

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET
POPULAIRE MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE SAAD DAHLEB DE BLIDA



FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DÉPARTEMENT DE BIOTECHNOLOGIE ET AGRO-ÉCOLOGIE

Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention de Diplôme de Master Académique

Spécialité : Phytopharmacie et Protection des Végétaux

THEME :

**Etude de l'Effet des extraits hydro-alcooliques de deux espèces de cyprès
Cupressus arizonica et *Cupressus sempervirens* sur la protection de
quelques espèces fourragères cultivées sous contrainte saline.**

Présenté par :

M^{lle} LALALI OUAFAA

M^{lle} MELZI AHLEM

Devant le Jury :

Mme KHEDDAR R.	M.C.B	USDB	Présidente
Mme BOUCHENAK F.	M.C.A	USDB	Promotrice
Mr CHADI A.	Doctorant	USDB	Co-promoteur
Mme DJEMAI I.	M.C.A	USDB	Examinatrice

Année universitaire 2021/2022

Remerciements

Nous souhaitons remercier toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à la mise en place et la réalisation de ces travaux de mémoire.

La réussite d'un mémoire dépend fortement de son encadrement. A ce titre, nous remercions chaleureusement **Mme Bouchenak F** et **Mr Chadi A**, pour toute l'aide qu'ils nous ont apportée. Ils se sont toujours montrés disponibles lorsque nous en avons besoin et nous ont témoigné leur soutien sans faille à de multiples reprises, tout en maintenant un climat de confiance et de bonne humeur.

Nous remercions l'ensemble des membres du jury, **Mme Kheddar R** pour avoir accepté de présider notre jury, ainsi que **Dr Djemai I** d'avoir accepté d'examiner notre travail.

La bonne humeur et le bien-être au travail sont des caractéristiques marquantes du laboratoire de recherche de l'université de Blida 1. Je souhaiterais à présent dire merci à toutes les personnes qui contribuent à cette ambiance de travail hors norme.

Nous exprimons également notre reconnaissance à tous nos enseignants, particulièrement nos professeurs de la spécialité PPV qui nous ont donné le meilleur dans notre carrière universitaire.

Nous remercions profondément nos familles, nos parents, grands-parents, nos frères pour leur soutien, leurs encouragements, et leur amour durant ces années d'études.

OUAFAA & AHLEM

Résumé

Etude de l'Effet des extraits hydro-alcooliques de deux espèces de cyprès *Cupressus arizonica* et *Cupressus sempervirens* sur la protection de quelques espèces fourragères cultivées sous contrainte saline.

Le présent travail porte sur la recherche de l'effet biostimulants et bioprotectants d'extraits hydro-alcooliques de deux espèces de cyprès sur la germination des graines d'orge (*Hordeum vulgare. L*), et du trèfle (*Trifolium sp*) cultivées en conditions saline. Pour cela, différentes concentrations des extraits ont été utilisées (100micromoles, 200micromoles, 300micromoles).

Les résultats de cette expérience ont montré que les extraits hydro-alcooliques ont d'effet significatif stimulateur sur la germination des graines des deux espèces fourragères.

Ils montrent leur effets positif sur le processus physiologiques de germination (taux final de germination, moyenne journalière de germination, pourcentage d'inhibition de la germination. Les traitements par les extraits hydro-alcoolique de *Cupressus arizonica* et *sempervirens* à 100micromoles en présence de NaCl 20g/l a permis d'augmenter le taux de germination des graines d'orge, la moyenne de germination journalière (cinétique de germination, et le pourcentage d'inhibition de la germination.

Chez le trèfle les traitements par les extraits hydro-alcoolique de *Cupressus arizonica* et *sempervirens* à 100micromoles en présence de NaCl à 10g/l, il y a eu une augmentation des même paramètres.

Les extraits n'ont pas d'effet positif sur le temps moyen de germination (vitesse de germination) chez les 2espèces fourragères traitées respectivement avec 100microlitres d'extraits des 2espèces de cyprès combiné avec 20g/l de NaCl chez l'orge et 10g/l de NaCl chez le trèfle.

Aussi, ces résultats mettent en évidence l'effet biostimulant, bioprotectants des extraits hydro-alcooliques des 2espèces de cyprès riches en métabolites secondaires.

Mots clés : Extrait hydro-alcooliques, *Cupressus arizonica*, *Cupressus sempervirens*, orge, trèfle, salinité, germination.

Abstract

Study of the Effect of extracts of two cypress species *Cupressus arizonica* and *Cupressus sempervirens* on the protection of some forage species grown under saline stress.

The present work deals with the research of the biostimulant and bioprotective effect of hydroalcoholic extracts of two cypress species on the germination of barley (*Hordeum vulgare. L*), and clover (*Trifolium sp*) seeds grown under saline conditions. For this purpose, different concentrations of the extracts were used (100micromoles, 200micromoles, 300micromoles).

The results of this experiment showed that the hydroalcoholic extracts have a significant stimulating effect on the germination of seeds of both forage species.

They show their positive effects on the physiological process of germination (final germination rate, daily average of germination, percentage of germination inhibition. Treatments with hydroalcoholic extracts of *Cupressus arizonica* and *sempervirens* at 100micromoles in the presence of NaCl 20g/l increased the germination rate of barley seeds, the average daily germination (germination kinetics) and the percentage of germination inhibition.

In clover the treatments with hydroalcoholic extracts of *Cupressus arizonica* and *sempervirens* at 100micromoles in the presence of NaCl at 10g/l, there was an increase of the same parameters.

The extracts have no positive effect on the average germination time (germination speed in the two forage species treated respectively with 100microliters of extracts of the two cypress species combined with 20g/l NaCl in barley and 10g/l NaCl in clover.

Also, these results highlight the biostimulant and bioprotective effect of hydroalcoholic extracts of cypress species rich in secondary metabolites.

Keywords: Hydroalcoholic extract, *Cupressus arizonica*, *Cupressus sempervirens*, barley, clover, salinity, germination.

دراسة تأثير مستخلصات نوعين من السرو *Cupressus sempervirens* و *Cupressus arizonica* على حماية بعض أنواع العلف المزروعة تحت ضغط الملح.

يركز هذا العمل على البحث في تأثير المحفزات الحيوية والحيوية للمستخلصات الكحولية المائية لنوعين من السرو على انبات بذور الشعير (*Hordeum vulgare*) و البرسيم (*Trifolium sp*) المزروع في ظروف ملحية. لهذا، تم استخدام تركيزات مختلفة من المستخلصات (100 ميكرومول، 200 ميكرومول، 300 ميكرومول).

أظهرت نتائج هذه التجربة أن المستخلصات الكحولية المائية لها تأثير محفز كبير على انبات بذور كلا النوعين من الأعلاف.

تظهر تأثيرها الإيجابي على العملية الفيزيولوجية للانبات (المعدل النهائي للانبات، متوسط الانبات اليومي، النسبة المئوية لتنشيط الانبات).

أدت المعالجات باستخدام المستخلصات الهيدروالكولية من *Cupressus arizonica* و *sempervirens* عند 100 ميكرومول في وجود 20 غرام/لتر NaCl إلى زيادة معدل انبات بذور الشعير، ومتوسط الانبات اليومي (حركات الانبات، ونسبة تنشيط).

في علاجات البرسيم باستخدام مستخلصات الكحول المائي من *Cupressus arizonica* و *sempervirens* عند 100 ميكرومول في وجود 10 غرام/لتر NaCl ، كانت هناك زيادة في نفس المعايير.

المستخلصات ليس لها تأثير إيجابي على متوسط وقت الانبات (معدل الانبات) في نوعي العلف المعالجين بـ 100 ميكرومول من مستخلصات نوعي السرو على التوالي جنباً إلى جنب مع 20 جرام/لتر NaCl في الشعير و 10 جرام/لتر NaCl في البرسيم.

أيضاً، تسلط هذه النتائج الضوء على تأثير المحفز الحيوي والحركي للمستخلصات الكحولية المائية لنوعي السرو الغنيين بالمستقلبات الثانوية.

الكلمات الرئيسية : مستخلص كحولي مائي, *Cupressus arizonica*, *Cupressus sempervirens*, شعير, برسيم, ملوحة, انبات.

Table des Matières

Remerciement

Résumé

Abstract

Première partie : Revue bibliographique.....	3
Chapitre I : plantes médicinales	3
I.1. Généralités.....	3
I.2. Définition	3
I.3. La famille des Cupressacées	3
I.3.1. Classification systématique des cupressacées	4
I.3.2. Description botanique des Cupressacées	4
I.3.3. Propriétés chimiques.....	4
I.3.4. Propriétés thérapeutiques	4
I.4. Les métabolites secondaires	5
I.4.1. Les composés phénoliques	5
I.4.2. Les terpènes	5
I.4.3. Les alcaloïdes	6
I.5. <i>Cupressus sempervirens</i>	6
I.5.1. Classification systématique	6
I.5.2. Description botanique	7
I.5.3. Répartition géographique.....	8
I.5.3.1. Dans le monde	8
I.5.3.2. En Algérie.....	9
I.5.4. Écologie	9
I.5.5. Utilisation.....	10
I.5.6. Toxicité.....	11
I.6. <i>Cupressus arizonica</i>	11
I.6.1. Classification systématique	11
I.6.2. Description botanique	12
I.6.3. Répartition géographique.....	13
I.6.4. Écologie	13

I.6.5. Utilisation.....	14
I.6.6. Toxicité.....	14
Chapitre II : Les espèces fourragères à intérêt agronomiques	15
Définition.....	15
II.1. Les graminées (ou Poaceae).....	15
II.1.1. L'orge	15
II.1.1.1. Généralités.....	15
II.1.1.2. Origine et répartition géographique	16
II.1.1.3. Culture de l'orge en Algérie	16
II.1.1.4. Classification systématique	17
II.1.1.5. Description botanique	18
II.1.1.6. Exigence pédoclimatique.....	19
II.1.1.7. Importance et Utilisation	19
II.2. Les légumineuses (Fabacées)	19
II.2.1. Le trèfle	20
II.2.1.1. Généralités.....	20
II.2.1.2. Répartition géographique	20
II.2.1.3. Classification botanique	21
II.2.1.4. Description morphologique	21
II.2.1.5. Exigence pédoclimatique.....	23
II.2.1.6. Importance et utilisation.....	23
Chapitre III : La Germination des graines	25
III.1. Définition	25
III.2. Les types de germination	25
III.3. Condition de germination	26
III.3.1. Conditions externes de la germination.....	26
III.3.2. Conditions internes de la germination	26
III.4. Physiologie de la germination.....	26
III.4.1. La Phase d'imbibition.....	26
III.4.2. La phase de germination	27
III.4.3. La phase III	27
III.5. Les paramètres de germination.....	27
III.5.1. Le pouvoir de germination	27

III.5.2. La capacité de germination	28
III.5.3. La vitesse de germination	28
III.6. Nature biochimique des réserves.....	28
III.7. Activité enzymatique au cours de la germination.....	29
III.8. Enzymes d'hydrolyse des réserves	29
Chapitre IV : Le stress chez les plantes.....	31
IV.1. Définitions du stress	31
IV.2. Les différents types de stress	31
IV.2.1. Le stress biotique.....	31
IV.2.2. Le stress abiotique.....	31
IV.3. Stress salin	31
IV.4. Salinité et stress salin	31
IV.5. Types de salinité	32
IV.5.1. Salinisation primaire.....	32
IV.5.2. Salinisation secondaire.....	32
IV.6. Effet de salinités sur la germination.....	32
IV.7. Impact de la salinité sur l'agriculture	33
IV.8. Mécanisme des réponses au stress	33
IV.8.1. Tolérance des plantes au stress salin	33
IV.8.2. Adaptation à la salinité	34
Chapitre V : Le priming	35
V.1. Définition.....	35
V.2. Types de priming	36
V.2.1. Hydropriming ou redéshydratation.....	36
V.2.2. Osmopriming.....	36
V.2.3. Hormopriming	36
V.2.4. Biopriming.....	37
V.3. Mécanismes physiologiques et biochimiques du priming	37
V.3.1. Priming et mobilisation des réserves.....	38
V.3.2. Priming et systèmes antioxydants	38
V.3.3. Priming et accumulation des osmolytes.....	38
V.4. Effet Biostimulants des extraits des végétaux en présence du stress abiotique	38
Deuxième partie : Etude expérimentale	40

Chapitre I : Matériel et méthodes	40
I. Matériel et méthodes	40
I.1. Objectif	40
I.2. Matériel	40
I.2.1. Matériel végétal	40
I.3. Méthodes	40
I.3.1. Application des extraits hydro-alcooliques sur les paramètres de germination des 2 espèces fourragères sous stress salin	40
I.3.1.1. Préparation de l'extrait végétal : (Romani et al., 2006)	41
I.3.1.2. Protocole expérimentale de germination	41
I.3.2. Paramètres mesurés	44
I.3.2.1. Cinétique de germination.	44
I.3.2.2. Taux de germination final	44
I.3.2.3. Moyenne de germination journalière	44
I.3.2.4. Taux cumulé de germination	44
I.3.2.5. Vitesse de germination	45
I.4. Analyses statistiques	45
II. Résultats et Discussion	46
II.1. Résultats	46
II.1.1. Influence des différentes concentrations en NaCl en présence des extraits des 2 espèces de cyprès sur la germination des graines d'orge (<i>Hordeum vulgare</i>.L.)	46
II.1.1.1. Influence des différentes concentrations en NaCl en présence des extraits de <i>Cupressus arizonica</i> sur la germination des graines d'orge .. Erreur ! Signet non défini.	
II.1.1.1.1. Taux de germination final Erreur ! Signet non défini.	
II.1.1.1.2. VITESSE DE GERMINATION (TMG) Erreur ! Signet non défini.	
II.1.1.1.3. MOYENNE DE GERMINATION JOURNALIERE (cinétique de germination)	Erreur ! Signet non défini.
II.1.1.1.4. POURCENTAGE D'INHIBITION Erreur ! Signet non défini.	
II.1.1.2. Influence des différentes concentrations en NaCl en présence des extraits de <i>Cupressus sempervirens</i> sur la germination des graines d'orge Erreur ! Signet non défini.	
II.1.1.2.1. TAUX FINAL DE GERMINATION	Erreur ! Signet non défini.
II.1.1.2.2. VITESSE DE GERMINATION (TMG) Erreur ! Signet non défini.	
II.1.1.2.3. MOYENNE DE GERMINATION JOURNALIERE	Erreur ! Signet non défini.

