique, on note une diminution significative de la teneur en α -amylase au niveau des graines d'orge non amorcées et stressées. L'application du stress salin sur les plantes provoque une modification du potentiel du milieu affectant les co-facteurs indispensables au fonctionnement optimale d'une majorité d'enzymes. La fluctuation des concentrations en sel aura également un effet nuisible préjudiciable à la structure et fonctionnement de ces enzymes (**Hassani et al., 2002 ; Mihoub et al., 2005**). La présence d'extrait de cette espèce. Semble avoir un effet stabilisant sur l'activité de L' α -amylase par rapport aux concentrations croissantes de NaCl. Cela suggère que cet extrait pourrait avoir un impact positif sur la résistance de l'orge au stress salin.

La réduction progressive de l'activité de l' α -amylase en l'absence d'extrait de *Cupressus sempervirens* L. avec l'augmentation de la concentration de NaCl peut être due à une inhibition de l'enzyme par le sel ou à des dommages aux structures cellulaires des graines de luzerne. La dégradation de l'amidon servirait à un ajustement osmotique cellulaire assurant ainsi une absorption d'eau continue et par conséquent une imbibition optimale de la graine.

Conclusion :

Notre étude se concentre sur l'exploration et la compréhension du rôle des biostimulants d'origine organique dans les processus d'adaptation (tolérance ou résistance) de la germination de l'orge face à diverses concentrations de NaCl.

Les données expérimentales obtenues dans des conditions contrôlées révèlent des réactions distinctes entre les graines traitées avec l'extrait organique de cyprès vert et celles non traitées lorsqu'il s'agit de la germination des graines.

L'utilisation de l'extrait hydro-alcoolique (riche en polyphénols) de cyprès vert pour l'amorçage des graines d'orge conduit à une amélioration significative de certains aspects de la germination, tout en préservant l'activité physiologique et enzymatique. Ces observations suggèrent que ces extraits jouent un rôle essentiel dans ce processus.

Ces observations répondent aux attentes de l'hypothèse initiale, qui consistait à déterminer si cet extrait organique avait pour objectif de protéger et d'assister les graines d'orge face à des agressions extérieures, telles que les fortes concentrations de NaCl dans notre cas.

Les résultats obtenus démontrent que l'extrait hydro-alcoolique de cyprès vert contribue à l'amélioration et à la protection des graines d'orge face aux concentrations élevées de salinité, tout en favorisant la germination de cette espèce.

Il est donc pertinent de conclure que les extraits organiques détiennent des propriétés biostimulantes et bioprotectantes. Dans cette optique, il est possible d'affirmer que la compréhension approfondie de ce phénomène pourrait ouvrir des perspectives intéressantes pour la gestion et la préservation des espèces végétales.

Annexes

Analyses statistiques

ANNEXE 1

Analysis of Variance for TG - Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:NaCl	4,09E4	4	1,02E4	113,64	0,0000
B:Extrait	1,15E3	1	1,15E3	12,80	0,0009
INTERACTIONS					
AB	1,61E3	4	402,	4,47	0,0045
RESIDUAL	3,6E3	40	90,0		
TOTAL (CORRECTED)	4,73E4	49			

ANNEXE 2

Analysis of Variance for MDG - Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:NaCl	96,1	4	24,0	82,11	0,0000
B:Extrait	1,1	1	1,1	3,76	0,0597
INTERACTIONS					
AB	1,56	4	0,39	1,33	0,2747
RESIDUAL	11,7	40	0,293		
TOTAL (CORRECTED)	110,	49			

ANNEXE 3

Analysis of Variance for TMG - Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:NaCl	126,	4	31,6	52,46	0,0000
B:Extrait	15,8	1	15,8	26,19	0,0000
INTERACTIONS					
AB	27,7	4	6,93	11,52	0,0000
RESIDUAL	24,1	40	0,602		
TOTAL (CORRECTED)	194,	49			

ANNEXE 4

Analysis of Variance for Inhibition (%) - Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:NaCl	2,32E4	4	5,81E3	116,62	0,0000
B:Extrait	488,	1	488,	9,80	0,0033
INTERACTIONS					
AB	1,66E3	4	416,	8,35	0,0001
RESIDUAL	1,99E3	40	49,8		
TOTAL (CORRECTED)	2,74E4	49			

Références bibliographiques

Adam., Albalawi., Hassan et Abdulrhman, R., Mohammed, E., Samy, A., Selim., Sherif, M. 2014 - Chemical composition, antimicrobial and antibiofilm activity of the essential oil and methanol extract of the Mediterranean cypress (*Cupressus sempervirens* L.), *MC Complementary and Alternative Medicine*, 14:179

Aharoni, A., Galili, G., 2011. Terpenes and Their Role in Salt Stress Tolerance in Plants. 579-600.

Ahmad, N., Basra, S. M. A., Farooq, M., Hafeez, K., 2006. Priming of field-sown rice seed enhances germination, seedling establishment, allometry and yield. *Plant Growth Regulation*, 49(3), 285-294.

Ahmad, N., Basra, S. M. A., Farooq, M., Hafeez, K., 2006. Thermal Hardening: A New Seed Treatment to Improve the Drought Resistance of Wheat. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 192(2), 111-118.

Ahmed, A., Bouguerra, Marouani, M. S., Saaidi, M., 2018. Potential of barley crop as a feed source in Algeria. In *Proceedings of the 1st International Conference on Renewable Energies and Vehicular Technology* (pp. 343-347). IEEE.

Al-Whaibi, M. H., Siddiqui, M. H., 2014. Role of seed priming in improving salinity tolerance of plants. In *Salt Stress in Plants*. Springer. (pp. 247-270).

Ammari S. (2011). Contribution à l'étude de germination des graines des plantes sahariennes broutées par le dromadaire, 46p.

Anaya, F., El-Shaieny, S. I., Fghire, R., Loutfi, K., & Wahbi, S. 2015. Titre de l'article (le cas échéant).

Angioni, A., Caboni, P., Cabras, P., Coroneo, V., Dessi, S., Fattouch, S., Marzouki, N., Tuberoso, C.I., 2007. Antimicrobial activity of tunisian quince (*cydonia oblonga miller*) pulp and peel polyphenolic extracts. *J Arjic. Food Chem*, 55, 963-969.

Anzala FJ, 2006. Contrôle de la vitesse de germination chez le maïs (*Zeamays*) : étude de la voie de biosynthèse des acides aminés issus de l'aspartate et recherche de QTLs. These doctorat. Université d'Angers 148p.

Ashraf, M., Harris, P.J.C., 2006. Phenolic Compounds and Their Role in Salinity Tolerance of Plants. Volume 91. *Advances in Agronomy*. 141-191.

Bankova, V., Bogdanov, S., Butovska, D., Damyanova, B., Marcazzan, G.L., Nikolova-Sabatini, A.G., Petkov, V., Popova, M., 2004. Validated methods for the quantification of biologically active constituents of poplar-type propolis. *Phytochem. Anal.* 15 (4), 235-240.

Basra, S. M. A., Farooq, M., 2006. Improving the field performance of transplanted rice by seed priming. *Plant Growth Regulation*, 49(3), 285-294

Basra, S. M. A., Farooq, M., Rehman, H., & Wahid, A., 2009. Priming of field-sown rice seed enhances germination, seedling establishment, allometry and yield. *Plant Growth Regulation*. 58(1), 21-32.

Bassou, S., 2019. Effet du stress salin sur la germination de l'haricot (*Phaseolus vulgaris* L) :4.7P.

Bejiga, G., Cha, J., Jain, U. K., Minocha, S. C., 2020. Seed Priming: Methods, Molecular Aspects, and Future Challenges. In *Plant Metabolites and Regulation Under Environmental Stress*. Springer. 327-350.

Bélangier, G., Claessens, A., & Lemaire, G., 2021. Forage crops: Agronomic practices for sustainable production. Springer.

Belkram, R., Bouzari, R. 2019. Corrélation entre le contenu polyphénolique et l'activité antimicrobienne in vitro des feuilles de *Cupressus sempervirens* L. mémoire de master biotechnologie végétale, departemen de biotechnologie, Université de Blida 1, algerie.

Benhamadi, M., 2021. Effet des extraits phénoliques sur le développement de *pseudomonas aeruginosa*. Memoir de fin detude master : phytopharmacie et protection des vegeteaux, departemen de biotechnologie : Université de Blida 1, algerie p 39.

Benhamadi, M., Benrima, A., Degaïchia, H., Moualhi, N. 2022. Article (Phytochemical screening and antibacterial effect of phenolic extracts from two Mediterranean *Cupressus*).