II.1.2. Influence des différentes concentrations en NaCl en présence des extraits des 2 espèces de cyprès sur la germination des graines de Trèfle Erreur ! Signet non défini.

II.1.2.1 Influence des différentes concentrations en NaCl en présence des extraits de *Cupressus arizonica* sur la germination des graines de trèfle ... Erreur ! Signet non défini.

II.1.2.1. TAUX DE GERMINATION FINAL Erreur ! Signet non défini.

II.1.2.2. MOYENNE DE GERMINATION JOURNALIERE Erreur ! Signet non défini.

II.1.2.3. POURCENTAGE D'INHIBITION (ARIZONICA) Erreur ! Signet non défini.

II.1.2.2. Influence des différentes concentrations en NaCl en présence des extraits de *Cupressus sempervirens* sur la germination des graines de trèfle..... Erreur ! Signet non défini.

II.1.2.2.1. TAUX DE GERMINATION FINAL Erreur ! Signet non défini.

II.1.2.2.2. MOYENNE DE GERMINATION JOURNALIERE (trèfle sempervirens) Erreur ! Signet non défini.

II.1.2.2.3. POURCENTAGE D'INHIBITION (SEMPERVIRENS) Erreur ! Signet non défini.

II.2. Discussion..... 61

Conclusion..... 62

Annexes

Références bibliographiques

Liste des abréviations

% : Pourcentage.

cm : centimètre.

m : mètre.

°C : degré Celsius.

q : quintal.

ha : hectare.

mm : millimètre.

pH : potentiel Hydrogène.

kg : kilogramme.

h : heure.

μ: micron.

Ca : Calcium.

Zn : Zinc.

Fe : Fer.

FAO : Food and Agriculture organization.

KNO₃ : Nitrate de Potassium.

KCl : Chlorure de Potassium.

NaCl : Chlorure de Sodium.

ADN : Acide désoxyribonucléique.

ATP : Adénosine triphosphate.

ADP : Adénosine diphosphate.

ARNm : Acide ribonucléique messenger.

g : gramme.

ml : millilitre.

min : minute.

sp : espèce.

D1 : Dose 1.

D2 : Dose 2.

D3 : Dose 3.

D4 : Dose 4.

D5 : Dose 5.

C0 : Concentration 0.

C1 : Concentration 1.

C2 : Concentration 2.

C3 : Concentration 3.

Liste des figures

- FIGURE 1 : ESPECE *CUPRESSUS SEMPERVIRENS*ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
- FIGURE 2 : ESPECE *CUPRESSUS ARIZONICA*ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
- FIGURE 3 : CLASSES D'ORGE SELON LE DEGRE DE FERTILITE DES EPILLETES ET LA
COMPACTITE DE L'EPI.ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
- FIGURE 4 : ESPECE *TRIFOLIUM REPENS*ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
- FIGURE 5 : LA DIFFERENCE ENTRE LA GERMINATION EPIGEE ET HYPOGEE . ERREUR ! SIGNET
NON DEFINI.**
- FIGURE 6 : COURBE THEORIQUE D'IMBIBITION D'UNE SEMENCEERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
- FIGURE 7 : COURBE D'HYDRATATION DES SEMENCES ET PHASES DE GERMINATION DES
SEMENCES TRAITEES ET NON TRAITEES.....ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
- FIGURE 8 : AGITATION MECANIQUE A TEMPERATURE AMBIANTE ET A L'ABRI DE LA
LUMIEREERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
- FIGURE 9 : GERMINATION DES GRAINES DE L'ORGE APRES L'IMBIBITION ERREUR ! SIGNET
NON DEFINI.**
- FIGURE 10 : GERMINATION DES GRAINES DE TREFLE APRES L'IMBIBITION .. ERREUR ! SIGNET
NON DEFINI.**
- FIGURE 11 : AMORÇAGE DES GRAINES PAR LES DEUX EXTRAITSERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
- FIGURE 12 : INCUBATION DES GRAINES E L'ETUVE 25°CERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
- FIGURE 13 : EFFET DE DIVERS CONCENTRATIONS SALINES (EN G/L DE NaCl) SUR LE TAUX
DE GERMINATION FINAL DES PLANTES TRAITEES PAR LES EXTRAITS DE *CUPRESSUS
ARIZONICA* A DIFFERENTES CONCENTRATIONSERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
- FIGURE 14 : EFFET DE DIVERSES CONCENTRATIONS SALINES (EN G/L DE NaCl) SUR LE
TEMPS MOYEN DE GERMINATION DES PLANTES TRAITEES PAR LES EXTRAITS DE
CUPRESSUS ARIZONICA A DIFFERENTES CONCENTRATIONS..ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
- FIGURE 15 : L'EFFET DES DIFFERENTES CONCENTRATIONS EN NaCl SUR LA MOYENNE DE
GERMINATION JOURNALIERE DE L'ORGE EN PRESENCE ET EN ABSENCE DES EXTRAITS
DE *CUPRESSUS ARIZONICA*.....ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
- FIGURE 16 : L'EFFET DES DIFFERENTES CONCENTRATIONS EN NaCl SUR L'INHIBITION DE
LA GERMINATION DES GRAINES D'ORGE EN ABSENCE ET EN PRESENCE DES EXTRAITS DE
CUPRESSUS ARIZONICAERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**

FIGURE 17 : EFFET DE DIVERSES CONCENTRATIONS SALINES (EN G/L DE NaCl) SUR LE TAUX DE GERMINATION FINAL DES PLANTES TRAITEES PAR LES EXTRAITS DE *CUPRESSUS SEMPERVIRENS* A DIFFERENTES CONCENTRATIONS.....ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

FIGURE 18 : EFFET DE DIVERSES CONCENTRATIONS SALINES (EN G/L DE NaCl) SUR LE TEMPS MOYEN DE GERMINATION DES PLANTES TRAITEES PAR LES EXTRAITS DE *CUPRESSUS SEMPERVIRENS* A DIFFERENTES CONCENTRATIONS.....ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

FIGURE 19 : L'EFFET DES DIFFERENTES CONCENTRATIONS EN NaCl SUR LA MOYENNE DE GERMINATION JOURNALIERE DE L'ORGE EN PRESENCE ET EN ABSENCE DES EXTRAITS DE *CUPRESSUS SEMPERVIRENS*ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

FIGURE 20 : EFFET DE DIVERSES CONCENTRATIONS SALINES (EN G/L DE NaCl) SUR LE TAUX DE GERMINATION FINAL DES PLANTES DE TREFLE TRAITEES PAR LES EXTRAITS DE *CUPRESSUS ARIZONICA* A DIFFERENTE CONCENTRATIONS ...ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

FIGURE 21 : L'EFFET DES DIFFERENTES CONCENTRATIONS EN NaCl SUR LA MOYENNE DE GERMINATION JOURNALIERE DU TREFLE EN PRESENCE ET EN ABSENCE DES EXTRAITS DE *CUPRESSUS ARIZONICA*.....ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

FIGURE 22 : L'EFFET DES DIFFERENTES CONCENTRATIONS EN NaCl SUR L'INHIBITION DE LA GERMINATION DES GRAINES DE TREFLE EN ABSENCE ET EN PRESENCE DES EXTRAITS DE *CUPRESSUS ARIZONICA*.....ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

FIGURE 23 : EFFET DE DIVERS CONCENTRATIONS SALINES (EN G/L DE NaCl) SUR LE TAUX DE GERMINATION FINAL DES PLANTES DE TREFLE TRAITEES PAR LES EXTRAITS DE *CUPRESSUS SEMPERVIRENS* A DIFFERENTES CONCENTRATIONS.....ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

FIGURE 24 : L'EFFET DES DIFFERENTES CONCENTRATIONS EN NaCl SUR LA MOYENNE DE GERMINATION JOURNALIERE DU TREFLE EN PRESENCE ET EN ABSENCE DES EXTRAITS DE *CUPRESSUS SEMPERVIRENS*ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

FIGURE 25 : L'EFFET DES DIFFERENTES CONCENTRATIONS EN NaCl SUR L'INHIBITION DE LA GERMINATION DES GRAINES DE TREFLE EN ABSENCE ET EN PRESENCE DES EXTRAITS DE *CUPRESSUS SEMPERVIRENS*ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

INTRODUCTION

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

La salinisation constitue une grave menace, en particulier pour les pays à climats arides et semis arides, plus de 1,5 millions d'hectares de terres agricoles sont perdus chaque année en raison de la salinité et on estime que jusqu'à 20% des terres arables de la planète sont affectées par la salinité (**Masmoudi, 2015**), en Algérie 2,3 millions d'hectares de terres agricoles sont menacés par la salinité (**Djerah et Oudjehih, 2015**).

Les stress abiotiques tels que la sécheresse, la salinité, les températures extrêmes, la toxicité chimique et le stress oxydatif sont de graves menaces pour l'agriculture et entraînent une détérioration de l'environnement (**Kusvuran et al., 2016; Yadav et al., 2020; Basu et Kumar, 2020**). Le stress abiotique est la principale cause de pertes de récoltes dans le monde, réduisant les rendements moyens de la plupart des grandes cultures (**Lobell, 2014; Wien, 2020**). Munns (2005) a estimé plus de 800 millions d'hectares de terres sont affectés par la salinité au niveau mondial. Le stress abiotique peut entraîner à son tour une série de changements morphologiques, physiologiques, biochimiques et moléculaires qui affectent la croissance et la productivité des plantes (**Zandalinas et al., 2018; Boscaiu et Fita, 2020**). Le stress salin perturbe également les systèmes enzymatiques impliqués dans différentes fonctions physiologiques de la graine en germination, tel que la diminution de l'activité de polyphénol oxydase, amylase et peroxydase (**Khemiri et al., 2004**).

Pour augmenter la productivité agricole, ces dernières années, plusieurs intrants biologiques et molécules organiques ont été développés et commercialisés afin d'atténuer les effets drastiques des stress biotiques et abiotiques et d'améliorer la croissance et la santé des plantes.

De même, ces produits améliorent la structure et la qualité du sol, ils sont appelés produits stimulants ou bio-stimulants et fournissent habituellement des solutions innovantes pour la fertilisation du sol et la protection des cultures (**Faessel et al., 2014**).

Les activités biologiques et anti-oxydantes des extraits des plantes sont connues depuis l'antiquité. Ces propriétés sont dues essentiellement à la production d'huile essentielle et aux composés phénoliques des plantes. Pour ces raisons, ces études sont très intéressantes, en vue de leurs applications dans le domaine de la protection des plantes contre les effets néfastes de l'environnement (**Motseoa Lephatsi1 et al., 2022**).

Le priming des graines par des molécules organiques extraites des végétaux permet d'augmenter la tolérance des plantes aux stress abiotiques (**Andreas Savvides et al., 2015**).

L'objectif de ce travail consiste à mettre en évidence l'effet biostimulant de deux extraits de *cupressus arizonica* et *cupressus semperverens*, en réalisant des essais de promotion de germination de deux espèces fourragères d'*Hordeum vulgare* et *Trifolium repens* cultivées sous contrainte saline.

Ce travail s'articule autour de deux principales parties, à savoir :

- ✓ La première partie, est une synthèse bibliographique présentée en cinq chapitres :
- ✓ La deuxième partie, nous proposons une étude de l'effet des extraits de deux espèces de cyprès sur les paramètres de germination de 2 espèces fourragères et évaluer leur efficacité dans la protection de ces espèces contre les effets délétères de la salinité.

Première partie : Revue bibliographique

Chapitre I : plantes médicinales

I.1. Généralités

Les plantes ont été utilisées par l'homme, depuis la période préhistorique, comme une source principale de nourriture. Ensuite, leur intérêt s'est développé pour être employées comme médicaments et remèdes afin de soigner les différentes maladies.

Dans le code de la santé publique, il n'existe pas de définition légale d'une plante médicinale au sens juridique, mais en France « une plante » est dite médicinale lorsqu'elle est inscrite à la pharmacopée et que son usage est exclusivement médical. C'est-à-dire qu'elles sont présentées pour leurs propriétés préventives ou curatives à l'égard des maladies humaines ou animales (**Bouhamed et Zidane, 2019**).

I.2. Définition

Se sont toutes les plantes qui contiennent une ou des substances pouvant être utilisées à des fins thérapeutiques ou qui sont des précurseurs dans la synthèse de médicaments utiles. Constituent une grande partie de la flore naturelle et sont considérées comme une ressource importante dans divers domaines (**Sofowora, 2010**). Les plantes médicinales sont très importantes comme plantes économiques, elles contiennent des principes actifs utilisés dans le traitement de diverses maladies (**Frantisek, 1992**).

I.3. La famille des Cupressacées

Les plantes de cette famille possèdent les feuilles opposées, verticillées et étroitement imbriquées, aciculaires ou squamiformes, et a appareil reproducteur mâle en forme de petit cône et appareil reproducteur femelle de plusieurs types, bractées et écailles totalement ou presque concrescentes en une pièce unique de 1-20 ovules, cône mûr ligneux, à écailles anguleuses formant écusson à l'extérieur, contiguës par leur marge. Elles contiennent des matières résineuses, et un principe amer, et fournissent des extraits employés en médecine. Leur bois est souvent utilisé dans l'industrie (**Sebbane et Khaldi, 2019**).

Les Cupressacées remplissent plusieurs rôles dans la nature, entre autres : écologiques (essence de protection et ornementale), économiques (production de bois, résines et huiles essentielles) (**Bouyahyaoui, 2016**).

I.3.1. Classification systématique des cupressacées

- Règne : Plantae.
- Embranchement : Gymnosperme.
- Classe : Conféropsidinées.
- Ordre : Cupressales.
- Famille : Cupressacées (**Haluk et al., 2000**).

I.3.2. Description botanique des Cupressacées

C'est une famille très ancienne, arbre ou arbuste, Elle se caractérise par des rameaux longs et courts peu distincts et des feuilles en écusson ou aiguille, décussées ou verticillées, persistantes formant des surfaces écailleuses sur les rameaux, semblables à des tuiles imbriquées et produisant des petits cônes ligneux (2,5 à 4cm de diamètre), globuleux ressemblant à une tête de clou (à tête ronde). Les appareils reproducteurs de cupressacées sont monoïques ou dioïques ou les deux. L'appareil reproducteur mâle est en petits cônes (fleurs) solitaires, le plus souvent terminaux, axillaires, entourés d'une enveloppe d'écailles communes. L'appareil reproducteur femelle est en cônes très réduits habituellement terminaux, ayant la structure fondamentale des autres conifères, mais très diverse dans les détails (**Zerrouki, 2009**).

I.3.3. Propriétés chimiques

Les espèces de la famille de cupressacées renferment des : huiles essentielles (0,2-1% dans les cônes, 2% dans les feuilles), monoterpènes (40-50%), α -pinène, camphène, β -phellandrène, limonène, α -terpinène, 3-carène ; sesquiterpènes : cadinène, alcools (terpinéol, bornéol, linalool, sabinol, cédrol), esters, acétate de terpenyl. – Acides diterpéniques, acide communiqué, acide sandracopimarique, acide imbricatolique, acide acétoxyimbricatolique (**Haluk et al., 2000**).

I.3.4. Propriétés thérapeutiques

Les feuilles sont utilisées, en décoction, comme hypoglycémiant, ont été recueillies bouillies dans du saindoux afin d'obtenir une solution utilisée par les Amérindiens pour soulager les douleurs articulaires et musculaires, le paludisme, la toux, la goutte et les rhumatismes. Elles sont utilisées feuilles pour les perturbations majeures suivantes tant l'irritabilité psychologique

et physique, l'impatience forte, le pessimisme et l'anxiété, l'insomnie, des maux de tête, des taches de la peau et les taupes, les ongles cassants, prédisposition à varicose veines, transpiration accompagnée d' une odeur très forte, la sensibilité aux polypes, les infections et l'inflammation des voies urinaires (cystite), des douleurs abdominales et la constipation menstruel, les soins des cheveux (associée au Henné) (**Lakhdar, 2015**).

I.4. Les métabolites secondaires

Les métabolites secondaires sont des produits chimiques produits par des plantes pour lesquels aucun rôle n'a encore été trouvé dans la croissance, la photosynthèse, la reproduction ou d'autres fonctions "primaires". Ces produits chimiques sont extrêmement divers, et sont généralement classés en fonction de leurs voies de biosynthèse. Trois grandes familles de molécules sont généralement considérées : les composés phénoliques, les terpènes et les alcaloïdes. Les composés phénoliques constituent un bon exemple de famille de métabolites répandus : ces molécules étant impliquées dans la synthèse de la lignine (**Bourgaud et al., 2001**).

La capacité à synthétiser des métabolites secondaires a été sélectionnée au cours de l'évolution dans différents lignée végétale lorsque ces composés s'adressent à ses besoins par exemple : Les substances volatiles et les pigments floraux ont évolué pour attirer les insectes pollinisateurs et ainsi améliorer la fertilisation, la synthèse des produits chimiques (produits secondaires) capables de réagir efficacement aux situations de stress imposées par des facteurs biotiques et abiotiques (**Kleibenstein, 2004**).

I.4.1. Les composés phénoliques

Les composés phénoliques sont caractérisés par au moins un cycle aromatique substitué par un ou plusieurs groupes hydroxyles. Plus de 8000 structures de composés phénoliques ont été rapportées dans la littérature et elles sont largement dispersées dans les plantes (**Strack et al., 1992**). Ils peuvent être classés en fonction du nombre et de l'agencement de leurs atomes de carbone et sont communément substitués par des sucres et des acides organiques (**Crozier et al., 2008**).

I.4.2. Les terpènes

Les terpènes, ou isoprénoides, sont l'une des classes les plus diverses de métabolites secondaires. Leur squelette carboné est constitué d'unités isopréniques reliées, c'est ce que l'on appelle la règle de l'isoprène. Ces squelettes peuvent être arrangés de façon linéaire ou bien former des cycles (**Briemann et al., 2006**). Ils sont des arômes et des parfums, des

antibiotiques, des hormones végétales et animales, des lipides membranaires, des attracteurs d'insectes, des anti alimentaires et des médiateurs des processus essentiels de transport d'électrons (**Crozier et al., 2008**). Les terpènes ont été appréciés comme constituants des huiles essentielles et leur utilisation comme parfums pendant plus de deux mille ans (**Van Bergen et al., 1997**). Les terpènes simples trouvés dans les parfums présentent une grande diversité structurelle. Les terpènes sont constitués des unités fondamentales d'isoprène à cinq atomes de carbone (**Bohlmann et al., 1998**).

I.4.3. Les alcaloïdes

Les alcaloïdes sont un groupe diversifié de composés à faibles poids moléculaires, contenant de l'azote dérivés principalement d'acides aminés et trouvés dans environ 20% des espèces végétales (**Roberts, 2013**). Ce sont des bases contenant de l'azote qui forment des sels avec des acides. Cette capacité à former des sels et à complexer des ions métalliques a aidé leur séparation et leur détection à l'époque avant la chromatographie (**Hanson, 2003**). Les alcaloïdes jouent un rôle défensif dans la plante contre les herbivores et les agents pathogènes. En raison de leurs activités biologiques puissantes, bon nombre d'alcaloïdes connus ont été exploités comme produits pharmaceutiques, stimulants, narcotiques et poisons (**Wink, 1998**). Les alcaloïdes sont généralement regroupés sur la base du système cyclique présent. Plusieurs systèmes cycliques communs, tels que les systèmes indolizidine, quinolozidine (Michael, 2003a, 2003b), quinoléine, quinazoline et acridones (Michael, 2004a, 2004b) ont été étudiées (**Herbert, 2003**).

I.5. *Cupressus sempervirens*

I.5.1. Classification systématique

- Règne : Plantae.
- Embranchement : Spermaphytes.
- Sous Embranchement : Gymnospermes.
- Classe : Pinopsida.
- Ordre : Pinales.
- Famille : Cupressaceae.
- Sous-Famille : Cupressoidées.
- Tribu : Cupressées.

- Genre : Cupressus.
- Espèce : *Cupressus sempervirens* L. (Nichane, 2015).

I.5.2. Description botanique

Il existe morphologiquement deux formes de cyprès : *Cupressus sempervirens* «horizontalis » avec des branches horizontales et houppier conique, et une forme colonnaire qui crée un fuseau plus ou moins étroit : *Cupressus sempervirens* « pyramidalis » ou « stricta» (Nichane, 2015). Ils sont recouverts principalement dans les pays du bassin méditerranéen sur des sols secs, calcaires, pauvres et profonds (Vangelder, 2017).

Le cyprès est un arbre conifère à grande longévité, monoïque et thermophile exposant une taille moyenne de 20 à 30 m de hauteur, au tronc rectiligne, à écorce grise brunâtre fibreuse et striée verticalement, les rameaux écailleux sont bruns (Becker et al., 1982).

Ce conifère est caractérisé par des feuilles écailleuses (Gubb, 1913) vert foncé, persistantes, opposées, triangulaires et étroitement imbriquées sur quatre rangs, un sur chaque face du rameau. Les fleurs ou chatons sont ocres, bruns pour les mâles et gris-vert pour les femelles. Ce sont des cônes présents à l'extrémité des branches (Camus, 1914).

Les fruits sont des galbules ovoïdes d'environ 3cm de diamètre, vert brillant quand elles sont jeunes qui deviennent gris plombe ou brunes à maturité dont leur écailles écartées libèrent de petites graines (Rebeix, 1999). La multiplication se fait par semis au printemps après avoir pris soin de conserver les graines au froid durant 3 mois afin de respecter la dormance et le bouturage se fait en fin d'été (Krim, 2016).



Figure 1 : Espèce *Cupressus sempervirens*
(<https://www.leaderplant.com/blog/le-cypres-de-provence>).

I.5.3. Répartition géographique

Au début du siècle, des peuplements spontanés de Cyprès ont été découverts. Il y a eu le *Cupressus dupreziana* au Tassili et le *Cupressus atlantica*. Ces deux espèces ont été, à un moment confondu avec le *Cupressus sempervirens*, ce n'est qu'après des études botaniques approfondies qu'il y a eu différenciation des trois espèces. **Hireche et Ferhat (2019)**, Pensent qu'à l'origine il y a eu une seule espèce de *Cupressus* qui recouvrait toute la zone méditerranéenne. La différenciation entre le Cyprès vert, le Cyprès du Tassili et le Cyprès de l'Atlas s'est fait au cours du temps et serait due à l'influence du milieu climatique. La répartition naturelle de ce cyprès n'est pas claire en raison de sa longue histoire horticole dans la région méditerranéenne. Des peuplements naturels se trouvent dans le bassin sud-ouest de la Méditerranée sur plusieurs zones géographiquement non adjacentes atteignant vers l'Est le Caucase et le sud-ouest de l'Iran, bien que des études récentes sur les enregistrements génétiques et paléobotaniques présumant la présence de populations naturelles de la Méditerranée centrale (**Caudullo et de Rigo, 2016**).

I.5.3.1. Dans le monde

Le genre *Cupressus* représente, la famille des Cupressacée la plus cosmopolite avec dix genres dans chaque hémisphère, mais la plupart des espèces se trouvent dans l'hémisphère nord (**Hireche et Ferhat, 2019**).

Plus précisément, les boisés naturels de *Cupressus sempervirens* qui se trouvent en Anatolie du Sud, à Chypre, en Syrie, en Palestine, au Liban, en Cyrénaïque et dans les îles du sud-est de la Grèce. Des occurrences isolées sont signalées de la région d'Elburz aux montagnes du sud de l'Iran (**Brofas et al., 2006**).

Certaines populations sont reconnues comme des cépages séparés et pour certains auteurs sont traités comme des espèces différentes : *Cupressus sempervirens* var. *numidica* en Tunisie et *Cupressus sempervirens* var. *indica* dans le nord de l'Iran. Les cyprès marocains endémiques des montagnes du Haut Atlas sont considérés comme une espèce distincte (*Cupressus atlantica*), mais certains auteurs le classent comme cépage du cyprès commun (*Cupressus sempervirens* var. *atlantica*) ou du cyprès du Tassili (*Cupressus dupreziana* var. *atlantica*) (**Caudullo et de Rigo, 2016**).

Ces espèces globales incluent une espèce endémique marocaine *C. atlantica* Gaussen, une espèce endémique algérienne *C. dupreziana* A. Camus et *C. sempervirens* L., pour cette dernière espèce en Tunisie on retrouve trois variétés, *pyramidalis*, *horizontalis* et *numidica*, qui diffèrent dans la direction des branches (**Hireche et Ferhat, 2019**).

I.5.3.2. En Algérie

En Algérie, les explorations botaniques faites montrent bien la richesse et la diversité floristique de l'Algérie. Cependant, l'abondance du couvert forestier se trouve influencée par plusieurs facteurs (altitude, bioclimat, action anthropique, catastrophes naturelles, etc.); ainsi, les groupements forestiers des deux atlas varient d'un secteur à un autre, voire même au sein d'un même secteur c'est à dire d'un district à un autre. Parmi les peuplements forestiers de l'atlas algérien qui nous intéressent ce sont bien les cupressinées.

Ces dernières, se rencontrent sur les deux massifs de l'atlas algérien à des taux de recouvrement variables, soit en association avec d'autres végétaux ou bien formant des peuplements clairsemés et isolés.

Mais, peu de données sont fournies quant à la répartition sectorielle et du peuplement du cyprès. Les espèces endémiques ou naturalisées du cyprès sont : le cyprès du Tassili (*Cupressus dupreziana* A. Camus), le cyprès de l'Atlas (*Cupressus atlantica* Gaussen), cyprès toujours vert (*Cupressus sempervirens* L). Le cyprès de l'Arizona (*Cupressus arizonica* Greene) est une espèce introduite et pas très utilisée. Ces espèces tolèrent bien les conditions d'un milieu xéothermique. Le cyprès vert (*Cupressus sempervirens*. L) est le plus répandu. Il offre une très grande diversité notamment en terme de forme et est utilisé à des fins ornementales, en brise vent ou encore tant qu'arbre forestier ; tandis que, le cyprès de Duprez (*Cupressus dupreziana* A. Camus) se rencontre naturellement dans le désert du Tassili N'Ajjer (Algérie) et représente une des espèces rares et menacées. Un récent inventaire fait état de 231 arbres survivants dans cette région désertique où la pluviométrie annuelle est d'environ 20 mm (**Bouyahyaoui, 2017 ; Hireche et Ferhat, 2019**).

I.5.4. Écologie

Du point de vue thermique le Cyprès peut résister à des températures négatives allant jusqu'à -20°C. Mais, et comme beaucoup de plantes méditerranéennes, le froid humide en hiver peut être dommageable à sa longévité, donc il faut préserver les jeunes cyprès de la gelée, ceux qui sont nouvellement plantés; car quand ils sont un peu gros, et qu'ils ont bien

pris possession de la terre, ils supportent très bien l'hiver (**Lamarck et Mirbel, 1803, Nichane, 2015**).

Ce conifère se trouve spontanément dans toutes les basses terres du bord de la Méditerranée à moins de 500 m d'altitude. Ils se trouvent généralement autour des zones agricoles, ou alignés dans des parcs ou les propriétés dont leur forme particulière en fuse au marque les paysages (**Arfaoui, 2002**).

Il préfère les sols profonds, drainés, et même sec et calcaire. Il supporte mal les terres argileuses ou trop gorgées d'eau. Malgré cela, le Cyprès vert tolère les sols superficiels et caillouteux. Un sol trop humide peut emporter le développement des champignons parasite (**Nichane, 2015**). Il est à noter que le cyprès est une excellente espèce d'arbre pour la résistance au vent et à la sécheresse (**Krim, 2016**).

I.5.5. Utilisation

Depuis l'époque grecque et romaine, le cyprès est devenue une caractéristique des paysages côtiers et urbains méditerranéens et grâce à ses qualités écologiques, ce cyprès a été utilisé dans la protection des forêts contre la désertification et la conservation des sols dans les zones chaudes, où le sol est peu profond et dégradé et où aucune autre espèce d'arbre forestier ne pouvait pousser, Sa litière profonde et dense et la couronne sont difficiles à allumer, il peut donc être utilisé comme coupe-feu, même si la régénération est rare après les incendies de forêt. Le cyprès méditerranéen tolère également les vents salés, il est donc utilisé comme brise-vent côtier. Il a une bonne résistance aux dommages fréquents dus au gel, à la taille et au pâturage, car il peut repousser rapidement, il convient donc également comme haie à feuilles persistantes (**Caudullo et de Rigo, 2016**).

Dans le cas du Cyprès, seules les parties supérieures de la plante sont utilisées. Les feuilles sont utilisées pour extraire l'huile essentielle qui présente des propriétés importantes pour le traitement des atteintes respiratoires : effet protecteur des tissus conjonctifs et antiviral. Cela peut être utile dans les maladies respiratoires chez les bovins pour limiter l'utilisation d'antibiotiques (**Prelot-claudo, 2018**).

Ses feuilles sèches et son fruit sont utilisées aussi dans le traitement de l'inflammation, mal de dents, laryngites et comme contraceptif (**Selim et al., 2014 ; Ben Nouri et al., 2015 ; Hireche et Ferhat, 2019**).