Berrichi., Boukroute, A., Daroui, E., Kouddane, N., Osborne 1982 - Germination. In Croissance et développement. Physiologie Végétale II, P. Mazliak (ed.), Hermann, Paris, 129-225.

Bernousi, I., Dastmalchi, M., Majdi, M., 2018. Alkaloids as a Tool for Enhancing Salt Tolerance in Plants. 41-57.

Bewley, J. D., 1997. Seed germination and dormancy. The Plant Cell. 9(7), 1055-1066.

Bewley, J. D., Black, M., 2012. Seeds: Physiology of Development, Germination and Dormancy (3rd ed.). Springer Science & Business Media.

BINNET B., (1978). Caractéristique physiologiques liées à l'halophylie et à la résistance aux sels. Sco. botfranc. Franc. act. Bot, p.3-4, p.73-93.

Bonnaveau. P., 2016. Céréales : botanique, culture et utilisation. Quae. 31-34-36-56-58-66-68-70.

Bouksila, F., 2020. Soil salinity mapping of irrigated areas in arid regions using remote sensing and geostatistics: A case study in the Souss-Massa region, Morocco. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 19, 100346.

Bouzerzour, H., Boudjeniba, M., Zemali, I., 2021. Perspectives and challenges of barley cultivation for sustainable agriculture in Algeria. *International Journal of Agronomy*, 2021, 1-11.

Canellas, L. P., Facanha, A. R., Okorokova-Facanha, A. L., Olivares, F. L., Piccolo, A., 2015. Humic acids isolated from earthworm compost enhance root elongation, lateral root emergence, and plasma membrane H⁺-ATPase activity in maize roots. *Plant and Soil*. 395(1-2), 3-11.

Cantini, C., Cimato, A and Heimler, D., Pinelli, P., Romani, A., 2006. Characterization of Violetto di Toscana, a typical Italian variety of artichoke (*Cynara scolymus* L.). *J. Food Chem.* Vol. 95. pp.221-225.

Cattani, A. M., Jensen, E. S., Liu, F., 2019. Barley as a green manure: Nutrient cycling, soil structure and agronomic benefits. In *Advances in Barley Sciences*. Springer. (pp. 253-275).

Cecchi, L., Crisci, A., Domeneghetti, M. P., Morabito, M., Onorari, M., Orlandini, S., 2010. Long distance transport of ragweed pollen as a potential cause of allergy in central Italy. *Annals of Allergy, Asthma & Immunology*. 104(3), 215-220.

Colmer, T. D., Flowers, T. J., 2008. Salinity tolerance in halophytes. *New Phytologist*. 179(4), 945-963.

Côme D., 1970 - Les obstacles à la germination (monographie et physiologie végétale). Masson et Cie (Ed.) Paris, 162p.

COME D., (1970). Obstacles à la germination. Ed ; Masson et cie.Paris.pp1-pp20-26.

Cui, W. 2007. A new alkaloid from stem bark of *Cupressus gigantea*. Journal of Asian Natural Products Research, 9(8), 781-784.

Das, A. B., Parida, A. K., 2005. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. Ecotoxicology and Environmental Safety. 60(3), 324-349.

Davidse, G., Gillespie, L.J., Judziewicz, E. J., Peterson, P. M., Romschenko, K., Soreng, R. J., Zuloaga, F. O., 2017. A worldwide phylogenetic classification of the Poaceae (Gramineae). Journal of Systematics and Evolution. 55(4), 353-37.

Davy C.J., Figueroa M.E., Mateos-Naranjo E., Redondo-Gomez S., Wharmby C., 2007. Bracteoles affect germination and seedling establishment in Mediterranean population of *Atriplex portulacoides*. Aquatic Botany 86 : 93-96

Djennde et Attalaoui., 2019.Effets de la salinité sur la germination des graines de *Peganum harmala*. univ Msila. 60P.

ESNAULT R., HELLER R., LANCE C., (1995). Physiologie végétale II Développement. Ed. Masson, P. 243-251.

EVENARI M., (1957). Les problèmes physiologiques de la germination Bull.Soc Frnc.physiol-végé ,3(4), p.105-124.

FAO., 2008. Managing salt-affected soils for sustainable agriculture. Land and Plant Nutrition Management Service, FAO Soils. Bulletin 85.

FAO., 2020. Insight Report. Food Security and Nutrition. FAO.