Les cônes ont été également utilisés comme anti-diarrhéique, antiseptique, astringent, toxifuge, anti-hémorroïdaire, anti-vasoconstriction et antirhumatisme (**Hireche et Ferhat, 2019**).

La graine séchée de cet arbre a été utilisée pour traiter des plaies, des ulcères, des ecchymoses, des boutons, des pustules, des éruptions cutanées et de l'érysipèle (**Ben Nouri et al., 2015 ; Hireche et Ferhat, 2019**).

Les parties de la plante qui sont donc utilisées, dans la médecine traditionnelle sont les feuilles et les cônes. Ainsi, *Cupressus sempervirens* possède plusieurs activités biologiques. La phyto-préparation obtenue à partir du noyau et des jeunes branches de *C. sempervirens* aurait des activités antiseptiques, aromatiques thérapeutiques, astringentes, balsamiques et anti-inflammatoires (**Amri et al., 2013**).

I.5.6. Toxicité

Depuis l'Antiquité, son bois a été particulièrement apprécié pour sa résistance aux champignons et aux insectes, surtout s'il est immergé dans l'eau. Le bois convient à la petite menuiserie, aux boiseries extérieures (portes, fenêtres, meubles de jardin, etc.) et à la construction navale. L'odeur répulsive des insectes rend le bois adapté aux coffres et aux armoires pour ranger le linge de maison et les aliments. Il est également utilisé pour les cercueils (**Caudullo et de Rigo, 2016**). D'autre part, le pollen du cyprès est très allergisant (**Sebbane et Khaldi, 2019**).

I.6. *Cupressus arizonica*

I.6.1. Classification systématique

Selon la classification de Linnaeus, *Cupressus arizonica* appartient au : (**Al-Snafi, 2016**).

- Domaine : Eucaryota
- Règne : Plantae
- Sous Règne : Trackeobionta
- Embranchement : Spermatophyta
- Sous embranchement : Pinophytina
- Division : Coniferophyta
- Classe : Pinopsida / Coniferopsida
- Ordre : Pinales
- Famille : Cupressaceae
- Sub-famille : Cupressoideae
- Genre : Cupressus
- Espèce : *Cupressus arizonica* L.

I.6.2. Description botanique

Cette espèce est un arbre à feuilles persistantes de taille moyenne avec une couronne conique à ovoïde-conique connue comme une plante indigène dans le sud-ouest des États-Unis (Elmore et al., 1976 ; Farjon, 2001).

Les feuilles sont toutes petites et en forme d'écailles. Les cônes ovulés sont globuleux, avec des écailles ligneuses et séparatrices (Kearney, 1960). Chez les jeunes arbres, l'écorce se brise en écailles fines, larges et irrégulières. Sur les troncs et les branches plus âgés, l'écorce est sillonnée longitudinalement, fibreuse et déchiquetée (Kearney, 1960 ; Vines, 1960). L'écorce est lisse et exfoliante (Munz, 1974). Une racine pivotante bien définie et de nombreuses racines latérales sont formées la première année (Johnson, 1974).

Le cyprès de l'Arizona se reproduit exclusivement à partir de graines. Des cônes matures ont été individus âgés de 14 ans, ce qui indique que la maturité sexuelle s'est produite quelque temps auparavant (Vogl et al., 1977). Les cônes ovulés sont généralement abondants chaque année et contiennent de 48 à 112 graines chacun (Vines, 1960). Les cônes sont fermés; ils persistent sur l'arbre jusqu'à ce qu'ils soient ouverts par la chaleur d'un feu ou par la dessiccation due à l'âge (Johnson, 1974 ; Vogl, 1967). Les graines se détachent progressivement pendant plusieurs mois après l'ouverture des cônes par la chaleur (Vogl et al., 1977).



Figure 2 : Espèce *Cupressus arizonica*

https://www.guidabotanica.it/1sp/Cupressus_arizonica.html

I.6.3. Répartition géographique

Le cyprès de l'Arizona est une essence spontanée du sud des États-Unis (Arizona, Nouveau-Mexique, Californie, Texas) et du nord du Mexique, où on la trouve dans des zones montagneuses arides de moyenne altitude, entre 1000 et 2000m. En fait, l'espèce regroupe deux variétés naturelles : *C. arizonica* var. *glabra*, localisée essentiellement au centre de l'état d'Arizona et *C. arizonica* var. *arizonica*, plus largement répandue. La variété *glabra* se distingue de la variété *arizonica* par sa silhouette colonnaire plus petite, un fin rhytidome qui, en s'exfoliant, laisse apparaître une écorce lisse, et la présence sur les feuilles de nombreuses punctuations résinifères responsables d'une coloration générale plus bleutée, d'où son utilisation préférentielle pour la décoration (Monteuuis, 1985).

I.6.4. Écologie

Cupressus arizonica est apprécié en raison de sa vigueur et, surtout, de sa très grande rusticité, tant sur le plan édaphique que climatique, puisqu'il ne craint pas des températures de - 20°C. On le trouve effectivement en France très bien acclimaté dans des stations sèches à pH élevé du Midi, comme dans certaines régions montagneuses à climat rude (Massif Central). Ajoutez à cela sa résistance à *Coryneum cardinale* et on ne s'étonnera pas de l'engouement actuel pour cette espèce, utilisée aussi bien comme écran brise-vent, élément de décoration, ou essence forestière (Monteuuis, 1985).

Le cyprès de l'Arizona se trouve également dans des peuplements à des altitudes plus élevées, mélangé avec d'autres conifères dont le pin d'Arizona (*Pinus ponderosa* var. *arizonica*), le pin Apache (*P. engelmannii*), le pin de Chihuahua (*P. leiophylla* var. *chihuahuana*) et le sapin de Douglas (*Pseudotsuga menziesii*) (Parker, 1980). Le cyprès de l'Arizona est progressivement plus restreint aux des habitats riverains à des altitudes plus basses où la zone boisée se transforme dans les types de végétation désertiques et semi-désertiques dominés par les arbustes (Parker, 1980). Dans les peuplements purs, le cyprès de l'Arizona forme souvent des canopées fermés qui empêchent la présence d'espèces de sous-bois sur des portions considérables du peuplement (Brown et al., 1977 ; Eyre, 1980).

Le cyprès de l'Arizona pousse dans des sols secs et bien drainés sur des sites frais (Brown, 1982 ; Vines, 1960). Le cyprès de l'Arizona est généralement caractérisé comme une espèce exigeant de l'humidité dans les habitats riverains (Brown et Lowe, 1974 ; Wolf, 1948).

I.6.5. Utilisation

Le cyprès de l'Arizona est apprécié comme plante ornementale. Il est également planté pour brise-vent (**Vines, 1960**).

Le cyprès de l'Arizona est parfois planté sur des sites perturbés pour le contrôle de l'érosion (**Vines, 1960**). Le cyprès de l'Arizona est facilement cultivable, ce qui pourrait contribuer à le protéger contre l'extinction par le feu ou d'autres perturbations (**Little, 1975**). Il peut être propagé par bouturage ou par greffe de placage (**Vines, 1960**). Le semis direct est légèrement meilleur que le repiquage pour un établissement réussi. La capacité du cyprès de l'Arizona à stabiliser le sol et à s'adapter aux zones perturbées est jugée modérée ; il convient aux sols acides ou alcalins (**Plummer, 1977**). Les semis sont sensibles à une humidité excessive (**Wolf, 1948**).

Le bois du cyprès de l'Arizona est léger, modérément tendre, à grain fin, et a une gravité spécifique de 0,48. Le bois est durable lorsqu'il est bien séché correctement (**Vines, 1960**). Il convient pour les châssis, les portes et les stores (**Kearney et al., 1960**). Les populations de cyprès de l'Arizona ne sont pas assez importantes et accessibles pour qu'il soit commercialement important, bien qu'il soit parfois coupé localement pour les constructions brutes et les poteaux de clôture (**Kearney et al., 1960**).

I.6.6. Toxicité

Arizonica ont été étudiés ses effets en tant que répulsif potentiel pour les moustiques ont été rapportés précédemment (**Cheraif et al., 2007 ; Akob et Ewete, 2009**). Des études antérieures ont indiqué que l' α -pinène, le limonène et l'umbellulone étaient obtenus comme composants principaux de l'huile des feuilles de *C. arizonica* en Iran, (**Afsharypuor et Tavakoli, 2005**) en Italie, (**Flamini et al., 2003**) aux Etats-Unis, (**Adams et al., 1997**) en Algérie, (**Chanegriha et al., 1997**) en France, (**Pierre-Leandri et al., 2003**) en Tunisie (**Cheraif et al., 2007**) et en Argentine (**Malizia et al., 2000**).

Définition

Un fourrage est destiné à l'alimentation d'un animal herbivore, il contient nécessairement des tiges et des feuilles mais peut contenir également des grains. C'est un aliment grossier qui se distingue par un taux de fibres présentes dans les tiges et les pétioles des feuilles, il peut être utilisé vert ou conservé, à l'auge ou pâturé (**Cauty et Perreau, 2009**).

Certaines parties de plantes sont utilisées comme fourrages après transformation comme la pulpe de la betterave à sucre ou les tourteaux des différentes espèces oléifères...

Les espèces fourragères cultivées, très nombreuses ont été repérées dans les milieux naturels parce qu'elles étaient bien consommées par les bétails, puis elles ont été sélectionnées génétiquement sur les différents caractères.

Elles appartiennent principalement à deux familles botaniques :

- _ Les graminées (ou Poaceae)
- _ Les légumineuses (Fabacées) herbacées et ligneuses (**Klein et al., 2014**).

II.1. Les graminées (ou Poaceae)

Par définition, une céréale est une plante cultivée principalement pour ses grains utilisés pour l'alimentation humaine et animale. La plupart des céréales appartiennent à la famille des poacées (anciennement graminées). On y associe aussi certaines plantes d'autres familles botaniques, comme le sarrasin (polygonacées), le quinoa ou l'amarante (chénopodiacées) qui sont en fait des pseudo-céréales (**Henrotte, 2016**).

Les céréales représentent la base de l'alimentation humaine mais également animale. Elles apportent l'énergie nécessaire au travail musculaire ainsi qu'au fonctionnement plus général de l'organisme. Chaque continent a sa céréale adaptée au climat et au sol, et donc facile à cultiver par les paysans ou les particuliers, pour vivre et pour se nourrir (**Anonyme, 2020**).

II.1.1. L'orge

II.1.1.1. Généralités

L'orge appartient à l'un des groupes des végétaux les plus importants du monde, le Triticeae, qui est une tribu dans la famille des Poaceae (**Ullrich, 2010**). Le genre *Hordeum* comporte 34 espèces (une seule d'entre elles est cultivée pour son grain), les variétés restantes sont généralement diploïdes à $2n = 14$ chromosomes, mais il existe des espèces sauvages tétra ou hexaploïdes. La section *Vulgare* comprend les trois espèces *H. vulgare*, *H. bulbosum* et *H.*

murinum. L'*Hordeum vulgare* se divise en 2 sous espèces : *H. vulgare* sub sp. vulgare, qui rassemble toutes les orges cultivées et *H. vulgare* sub sp. *Spontaneum* (Doré et Varoquaux, 2006). Le parent sauvage de l'orge est *Hordeum spontaneum* ($2n = 14$). Il pousse à l'état spontané dans la région de la Méditerranée orientale, Turkménie et Afghanistan (Srivastava et Gopal, 2008).

II.1.1.2. Origine et répartition géographique

L'orge a été domestiquée en Asie occidentale avant 7000 av. J.-C. Sa culture s'est répandue dans le nord de l'Afrique et a remonté le Nil jusqu'à atteindre l'Éthiopie, où elle est devenue l'une des céréales les plus importantes. On ne sait pas exactement quand l'orge est arrivée en Éthiopie, mais cela fait au moins 5000 ans qu'elle y est cultivée. L'orge a gagné le sud de l'Espagne vers 4000–5000 av. J.-C. et elle a atteint l'Europe du Nord et centrale, ainsi que l'Inde, vers 2000–3000 av. J.-C. En Chine, elle est arrivée en 1000–2000 av. J.-C. Au Sahara, elle était cultivée dans les oasis en 100–300 av. J.-C., mais il semble qu'elle n'ait pas migré plus au sud en Afrique de l'Ouest avant le XVI^{ème} siècle après J.-C. Christophe Colomb l'a introduite dans le Nouveau Monde. De nos jours, c'est la céréale dont l'aire de culture couvre les zones écologiques les plus diverses, depuis 70°N en Norvège jusqu'à 44°S en Nouvelle-Zélande. En Éthiopie, au Tibet et dans les Andes, sa culture se pratique sur les flancs des montagnes à des altitudes bien supérieures à celles des autres céréales. Pour ce qui est de l'Afrique tropicale, on la trouve surtout en Afrique de l'Est. En Afrique de l'Ouest, l'orge est une culture de saison froide du Sahel et du nord du Nigeria. A Madagascar, elle se cultive pendant la saison sèche (Ceccarelli et Grando, 2006).

II.1.1.3. Culture de l'orge en Algérie

L'orge est une espèce très adaptée aux systèmes de cultures pratiqués en zones sèches. Cette adaptation est liée à un cycle de développement plus court et à une meilleure vitesse de croissance en début du cycle. La culture de l'orge s'insère bien dans les milieux caractérisés par une grande variabilité climatique où elle constitue avec l'élevage ovin l'essentiel de l'activité agricole (Bouzerzour et al., 1998 ; Abbas et Abdelguerfi, 2008).

En Algérie, les cultures céréalières sont très importantes du point de vue agronomique et socio-économique. En effet, les céréales occupent la plus grande superficie agricole cultivée et présentent le premier aliment de base de la population.

Sur les 8 millions d'hectares de superficie agricole utile (SAU), les céréales occupent annuellement en moyenne près de 6,2 millions d'hectares, dont 2,6 en jachère, soit 81,58% de la SAU. Malgré l'importance des superficies, les rendements de cette culture restent faibles et

fluctuants par rapport aux potentialités de cette culture. Ils varient entre 13,2 q/ha en 2003 et 15,2 q/ha en 2006 (rendement le plus élevé durant cette décennie) (**Tifouri, 2019**).