Farjon, A., 2017. A Handbook of the World's Conifers. Volume 2. Leiden, Netherlands: Brill. 185-186.

Fattouch, S., Caboni, P., Coroneo, V., Tuberoso, C.I., Angioni, A., Dessi, S., Marzouki,

N., Cabras, P., 2007. Antimicrobial activity of Tunisian quince (*Cydonia oblonga* miller) pulp and peel polyphenolic extracts. *J. Agric. Food Chem*, 55, 963-969.

Gallardo, K., Job, C., 2020. Seed priming: New comprehensive approaches for an old agronomic tool. In *Seeds: Physiology, Production and Technology*. Springer. (pp. 295-318).

Gorai M., Maraghni M., Neffati M. 2010. Seed germination at different temperatures and water stress levels, and seedling emergence from different depths of *Ziziphus lotus*. *South African Journal of Botany* 76: 453–459.

Gouizi, R., Shoutri, E., 2020. Evaluation of the antioxidant activity of leaves extracts of green cypress (*Cupressus sempervirens* L). thesis of doctorate biotechnology and molecular pathology, department of biotechnologies, University of Blida 1, Algeria.

Guerin, H., Huguenin, J., Klein, H. D., Louppe, D., Rippstein, G., Toutain, B., 2014. *Agricultures tropicales en poche*. Quæ, CTA, Presses agronomiques de Gembloux. 20-39.

Hall, A., Harborne, J. B., Moss, G. P., Puri, B., 1998. 2^{ème} édition, CRC Press. Edité par : Herbert Baxter.

Hillel, D., 2000. Salinity management for sustainable irrigation: Integrating science, environment, and economics. *Soil Science Society of America Journal*, 64(2), 437-438.

Ilkay, E. O et Ibrahim, T. 2014- Potential of *Cupressus sempervirens* (Mediterranean Cypress) in Health. Published online 2014 Dec 12. doi: 10.10162FB978-0-12-407849-9.0005.

James, R. A., Läuchli, A., Munns, R., 2006. Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. *Journal of Experimental Botany*. 57(5), 1025-1043.

Jha, P., Jha, P. N., Singh, R. P., 2019. Plant-microbe interactions in agriculture and environment: Perspective and challenges. In *Plant, Soil and Microbes*. Springer. 1-29.

Johri, B. N., Kumar, A., Prakash, A., 2018. Bacillus as PGPR in crop ecosystem. In Plant Growth Promoting Rhizobacteria for Sustainable Stress Management. Springer. 97-126.

Kang, S.S., Lee, I.S., Lim, J.S., 2003. Monoamine oxidase inhibitory coumarins from the fruits of *Cnidium monnieri*. Archives of Pharmacal Research, 26(12), 1028-1032.

Khan, A., Mubin, M., Mumtaz, S., Naeem, M., Siddique, M. R., 2019. Seed Priming : A Potential Technique to Improve Germination, Plant Growth, and Productivity. In Advances in Seed Priming. Springer. 1-22.

Khan, A. A. ,Ungar, I. A., 2001. Priming of Seeds : A Tool for Improving Germination Characteristics of Horticultural Species. HortScience. 36(5), 872-875.

Khan, M. A., Showalter, A. M., Ungar, I. A., 2000. Effects of Salinity on the Germination of *Kochia scoparia*. Weed Science. 48(6), 675-680.

Khan, N., 2021. Priming with *Cupressus sempervirens* extract enhances salt tolerance in *Brassica napus* by improving antioxidant defense system and osmolyte accumulation. Journal of Plant Interactions, 16(1), 267-277.

Khannam, K. S., Kumar, S., Panjjar, N., Saxena, A. K., Suman, A., Verma, P., Yadav, A. N., 2019. Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): Emergence in agriculture. World Journal of Microbiology and Biotechnology, 35(11), 1-16.

Kumar, A.,Singh, P.,Singh, V., 2020. Biopesticides: An eco-friendly approach for pest control. In Plant, Soil and Microbes. Springer. 289-306.

Lakehal., 2017. *Bradyrhizobium* sp (lotus) et son effet sur l'activité amylolytique et la mobilisation des réserves des graines de l'orge (*hordeum vulgare*.L var. Jadida) sous contraintes thermiques. Mémoire de master académique biotechnologie végétale. Université de Blida, Algérie. P 96.

LEOPOL D A.C., (1983). temperature effects on soybean inhibition and leakage. *plant physiol*, 65, p.1096-1098.