II.1.1.4. Classification systématique

Selon, **Reddy et al. (2004)** l'*Hordeum vulgare L.* est classé comme suit :

Règne : Plantae

Division : Magnoliophyta

Classe : Liliopsida

Sous Classe : Commelinidae

Ordre : Poales

Famille : Poaceae

Sous famille : Hordeoideae

Tribu : Hordeae

Sous Tribu : Hordeinae

Genre : Hordeum

Espèce : *Hordeum vulgare L.*

Grillot (1959), fait la classification de l'orge selon le degré de fertilité des épillets et la compacité de l'épi en deux groupes :

- **Le groupe des orges à six rangs** : Dont les épillets médians et latéraux sont fertiles et qui se subdivise selon le degré de compacité de l'épi.
- **Le groupe des orges à deux rangs** : Les épillets latéraux sont très rudimentaires et stériles, seul l'épillet central va se développer en grain.

Soltner (2005), fait la classification de l'orge selon leur milieu de culture en trois groupes qui sont :

- **Les orges d'hiver** : leur cycle de développement varie entre 240 à 265 jours, implantions en automne. Ces orges ont besoin pour assurer leur montaison, de température vernalisante qui manifeste un degré plus au moins élevé de résistance au froid hivernal.
- **Les orges de printemps** : cycle de développement très court (environ 120 à 150 jours), s'implantent au printemps. Ces orges n'ont les mêmes exigences que les premiers et n'approuvent pas le besoin de vernalisation pour assurer leur montaison.
- **Les orges alternatives** : ces orges sont intermédiaires entre les orges d'hiver et celles de printemps.

II.1.1.5. Description botanique

L'orge (*Hordeum vulgare* L.) est une plante annuelle, autofécondée très semblable au blé dans la morphologie de ses organes végétatifs et floraux. Contrairement au blé, où l'on retrouve plusieurs niveaux de ploïdie, l'orge spontanée et l'orge cultivée sont des espèces diploïdes possédant le même nombre chromosomique ($2n=14$). Cette espèce, bien qu'appartenant à la même tribu (Triticeae) que le blé, est placée dans la sous-tribu Hordeinae du fait de différences au niveau de la structure de ses épis. Contrairement à l'épi de blé (et ceux d'autres genres de la sous-tribu Triticinae) qui n'a qu'un seul épillet inséré à chaque nœud du rachis, l'épi d'orge comportent deux épillets par nœud. Chaque épillet d'orge produit une seule fleur fertile, contrairement aux épillets de blé qui peuvent produire de 3 à 5 fleurs chacun. Cependant l'orge et le blé sont génétiquement assez proches pour permettre la production d'hybride inter génique sous conditions expérimentales, bien que la fertilité des plants hybrides obtenus soit très réduite. Les variétés d'orge sont regroupées d'après les caractéristiques de leurs épis, en orges à six rangs et en orges à deux rangs. Les orges à six rangs comportent des épillets fertiles regroupés par trois sur chaque plan de l'axe vertical de l'épi. Les deux épillets latéraux des orges à deux rangs sont stériles et ne produisent qu'un seul caryopse par groupes de trois épillets. Dans ce dernier cas, l'épi apparaît comme un épi distique quand on l'observe sur le plan transversal. Autrement, les caractéristiques végétatives et florales de l'orge sont similaires à celles du blé (Leonard et Martin, 1963).

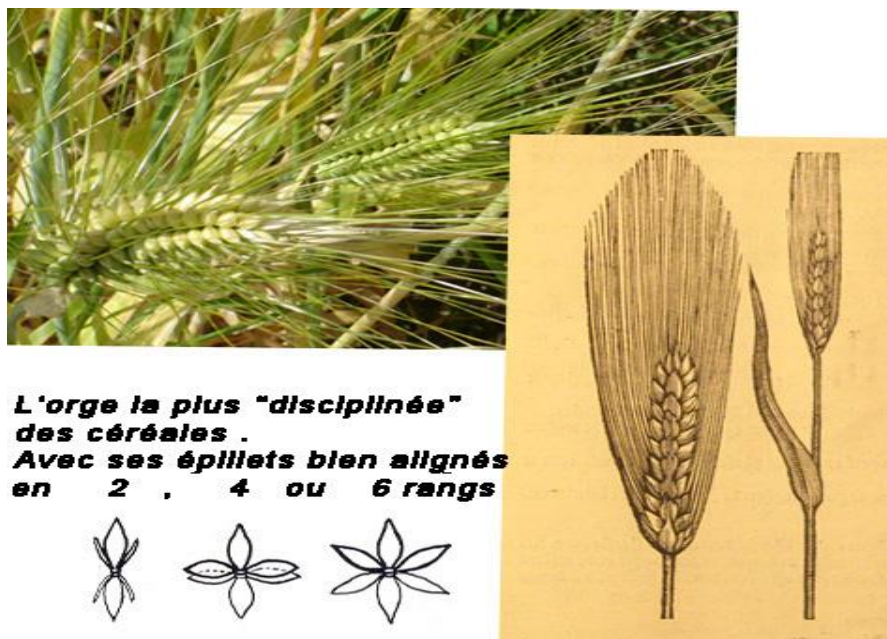


Figure 3 : Classes d'orge selon le degré de fertilité des épillets et la compacité de l'épi

<https://levainbio.com/cb/crebesc/l-orge/>.

II.1.1.6. Exigence pédoclimatique

L'orge croît sous des conditions de photopériode, de température et de précipitations très variables, mais elle est mieux adaptée aux climats tempérés. Elle supporte les températures élevées sous des climats secs et l'humidité sous des climats frais, mais elle est mal adaptée aux climats chauds et humides, avant tout en raison de sa sensibilité aux maladies. L'orge d'hiver nécessite une vernalisation par une période de basses températures (de 03-12°C). L'orge est adaptée à des précipitations annuelles allant de 200mm à plus de 1000mm. Elle échappe à la sécheresse, en raison de sa maturité précoce, davantage qu'elle ne la tolère. Ce sont les limons ou les sols légèrement argileux bien drainés et fertiles qui conviennent le mieux à la production d'orge. L'orge supporte mieux les sols alcalins que les autres céréales, mais elle ne tolère pas les sols acides ; un pH de 6,0–8,5 est généralement acceptable. Elle est très sensible à l'asphyxie racinaire. Certains cultivars sont capables de faire face à une salinité du sol atteignant 1% (**Ceccarelli et Grando, 2006**).

II.1.1.7. Importance et Utilisation

L'orge est un aliment important dans plusieurs régions du monde telles que l'Afrique du Nord, le proche Orient, l'Asie, etc. La consommation moyenne et annuelle par personne dans ces régions varie entre 2 à 36 kg (**El-haramein et Grando, 2010**).

C'est une espèce fourragère importante par sa production en vert, en foin (en association avec d'autres espèces), en ensilage et par son grain et sa paille (**Belaid, 1986**). Dans toutes les régions, du nord au sud, elle reste l'une des plus importantes sinon la plus importante ressource fourragère (**Boulal et al., 2007**).

L'orge était destinée à l'autoconsommation humaine et servait de complément fourrager aux troupeaux entretenus pendant la plus grande partie de l'année dans les régions steppiques. L'orge est préparée de différentes manières, soit pour servir d'aliment, soit employer sur le plan médical sous forme de tisane en décoction (**Emmanuel et al., 2017**). Avec l'orge germée ou malt, on prépare une tisane plus nutritive. La décoction est encore employée dans des gargarismes avec le miel rosat, le chlorate de potasse, l'alun, etc. La farine d'orge, mêlée ou non de farine de graine de lin, sert à faire des cataplasmes. Enfin, l'orge sert à la fabrication de la bière (**Marta et al., 2017**).

Dans l'alimentation animale les grains et la paille sont utilisés comme pâture pour l'élevage ovin et bovin, qui constitue l'essentiel de l'activité agricole (**Emmanuel et al., 2017**).

II.2. Les légumineuses (Fabacées)

Les légumineuses sont l'une des plus grandes familles de plantes à fleurs appartenant à la famille des Fabacées. Ils jouent un triple rôle en protégeant le sol de la dégradation, en contrôlant les mauvaises herbes et en améliorant et en conservant la fertilité du sol en fixant l'azote dans l'atmosphère. En produisant des céréales et des fourrages de haute qualité, la culture de légumineuses peut augmenter le revenu global d'un agriculteur en réduisant les charges d'engrais, en particulier grâce à la fixation symbiotique de l'azote atmosphérique. Ces légumineuses affectent positivement la fertilité des sols grâce à la symbiose de la fixation de l'azote avec les souches de rhizobium. Ils jouent donc un rôle essentiel dans la rotation des cultures. En outre, les agriculteurs exercent une forte pression pour que les propriétés foncières répondent aux besoins de la population croissante. Il en résulte des niveaux inférieurs d'azote dans le sol. Une alternative à la restauration de la fertilité est la fixation biologique de l'azote par symbiose racinaire avec les légumineuses (**Kouame et al., 2019**).

Elle est également considérée comme une espèce intéressante en agriculture biologique car elle permet de fixer l'azote dans l'air, introduisant ainsi de grandes quantités d'azote dans les systèmes agricoles à moindre coût, et ainsi ce procédé fournit l'équivalent d'un quart des engrais chimiques utilisés dans tous les types de production. Cette capacité à fixer l'azote leur est conférée par leur association avec des bactéries du genre *Rhizobium* via la formation de nodules (**Schneider et Huyghe, 2015**).

II.2.1. Le trèfle

II.2.1.1. Généralités

Le *Trifolium repens* est également connu sous le nom de trèfle blanc, trèfle blanc, trèfle hollandais, *Trifolium rampant*, trèfle chèvrefeuille ou trèfle ladino (**Corral, 2013**).

Trifolium repens, le trèfle blanc, est considéré comme une importante culture fourragère dans le monde entier. *T. repens* est également considéré comme une médecine populaire en Inde contre les vers helminthiques intestinaux, et une étude expérimentale *in vivo* a corroboré que ses pousses aériennes possèdent des propriétés anti-custodiales uniques (**Tangpu et al. 2005**). Comme plusieurs autres cultures fourragères, *T. repens* est sensible au stress de la salinité, ce qui réduit sa croissance et le nombre de nodules racinaires, et par conséquent, la fixation de l'azote, ainsi que le niveau de fertilité du sol, sont compromis (**Acharya et al. 2011**).

II.2.1.2. Répartition géographique

Le trèfle est également connu sous le nom de *Trifolium* et appartient à la famille des Léguminosae, une famille importante en termes de valeur agricole et du nombre d'espèces

qu'elle contient. Le genre *Trifolium* se trouve généralement dans les régions subtropicales et tempérées des deux côtés des hémisphères, et il comprend environ 240 espèces (**Zoric et al., 2012**).

Il est commun dans la région méditerranéenne, où 103 espèces de *Trifolium* ont été signalées (**Sabudak et Guler, 2009**), et s'est répandue en Asie occidentale et en Europe par la migration d'animaux et d'humains. La domestication de *T. repens* a commencé il y a environ 400 ans, et maintenant, elle est considérée comme une plante naturalisée (**Lane et al., 2000**).

II.2.1.3. Classification botanique

Le trèfle blanc cultivé (*Trifolium repens*) est une dicotylédone vivace et gazonnante. C'est également une légumineuse, c'est-à-dire qu'elle fait la fixation symbiotique de l'azote atmosphérique au niveau de ces nodules racinaires en s'associant avec des bactéries *Rhizobium*. La hauteur de sa partie aérienne est comprise entre 7 cm et 25 cm (**Lambinon et Verloove, 2012**).

Règne : Plantae

Embranchement : Phanérogames

Sous-embranchement : Angiospermes

Classe : Magnolipsida

Sous-classe : Rosidae

Ordre : Fabales

Famille : Fabaceae

Sous-Famille : Papilionidaea

Tribu : Trifolieae

Genre : *Trifolium*

Espèce : *Trifolium repens* L.

II.2.1.4. Description morphologique

Plante vivace glabre ou glabrescente, rampante et très ramifiée ou glabrescente jusqu'à 50 cm. Essentiellement une plante à racines peu profondes dont la plus grande partie de la masse racinaire jusqu'à 10 cm mais avec une profondeur d'enracinement allant jusqu'à 60 cm. Les racines sont adventives à partir des nœuds des stolons, et une racine pivotante se développe à partir de la racine primaire de la plantule. Les stolons ont un diamètre de 1,9-4,0 mm ; les inter-nœuds jusqu'à 6 cm de long. Feuilles glabres palmées trifoliées ; folioles 10-35 mm,

obovées ou obcordées, manifestement dentées, généralement avec une bande angulaire blanchâtre vers la base. Pétioles dressés, jusqu'à ou dépassant 7 cm de long ; stipules petites, ovales à oblongues, pointues, formant un tube autour de la tige. Inflorescence : tête axillaire racémeuse, 15-20 mm de diamètre, globulaire, portant généralement 20-40 fleurs; fleurs papilionacées, blanches ou roses, parfumées, de 8 à 10 mm de long ; pédicelles jusqu'à 6 mm de long, d'abord dressés s'infléchissant après l'anthèse. Tube du calice (jusqu'à 5mm) en forme de campanule, glabre, blanc avec des nervures vertes, dents étroitement triangulaires, à peu près la moitié de la longueur du tube. Gousses sessiles, 4-5 mm de long, déhiscentes, 3-6 graines. Graines irrégulièrement arrondies et légèrement aplaties. 0.9-1.8 mm par 1,0 mm, jaune à brun (**Turkington et Burdon, 1983**).

Les feuilles vont être très sensibles aux conditions hivernales et beaucoup d'entre elles vont disparaître. Le nombre moyen de feuilles par axe de stolon est d'environ 2,2 en décembre et 6,6 en août en climat océanique (**Sackville Hamilton et Harper, 1989**).

Le stolon, organe à structure de tige, remplit de multiples fonctions : il assure la pérennité du trèfle en accumulant des réserves amylacées (**Guckert et al., 1983**); En été, la ramification du trèfle blanc est importante et dépend de la vitesse d'émission des feuilles qui elle-même dépend de la température. La ramification des stolons est donc liée aux fluctuations saisonnières de la température, dans le cas où l'alimentation hydrique n'est pas limitant (**Simon et al., 1989**).

Les racines sont le site de la fixation symbiotique de l'azote atmosphérique grâce à la symbiose avec une bactérie fixatrice : *Rhizobium leguminosarum bv.trifolii*. Cette fixation est sensible à la température et sera limitée si la température du sol est inférieure à 12°C et la température de l'air inférieure à 7°C (**Guckert et al., 1983**).



Figure 4 : Espèce *Trifolium repens*

<https://www.genialvegetal.net/-Trefle-blanc->.

II.2.1.5. Exigence pédoclimatique

T. repens à tendance à s'acclimater dans les régions tempérées du globe où il y a plus de 750 mm de précipitations annuelles (Nichols et al., 2007). La distribution de *T. repens* est très large en raison de sa nature de tolérance édaphique. Elle pousse sur des sols allant de nettement acides à calcaires (Snaydon, 1962).

Les sols idéaux pour le trèfle blanc sont les sols frais, riches en éléments nutritifs. Le trèfle blanc supporte mal les longues périodes de sécheresse à cause de son système racinaire superficiel. Le besoin d'engrais se limite en général aux éléments suivants: phosphore (P), potassium (K) et magnésium (Mg). Le trèfle blanc est une légumineuse et à ce titre, il peut fixer l'azote de l'air à l'aide des rhizobiums. Le trèfle blanc n'est pas le seul à profiter de cet azote. Les autres plantes du peuplement en tirent elles aussi le bénéfice (Nyfeler et al., 2011).

II.2.1.6. Importance et utilisation

Parmi toutes les espèces de *Trifolium* du genre, *T. repens* est l'une des sources les plus importantes de nourriture et d'aliments pour animaux (Carlsen et Fomsgaard, 2008).

Le trèfle blanc est un fourrage précieux, facile à manger et à haute valeur nutritive : il est de meilleure qualité que les légumineuses tropicales. Le trèfle blanc peut être utilisé comme

pâturage, foin et ensilage pour de nombreuses classes de bétail **(Heuzé et al., 2019)**. Il existe plusieurs autres utilisations importantes de *T. repens* dans un pâturage en raison de la présence de valeurs nutritives élevées, d'une riche source de protéines et de minéraux, qui fournissent finalement une augmentation significative des qualités des produits livrés par les animaux **(Frame, 2003)**.

Il fournit plusieurs services environnementaux tels que la fixation de l'azote et la protection contre l'érosion des sols. En raison de ces caractéristiques, le trèfle blanc présente un intérêt particulier dans les systèmes d'agriculture biologique **(Heuzé et al., 2019)**. *T. repens* est utilisé en médecine traditionnelle comme vermifuge dans certaines parties du monde **(Howieson et al., 2008)**.

Toutes les espèces de *Trifolium* sont connues pour leur rôle dans la médecine traditionnelle **(Kolodziejczyk-Czepas, 2016)**. Les cultures orientales et européennes ont utilisé différentes espèces de *Trifolium* pour la thérapie du psoriasis et de l'eczéma. En Turquie, *T. pratense*, *Trifolium arvense* et *T. repens* sont utilisés en médecine traditionnelle comme mélange analgésique, antiseptique, sédatif, expectorant et tonique **(Sabudak et al., 2008)**. En Iran, les parties aériennes de *T. repens* sont utilisées pour traiter la jaunisse néonatale et les troubles dermiques **(Tahvilian et al., 2014)**.

III.1. Définition

La germination des graines est un ensemble de processus métaboliques aboutissent à l'émergence de la radicule. Ce stade de développement est considéré comme une étape critique dans l'établissement des semis et ainsi la détermination d'une production agricole réussie (Benidire et al., 2015).

La germination est l'étape qui initie le développement de l'appareil végétatif lorsque les conditions climatiques le permettent. Notant que les conditions indispensables à la germination sont des conditions extérieurs concernant le milieu entouré de la graine (eau, oxygène, température) et des conditions internes (l'état de la graine, dormance, maturation etc.). La réunion de toutes ces conditions favorisent la germination (RICHARD et al., 2010).

III.2. Les types de germination

On distingue deux types de germination, La germination épigée caractérisée par un soulèvement des cotylédons hors du sol car il y a un accroissement rapide de la tige. Le premier entre-nœud donne l'épicotyle, et les premières feuilles, au dessus des cotylédons sont les feuilles primordiales. Tandis que chez les plantes à germination hypogée, les cotylédons reste dans le sol (AMMARI, 2011).

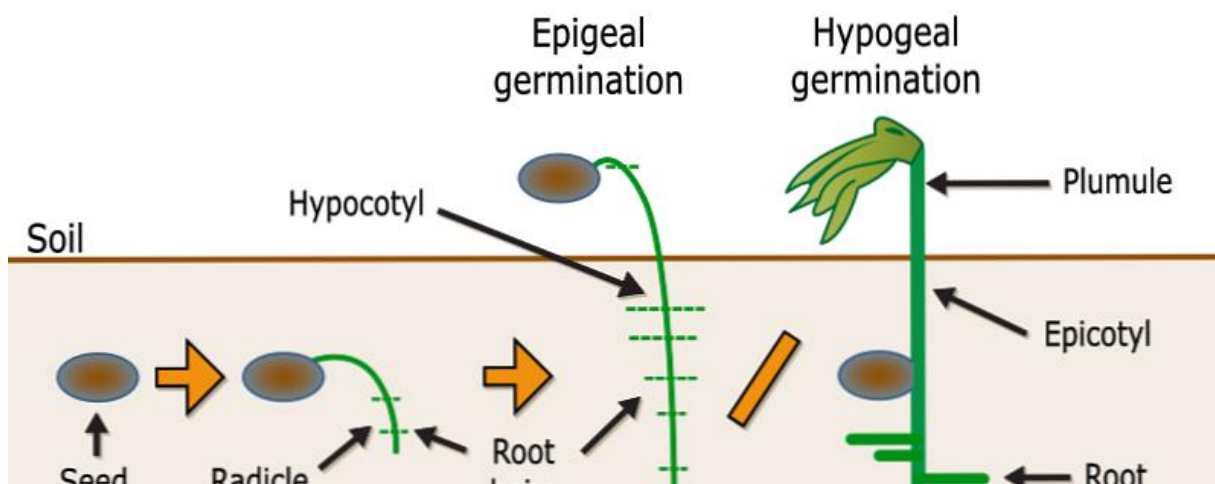


Figure 5 : La différence entre la germination épigée et hypogée (kumar, 2015).

III.3. Condition de germination

III.3.1. Conditions externes de la germination

La graine exige la réunion de conditions extérieures favorables à savoir l'eau, l'oxygène, la température et la lumière (Soltner, 2007).

• L'eau

Le passage de la vie ralentie à la vie active d'une semence exige, une imbibition des tissus de ses semences. L'eau d'imbibition doit être fournie en quantité suffisante et non en excès (Binet, 1978).

• L'oxygène

La germination exige obligatoirement de l'oxygène (Soltner, 2007), Selon MAZLIAK (1982), une faible quantité d'oxygène peut être suffisante pour permettre la germination. D'après Meyer *et al.* (2004) l'oxygène est contrôlé par les enveloppes qui constituent une barrière, mais en même temps une réserve.

• La température

D'après Lafon *et al.*, (1998) la température stimule les activités enzymatiques et ainsi la vitesse de germination. La température règle l'apport de l'oxygène à l'embryon, ainsi quand la température s'élève, le métabolisme réclame plus d'oxygène, son apport diminue rendant la germination impossible.

• La lumière

La lumière agit de manière différente sur les espèces. Elle inhibe la germination des graines à photosensibilité négative et stimule celles à photosensibilité positive (Anzala, 2006). Les espèces indifférentes à la photosensibilité sont rares (Heller *et al.*, 1990).

III.3.2. Conditions internes de la germination

Lorsque des graines arrivées à maturité sont placées dans des conditions optimales de température, d'humidité et d'oxygénation pour leur croissance et qu'elles ne germent pas, plusieurs causes sont à envisager : la dormance de l'embryon ou les inhibitions de germination. Les conditions internes de la germination concernent la graine elle-même ; elle doit être vivante, mure, apte à germer (non dormante) et saine (JEAM *et al.*, 1998).

III.4. Physiologie de la germination

III.4.1. La Phase d'imbibition

La phase 1 correspond à une forte hydratation des tissus, accompagnée d'une élévation de l'intensité respiratoire (Heller *et al.*, 2004).

Elle implique un mouvement d'eau dans le sens de potentiel hydrique décroissant (Hopkins, 2003).

III.4.2. La phase de germination

La phase 2 « stricto sensu », pendant cette phase, les semences ne s'imbibent plus et ne reflètent à l'une modification morphologique (Mazliak, 1982). Cette phase est caractérisée par une stabilisation et de l'activité respiratoire à un niveau élevée (Binnet, 1967) ; elle est relativement brève (12 à 48 h) et s'achève avec l'émergence de la radicule hors de téguments séminaux (Heller et al., 1995).

III.4.3. La phase III

Est caractérisée par une reprise de l'absorption d'eau et une augmentation de la consommation d'oxygène, elle correspond à un processus de croissance de la radicule puis la tigelle (Hopkins, 2003).

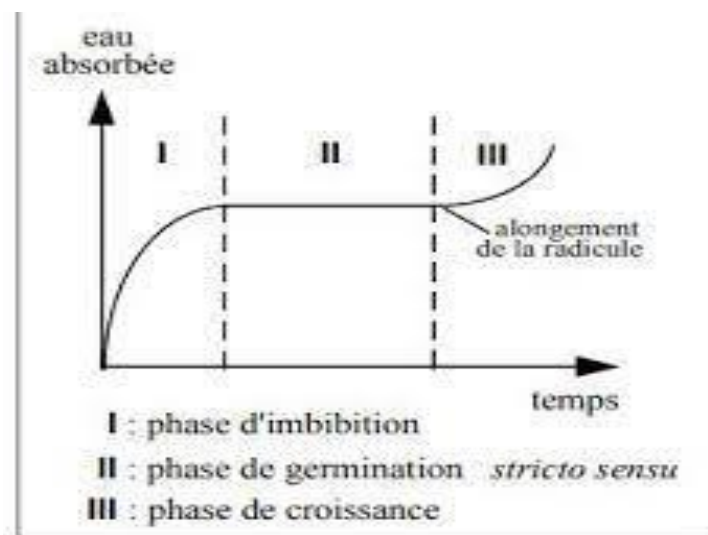


Figure 6 : Courbe théorique d'imbibition d'une semence (Côme, 1982).

III.5. Les paramètres de germination

III.5.1. Le pouvoir de germination

C'est le pourcentage des semences capable de germer dans les conditions les plus favorables (Heller et al., 2004).

III.5.2. La capacité de germination

C'est le pourcentage maximal de semences germées dans des conditions données. Il est donc indispensable de préciser les conditions exactes dans lesquelles les semences sont mises à germer (Come, 1970).

III.5.3. La vitesse de germination

C'est le temps nécessaire mis par les semences germées, pour obtenir 50% de la capacité germinative (Lang, 1969).

III.6. Nature biochimique des réserves

Ces réserves ont une grande importance car elles assurent l'alimentation du jeune embryon en cours de germination avant d'atteindre son autotrophie (NIVOT, 2005). Elles occupent 80 % de la taille de la graine (BEWLEY, 1997). Même dans de petites graines comme celles de Laitue (*Lactuca sativa*) pesant seulement quelques mg les réserves peuvent autoriser la croissance de l'embryon pendant plusieurs jours (NIVOT, 2005). Chez des graines comme la fève pesant jusqu'à 1 g les réserves sont suffisantes pour plusieurs semaines (BEWLEY, 1997) et (NIVOT, 2005).

•**Les protéines** : Plusieurs auteurs, subdivisent les protéines, selon leur solubilité, en 4 classes : les albumines, les globulines, les gluténines et les prolamines. Les légumineuses contiennent des légumineuses et des vicilines appartenant à la classe des globulines. Elles sont stockées dans des corps protéiques de 0,1 à 25 μ de diamètre, grains d'aleurones, répartis dans tout l'organe de réserves, les cotylédons (ANZALA, 2006). Ces corps protéiques contiennent 70-80 % de protéines, 10 % de phytine et des enzymes telles que les protéases, les phosphatases, les glucidases, les phytases et les ribonucléases (BEWLEY, 1997) et (ANZALA, 2006). La phytine, sel complexe de P, K, Mg, Ca, Zn, et Fe, représente une vraie réserve minérale pour la graine (BEWLEY, 1997).

•**Les Glucides** : - **L'amidon** : constitue la forme principale des réserves glucidiques, notamment chez les graminées dont il forme presque tout l'albumen (ZAGHOANE, 1991). Quoique sa présence chez la plupart des légumineuses, soit moins importante que celle des protéines, la fève (*Vicia faba L.*) L'amidon est formé de deux polysaccharides dont 15 à 30 % et l'amylopectine (70 à 85 %). L'amylopectine est organisé en feuillettes entre lesquels l'amylose forme une zone amorphe (HOPKINS, 2003).

•**Les lipides** : Bien que leur présence dans les graines des légumineuses soit moins importante en comparaison avec les protéines et les glucides, les lipides constituent la forme de réserve la

plus répandue, dans 9/10 des plantes (**GIMENO-GILLES, 2009**). La plus grande partie de ces réserves est constitué d'ester, de glycérol et d'acides oléique et palmitique, présents en gouttelettes de différentes tailles appelées oléosomes (**VALLEE et al., 1999**).

• **Les sucres solubles** : L'hydrolyse enzymatique de l'amidon donne naissance au maltose et à la dextrine, qui sont des formes intermédiaires et qui se dégradent, à leur tour, en glucose (**ANZALA, 2006**). Il est à noter que les sucres solubles sont en petites quantités dans la graine au repos (**BEWLEY, 1997**).

III.7. Activité enzymatique au cours de la germination

La reprise d'activités métaboliques est liée à l'augmentation du niveau d'activité de certaines enzymes que possède la graine et qui sont étroitement liées avec son contenu en réserves (**BEWLEY, 1997**) et (**HELLER et al., 2004**).

D'après **ANZALA(2006)**, l'eau entrée rend mobiles et active les phytohormones hydrosolubles en stock dans la graine telles que les gibbérellines qui sont véhiculées vers la couche à aleurones où elles vont activer la synthèse d'hydrolases, α -amylases, nucléases et protéinases, nécessaires à la dégradation des réserves, à la division et l'élongation cellulaire.

• **Les α -amylases** : hydrolysent l'amidon stocké dans l'albumen et libèrent des molécules de glucose, substrat du métabolisme respiratoire.

• **Les nucléases** : permettent la libération d'acides nucléiques impliqués dans la formation des cytokinines, hormones qui stimulent la division cellulaire.

• **Les protéases** : lysent les réserves protéiques qui favorisent la formation de phytohormones telles que l'auxine responsable de l'élongation des cellules.

III.8. Enzymes d'hydrolyse des réserves

Elles aboutissent à la formation de substrats qui entrent dans la synthèse des constituants des nouvelles cellules ou qui seront utilisés par la voie respiratoire (**HELLER et al., 1998**). Notons que chaque catégorie de graines possède des enzymes en relation avec son contenu en réserves ; nous trouvons, ainsi, l'amylase, la maltase et la phosphorylase servant à hydrolyser

les réserves amylacées ; les lipases pour les lipides et les protéases pour les protéines (NIVOT, 2005).