Letreuch-Belarouci N. 1991 - Les reboisements en Algérie et leur perspective d'avenir. Vol. I. Alger, Office des Publications Universitaires (O.P.U.), 294 p

Linnaeus, C., 1753. *Species Plantarum. Editio Secunda.* Edité par: Laurentius Salvius.

Marzouk, M.M., Mohamed, M.A. Moharram, F.A., 2007. Cytotoxic and antimicrobial activity of phenolics of pyrethrum flowers. *Zeitschrift für Naturforschung C*, 62(7-8), 526-532.

MAZILIAK P., (1982). *Croissance et développement.* Éd. Herma. Collection méthodes.

Mazoyer, M., Roudart. L., 2002. *Céréales : origine, culture, alimentation.* Quae. 114-117. 46-48-95-97.

McDonald, M. B., 1999. *Seed Priming.* In *Seed Development and Germination.* Springer Science & Business Media. 287-325.

McDonald, M. B., Nelson, C. J. 2003. *Water relations and seed quality.* In *Handbook of Seed Physiology.* Food Products Press. (pp. 491-519)

Munns, R., Tester, M., 2008. *Mechanisms of salinity tolerance.* *Annual Review of Plant Biology.* 59, 651-681.

Nichane N. 2015 - *Contribution à l'étude du dépérissement du Cyprès vert (Cupressus sempervirens L.) dans les monts des Traras Occidentaux (Wilaya de Tlemcen).* Département d'Ecologie et Environnement. Université Tlemcan. Algerie. Pp :22-26

Oliver, G., 2011. *The Oxford Companion to Beer.* Oxford University Press. 55-56.

Özcan, M.M., Ünver, A. 2011. The antimicrobial activities of essential oil and extracts of *Achillea biebersteinii* Afan. (Asteraceae) from Turkey. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(8), 1497-1503.

Polat, G., Sari, F., Turkmen, N., Velioglu, Y, S. 2007. Article (Effect of extraction conditions on measured total polyphenol contents and antioxidant and antibacterial activities of black tea).

Popova, M., Bankova, V., Butovska, D., Petkov, V., Nikolova-Damyanova, B., Sabatini, A.G., Marcazzan, G.L., Bogdanov, S., 2004. Validated methods for the quantification of biologically active constituents of poplar-type propolis. *Phytochem. Anal.* 15 (4), 235-240.

Rahmani, Z., 2020. Contribution à l'étude phytochimique, électrochimique et biologique des extraits de *Cupressus sempervirens* L. thèse de doctorat analyses physico-chimiques et réactives des espèces moléculaires. Département de chimie. Université Kasdi merbah ouargla, algerie p 91.

Raynaud J., 2006. Prescription et conseil en aromathérapie. Edition TEC et DOC, Lavoisier.

Slavicek, G., 1991. Arbres et arbustes. Gründ, Paris.

Shewry, P. R., Ullrich. S. E., 2002, Barley: Chemistry and Technology. American Association of Cereal Chemists. 3-5.

Singhal, V., Singh, B., Usha, K., 2015. Seed priming mediated germination improvement and tolerance enhancement of cereal crops under stress conditions. In *Biotechnological Approaches for Sustainable Development*. Springer. 197-220.

Soltner D., 2005. Les grandes productions végétales. 20^{ème} Édition. Collection sciences et techniques agricoles, 472p.

Storms, R., Tsang, A., Xiao, ZZ., 2005. Carboxyméth sur microplaquedel-cellu-perdre le test pour l'endoglucaneactivité ase, anal. Biographiechimie. 342.

VERTUCCI C.W., (1989). The kinitie of seeds inhibition controlling factors and relevance to seedlings vigor. Seed moisture CSSA special publication. N°14. P.93-115.

Wang, J.,Wu, Y., 2017. Salinity measurement techniques : A review. Sensors. 17(10), 2175.

Yahiaoui, H, A., 2019. Corrélation entre le contenu polyphénolique et l'activité antimicrobienne in vivo des feuilles de *Cupressus sempervirens* L. mémoire de fin d'étude master : phytopharmacie et protection des végétaux. Département des biotechnologies: université de Blida 1, Algérie.p.65.

Zahi et Lamara.,2019. Effet de la salinité sur la germination et la croissance d'Atriplex halimus cas de Mostaganem et Oran. 12.19P.