NIVOT (2005) et GIMENO-GILLES (2009) rapportent que certaines de ces enzymes sont déjà présentes dans la graine sous une forme inactive et la réhydratation des tissus permet leur activité ; c'est le cas des protéases et des enzymes de la respiration. Cependant, et c'est le cas le plus fréquent selon BEWLEY (1997), il y'a celles qui sont néosynthétisées avec le début de la germination.

IV.1. Définitions du stress

On appelle stress toute pression dominante exercée par un paramètre, perturbant le fonctionnement habituel de la plante. Par ailleurs, la réponse du végétal dépend, entre autres, de ces paramètres environnementaux, tels que: le type de contrainte, son intensité, sa durée et caractéristiques génétiques, espèce et génotype (**Hopkins, 2003**).

IV.2. Les différents types de stress

IV.2.1. Le stress biotique

Ce terme représente la totalité des paramètres physico-chimiques ou biologiques qui découlent de l'existence de l'action des êtres vivants. Les facteurs biotiques caractérisent donc l'ensemble des influences qu'exercent les êtres vivants (microorganismes, insectes, herbivores...) entre eux et sur leur milieu (**Ramade, 2003**).

IV.2.2. Le stress abiotique

Le stress abiotique est déclenché par des facteurs environnementaux tels que la sécheresse, la température, l'excès d'eau, et la salinité. Ce type de stress est responsable des modifications chimiques ou physiques (**Badraoui et Meziani, 2019**).

IV.3. Stress salin

Il est défini comme étant une augmentation de la concentration en sels qui commence par un afflux plus élevé d'ions dans la cellule à cause de la chute du milieu externe, suivie d'une perte d'eau par voie osmotique. Ce type de stress se situe dans le milieu marin et terrestre (**Lemekeddem et Debbache, 2014**).

IV.4. Salinité et stress salin

La salinité est l'un des stress abiotiques les plus sévères qui atteignent la productivité des plantes en causant de graves dommages, dans certains cas elle peut conduire à leur perte.

De ce fait, le stress salin est un facteur limitant provoqué par l'accumulation d'ions sodium (Na⁺) et chlore (Cl⁻) principalement dans le sol, en zones arides et semi-arides à cause des activités naturelles et anthropiques.

En effet, la salinité touche actuellement 6% de la superficie terrestre et 20% de la superficie totales des terres arables, ce qui correspond à 800millions d'hectares. De ce fait, elle constitue une grave menace sur la sécurité alimentaire mondiale. Par ailleurs, 50% des terres arables

mondiales seraient affectées par le sel en 2050. Ainsi, la salinité atteint la structure du sol et peut causer la réduction de la biodiversité, ce qui conduit à la transformation de la matière organique et la disponibilité des éléments nutritif, pour qu'à la fin, une terre fertile devienne une terre non productive. Effectivement, les sols salins produits sont moins de 50% que les sols normaux. En revanche, les techniques de sélection génétique peuvent être bénéfiques dans l'amélioration des cultures face à ce type de stress (**Bourizq, 2019**).

IV.5. Types de salinité

IV.5.1. Salinisation primaire

La Salinisation primaire liée à la présence naturelle relativement concentrée de sels à travers un long processus naturel de dégradation des roches salines et des apports éoliens des sels des mers et océans (**Stengel et al., 2009**).

IV.5.2. Salinisation secondaire

La salinisation secondaire est le résultat des activités humaines qui modifient l'équilibre hydrologique du sol entre l'eau appliquée (irrigation ou de pluie) et de l'eau utilisée par les cultures (transpiration) (**Noomene, 2011**).

Cette salinisation liée à l'irrigation se traduit par une accumulation de sels avec des effets sur les propriétés chimiques, physiques (dispersion des argiles, instabilité de la structure) et biologiques (effet sur le développement des plantes par la pression osmotique (**Cheverry et Rbert, 1998**).

IV.6. Effet de salinités sur la germination

La germination est un processus très important dans le cycle de développement de la plante, elle favorise l'installation de cette dernière et sa productivité ultérieure. En l'occurrence, c'est le stade le plus sensible à la salinité. Cette dernière diminue la vitesse de germination et réduit le pouvoir germinatif. L'intensité de cet effet néfaste dépend de l'espèce ainsi que du degré du stress salin (**Tahraoui, 2016**).

La plupart des plantes sont plus sensibles à la salinité durant leurs phases de germination et de levée (**Maillard 2001**).

Parmi les causes de l'inhibition de la germination en présence de sel, la variation de l'équilibre hormonal a été évoquée (**Ungar 1978 et Kabar 1987 ; Bouchoukh 2010**).

La germination devient un facteur déterminant pour la réussite de la croissance des plantes dans les milieux salés (**Daroui, 2012**).

La réaction des plantes à la salinité est très différente selon que l'on s'intéresse à la phase de la germination ou à celle du développement (**Daroui, 2013**).

- **Effet Osmotique** : la salinité inhibe l'absorption de l'eau, la mobilisation des réserves et leur transport vers l'embryon.

- **Effet Toxique** : la salinité provoque une accumulation cellulaire de sels ce qui va perturber les enzymes en relation avec la physiologie des graines en germination, empêchant la levée de dormance des embryons, diminuant ainsi la capacité de germination. Par ailleurs, les halophytes contiennent une teneur très élevée en sel dans leurs tissus au stade adulte, mais leurs graines ne sont pas aussi tolérantes au stade germinatif, c'est pour cela que la germination est considérée comme une étape déterminante pour la réussite de la croissance des plantes dans les milieux salés (**Tahraoui, 2016**).

IV.7. Impact de la salinité sur l'agriculture

La salinité des sols réduit significativement les rendements agricoles dans les zones arides et semi-arides. L'étendu et la sévérité de la salinisation devraient encore s'aggraver en raison d'un drainage inadéquat des terres irriguées, l'élévation des nappes phréatiques et le réchauffement climatique (**Munns et Gilliam, 2015**).

La salinité ou stress salin constitue l'un des plus sévères stress abiotiques limitant la productivité des plantes cultivées. La majorité des plantes sont sensibles à la salinité (**Gnassemi et al., 1995**). Selon la FAO 17% des terres agricoles sont irriguées, mais elles assurent 40% de la production mondiale. La salinisation réduit les superficies irriguées de 1 à 2 % par an et frappe le plus durement les régions arides et semi-arides. Chaque minute, trois hectares de terres arables sont perdus du fait de la salinisation et ce, souvent de façon irrémédiable (**Legros, 2009**).

IV.8. Mécanisme des réponses au stress

IV.8.1. Tolérance des plantes au stress salin

Les mécanismes de tolérance à la salinité se déroulent à différents niveaux chez les plantes. En effet, le contrôle de l'absorption, du transport, et du stockage du sel se déroule dans les vacuoles, à l'échelle de la plante entière, ou encore dans les organes les moins sensibles (**Chamekh, 2010**).

IV.8.2. Adaptation à la salinité

En physiologie, une distinction importante existe entre accumulation et adaptation. L'acclimatation osmotique correspond à la réaction immédiate d'un organisme suite à un stress ionique et osmotique. Cette réaction implique le ré-establishment de l'homéostasie Cellulaire à travers des processus de transport et la production d'osmolytes. L'adaptation osmotique correspond à une évolution à travers des déférences inter-génération dans le sens où il s'agit d'une sélection des individus les plus performants pour assurer une reproduction efficace. L'adaptation osmotique se manifeste donc au niveau génétique (**Jean-Nicolas et al, 2011**).

V.1. Définition

Les traitements prégerminatifs (ou de prégermination) représentent des méthodes physiologiques qui améliorent la production végétale en modulant les activités métaboliques de la germination avant l'émergence de la racicule (**Bradford, 1986; Taylor and Harman, 1990**), c'est à dire au cours de la phase réversible de la germination, au cours de laquelle la semence peut revenir à son état initial sans dommages (**Bayard, 1991**). Au cours du priming, les semences sont hydratées partiellement à un niveau d'humidité suffisant pour permettre le déroulement des processus métaboliques prégerminatifs, mais insuffisant pour assurer la percée de la racicule (**McDonald, 2000; Ghassemi-Golezani et al., 2010 ; Boucelha et Djebbar, 2015 ; Boucelha et al., 2019**).

Beaucoup d'auteurs ont montré, chez différentes espèces de grandes cultures telles que le haricot, la lentille, le blé, le maïs, le riz, le pastèque, le melon, la tomate, la carotte et l'amarante, que le priming des semences permet la levée de la dormance, l'accélération et la synchronisation de la germination (**Heydekker et al., 1973; Welbaum et al., 1998; McDonald, 2000**) ainsi qu'une meilleure croissance, une floraison plus précoce, une plus grande tolérance aux stress abiotique et un rendement plus élevé (**Harris et al., 2002; Ashraf et Foolad, 2005; Basra et al., 2006; Moosavi, 2009 ; Boucelha et Djebbar, 2015**).

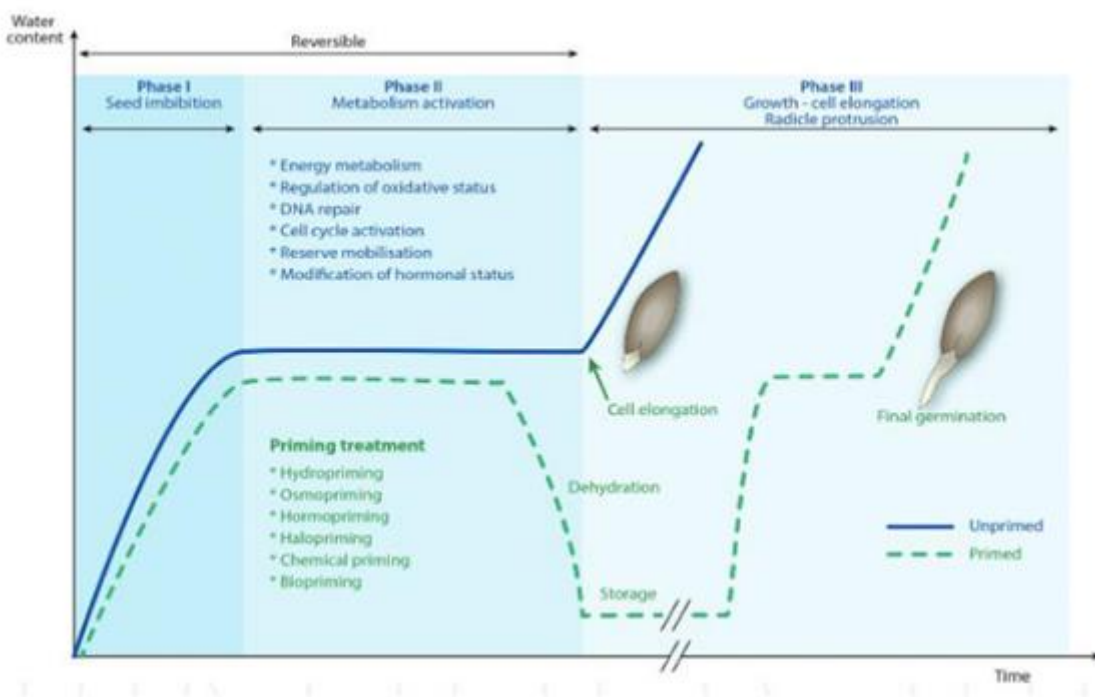


Figure 7 : Courbe d'hydratation des semences et phases de germination des semences traitées et non traitées (Lutts et al., 2016).

V.2. Types de priming

Les méthodes d'amorçage des semences peuvent être divisées en deux groupes selon que l'absorption d'eau est incontrôlée (hydro et hormopriming) ou contrôlée (osmopriming) (Taylor et al., 1998).

V.2.1. Hydropriming ou redéshydratation

•Simple hydropriming

C'est la technique de traitement prégerminatif la plus simple consistant à imbiber avec de l'eau les semences puis à les redéshydrater avant le semis (Tarquiset Bradford, 1992). Cette technique est peu coûteuse et évite l'utilisation de produits chimiques qui peuvent être indésirables pour l'environnement et la santé humaine (Ghassemi-Golezani et al., 2008).

•Double hydropriming

Le double hydropriming, traitement inédit, employé par Boucelha et Djebbar (2015) consiste à faire subir aux semences un double cycle d'hydratation-redéshydratation. Ce nouveau traitement offre les meilleurs résultats en améliorant très significativement les performances germinatives, la croissance ainsi que la tolérance aux stress (Boucelha et Djebbar, 2015; Boucelha, 2015 ; Boucelha et al., 2019).

V.2.2. Osmopriming

C'est le type de prétraitement de semences le plus communément utilisé. Il consiste à faire subir aux grains un traitement prégerminatif osmotique seul ou suivi d'une redéshydratation. Cette hydratation contrôlée des semences est réalisée grâce à des agents osmotisants tels que : le polyéthylène glycol (PEG), les sels (KNO₃, NaCl, KCl) ou les polyols (mannitol) (Bradford, 1986; Yari et al., 2010).

Plusieurs auteurs ont montré que les plantules issues de grains osmo-conditionnés avaient une émergence accélérée se traduisant par un taux final d'implantation plus élevé, voire même des effets favorables sur le rendement (Bradford, 1986, Boucelha et Djebbar, 2015).

V.2.3. Hormopriming

Prétraitement hormonal est une stratégie d'amorçage utilisée pour améliorer la germination des graines dans des conditions stressantes (Atici *et al.*, 2003 ; Gratão *et al.*, 2005 ; Jisha *et al.*, 2013 ; Massoud *et al.*, 2012 ; Hu *et al.*, 2013). Par exemple, les graines de seigle (*Secale montanum*) prétraitées avec de l'acide gibbérellique (GA 3) ont augmenté la germination dans des conditions de déficit hydrique (Ansari *et al.*, 2013).

V.2.4. 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 ; Begum *et al.*, 2010 ; Pill *et al.*, 2011). Le bio-amorçage des graines avec des PGPR est l'une des solutions peu coûteuses et respectueuses de l'environnement pour augmenter la croissance aux stades précoces ou primaires de sa croissance (Raj *et al.*, 2004 ; Deshmukh *et al.*, 2020). Le bio-amorçage des plantes par les PGPR entraîne une résistance systémique à un maximum de phytopathogènes (Naznin *et al.*, 2013).

Le biopriming des semences offre de nombreux avantages aux plantes, notamment en améliorant la viabilité, la germination, la vigueur, la croissance et le rendement des semences (Rajendra Prasad *et al.*, 2016). Il a été prouvé que les semences bioprimées améliorent significativement le pourcentage de germination et le taux de germination des graines, même dans des circonstances de stress environnemental induit, comme des conditions de stress osmotique (Bhatt *et al.*, 2015).

V.3. Mécanismes physiologiques et biochimiques du priming

Il a été bien montré que les effets positifs du priming sont associés à diverses modifications physiologiques, biochimiques, cellulaires, moléculaires et génétiques. Certaines conséquences du priming sont peut-être dues à la méthylation de l'ADN ou à la conformation spatiale de la chromatine (Boucelha *et al.*, 2019). Ainsi, les phénomènes épigénétiques sont d'une importance capitale pour la compréhension de nombreux phénomènes en biologie des plantes; ils jouent un rôle déterminant dans l'adaptation des plantes à leur environnement (Hebrard, 2012). Ces changements épigénétiques sont modulés lors du développement et de l'exposition au stress, résultant en un mécanisme de défense plus efficace (Bruce *et al.*, 2007 ; Tanou *et al.*, 2012).

V.3.1. Priming et mobilisation des réserves

Des processus liés à la germination tels que la respiration, le métabolisme énergétique et la mobilisation précoce des réserves se produisent pendant l'amorçage. L'amorçage augmente la production d'adénosine triphosphate ATP, de la charge énergétique et du rapport ATP/ADP. Les enzymes responsables de la mobilisation des protéines de stockage, de la mobilisation des glucides (α et β amylases) et des lipides mobilisation (isocitrate lyase) ont été soit synthétisés, soit activés pendant l'amorçage. Énergie plus élevée renouvellement et augmentation du taux de métabolisme chez les graines qui conduisent à une meilleure germination et au stress tolérance (**Raj A. et Raj S., 2010**).

V.3.2. Priming et systèmes antioxydants

Plusieurs auteurs ont expliqué l'amélioration de la germination chez les semences traitées par l'augmentation de ces activités enzymatiques antioxydantes qui permettent l'élimination des radicaux libres synthétisés en réponse d'un stress oxydatif pour éviter les dommages cellulaires (**Varier et al., 2010 ; Ahmed et al., 2012; Chawla et al., 2014**). Ainsi, l'activation de la machinerie antioxydante est la réponse de défense la plus importante dans les cellules vivantes dans des conditions de stress. Cette machinerie antioxydante se compose d'antioxydants enzymatiques, par exemple, la superoxyde dismutase (SOD), la catalase (CAT), la peroxydase (POX) et des composés antioxydants non enzymatiques, par exemple l'ascorbate, le tocophérol, les caroténoïdes (**Sánchez- Rodriguez et al., 2011**).

V.3.3. Priming et accumulation des osmolytes

Sur le plan physiologique, des études antérieures ont bien montré que le traitement de prégermination stimule la biosynthèse et l'accumulation des osmolytes tels que la proline libre et les sucres solubles (saccharose, tréhalose, fructose, ribose,..) afin d'assurer l'ajustement osmotique en conditions stressantes (**Boucelha, 2015**). Ainsi qu'une stimulation de la biosynthèse des osmolytes au niveau des embryons ceci étant corrélé avec une forte expression génétique et à des niveaux élevés de l'ARNm (**Gelormini, 1995**).

V.4. Effet Biostimulants des extraits des végétaux en présence du stress abiotique

Les plantes sont souvent soumises à des situations défavorables pour un développement et un fonctionnement optimaux, causés par des altérations de l'ambiance moyenne. Cet ensemble de situations défavorables est connu comme nom de stress environnemental (**Moreno, 2015**).

La définition des biostimulants comprend des matériaux organiques et des microorganismes appliqués aux cultures pour améliorer l'absorption des nutriments, stimuler croissance,

améliorer la tolérance au stress et la qualité d'entre eux (**DuJardin, 2015**). Ces substances et matières, lorsqu'elles sont appliquées aux plantes ou aux médias de culture, ont montré un potentiel de modification de la physiologie des plantes, de promouvoir leur croissance et d'améliorer leur réponse au stress; Son action se distingue des nutriments et des pesticides (**DuJardin, 2015**).

Deuxième partie : Etude expérimentale

Chapitre I : Matériel et méthodes

I. Matériel et méthodes

I.1. Objectif

Notre travail consiste à étudier l'effet de l'extrait végétal préparé à partir des feuilles de deux espèces de cyprès (riches en métabolites secondaires), et l'utiliser à différentes doses (100microlitres, 200microlitres et 300microlitres) sur les graines de deux espèces fourragères (orge et trèfle) au stade de germination, soumises aux différentes concentrations de NaCl (0_5_10_15_20g/l).

I.2. Matériel

I.2.1. Matériel végétal

Le travail a été réalisé dans 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* et *Cupressus arizonica*.

Les deux espèces *Cupressus* ont été identifiées botaniquement par Dr. Degaichia H. Les feuilles ont été récoltées au mois de Février 2021 (Benhamadi 2021), au niveau du département de Biotechnologie et Agro-écologie.

Les espèces fourragères étudiées :

- *Hordeum vulgare*, la variété de l'orge : Fouara et les graines ont été fournies par le laboratoire de recherche de Biotechnologie et des productions végétales.
- *Trifolium sp* les graines ont été fournies par le laboratoire de recherche de Biotechnologie et des productions végétales.

I.3. Méthodes

I.3.1. Application des extraits hydro-alcooliques sur les paramètres de germination des 2 espèces fourragères sous stress salin

Dans notre expérimentation nous avons choisi les extraits hydro-alcooliques qui sont riches en métabolites secondaires comme les polyphénols (**Benhamadi, 2021**).

I.3.1.1. Préparation de l'extrait végétal : (Romani et al., 2006)

Les feuilles des deux cupressus ont été séchées et broyées, puis la filtration dans les solvants : Eau et Méthanol,

10g de chaque matériel végétal était mis en contact avec 100ml un mélange de méthanol 70% (v/v) et eau. Après 24 heures d'agitation mécanique à température ambiante et à l'abri de la lumière, le mélange est filtré et évaporé à sec sous pression réduite à l'aide d'un évaporateur rotatif à 45°C afin d'obtenir l'extrait hydro-alcoolique. Les résidus obtenus sont conservés à 4°C jusqu'à utilisation.

Les flacons contenant les extraits sont couverts par un papier aluminium et conservés à 4°C (**Debbab, 2017**).



Figure 8 : Agitation mécanique à température ambiante et à l'abri de la lumière (**Photo Originale**).

I.3.1.2. Protocole expérimentale de germination

Le but de cette partie est l'étude de l'influence des 2 extraits hydro-alcoolique à différentes concentrations (100-200-300microlitres) sur la germination des graines des 2 espèces fourragères en présence et absence de NaCl. Pour cela, nous avons suivi ces 5 étapes :

Etape 1. Nous avons utilisé les graines de chaque espèces étudiées (orge et trèfle), elles sont préalablement désinfectées par l'hypochlorite de sodium à 10% pendant 2min, 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 boites de Pétri sur lesquelles sont tapissées 3 couches de papier absorbant utilisé comme substrat. 5 boites de Pétri contenant 10graines chacune ont été utilisées pour chaque dose de NaCl (0-5-10-15-20g/l) et pour chaque espèces (orge et trèfle).

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 amorcées, ainsi on l'a appliqué sur les graines amorcées.

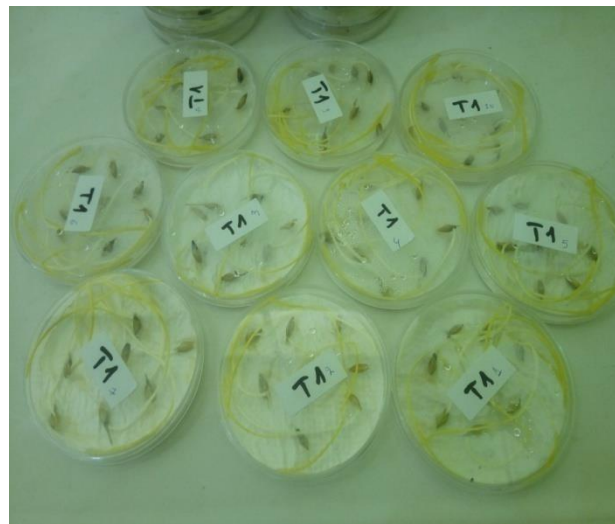


Figure 9 : Germination des graines de l'orge après l'imbibition (**Photo Originale**).

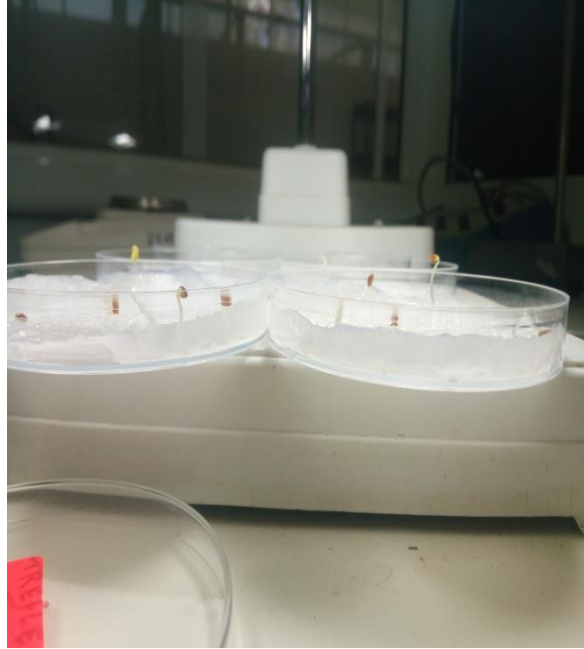


Figure 10 : Germination des graines de Trèfle après l'imbibition (**Photo Originale**).

Etape 4. L'amorçage des graines (orge et trèfle) par les 2 extraits à différentes concentrations pendant 24H en présence et absence de NaCl. Après 24H nous avons laissé les graines à sécher pendant 2H.

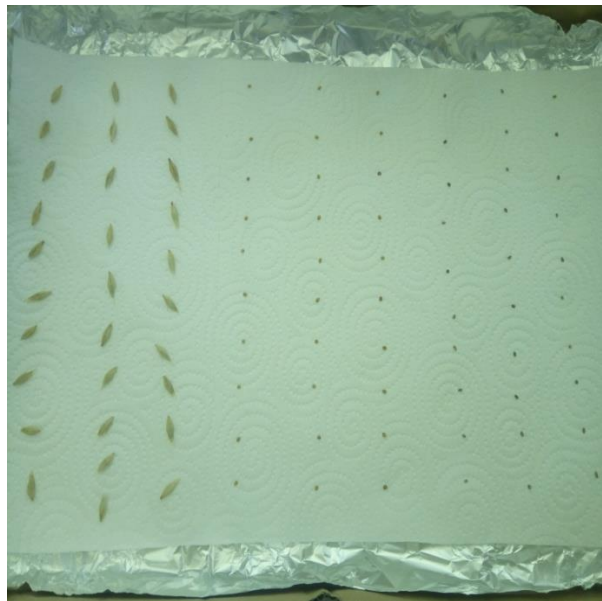


Figure 11 : Amorçage des graines par les deux extraits (**Photo Originale**).

Etape 5. Incubation à l'étuve à 25°C pendant 14 jours, les graines germées sont dénombrées quotidiennement lorsque la radicule (1mm) a percé les téguments, critère de germination retenu dans notre expérimentation. Les observations sont menées quotidiennement pour relever le nombre de graines germées.



Figure 12 : Incubation des graines à l'étuve à 25°C (Photo Originale).

I.3.2. Paramètres mesurés

I.3.2.1. Cinétique de germination.

Elle permet d'appréhender la signification de l'effet de 2 extraits sur le comportement germinatif des 2 espèces fourragères sous stress salin.

Le nombre des grains germés a été noté tous les 24 heures pendant 7 jours.

I.3.2.2. Taux de germination final

Ce paramètre constitue un meilleur moyen de déterminer la faculté germinative. Il est exprimé par le rapport nombre de graines germées sur nombre total de graines.

$$TG = (n/N) \cdot 100$$

n : nombre de graines germés

N : nombre totale de graines mises en germination

I.3.2.3. Moyenne de germination journalière

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)

$$MDG = TG/N$$

I.3.2.4. Taux cumulé de germination

L'indice du taux cumulé de germination a été déterminé par l'utilisation de la formule modifiée décrite par Bouton., (1976).

$$TCG = \frac{G2}{2} + \frac{G4}{4} + \frac{G6}{6}$$

Où G2, G4 et G6 sont les pourcentages de germination à 2, 4 et 6 jours après l'initiation de la germination.

I.3.2.5. Vitesse de germination

Selon **Come, 1970**, la vitesse de germination peut s'exprimer en temps moyen de germination (TMG) équivalent à l'inverse multiplié par 100 du coefficient de *Kotowski., 1926* et conduisant à la formule suivante :

$$TMG(jours) = \frac{(N1.T1) + (N2.T2) + \dots + (Nn.Tn)}{(N1 + N2 + \dots + Nn)}$$

N1 : est le nombre de graines germées au temps T1,

N2 : est le nombre de graines germées dans l'intervalle T1-T2.....

I.4. Analyses statistiques

L'analyse statistique des résultats obtenus a été réalisée par le logiciel SPSS© version 20.0.0 pour WindowsTM. Les expériences ont été répétées trois fois et les résultats montrent les mêmes tendances. 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 méthodes d'amorçage des graines en présence et absence de NaCl à différentes concentrations. Le test de Student est réalisé pour voir les différences entre les paramètres de germination vis-à-vis de chaque type d'extrait.

II. Résultats et Discussion

II.1. Résultats

II.1.1. Influence des différentes concentrations en NaCl en présence des extraits des 2 espèces de cyprès sur la germination des graines d'orge (*Hordeum vulgare*.L.)

Pour déterminer l'effet des extraits hydro-alcooliques des 2 espèces de cyprès *Cupressus arionica* et *Cupressus sempervirens* L. sur la germination des graines des 2 espèces fourragères (orge et le trèfle), nous avons étudié des paramètres physiologiques de germination comme : la Cinétique de germination, Evolution du taux de germination final (TG), Moyenne de germination journalière (MDG), le pourcentage d'inhibition de la germination.

II.1.1.1 Influence des différentes concentrations en NaCl en présence des extraits de *Cupressus arizonica* sur la germination des graines d'orge

II.1.1.1.1 Taux de germination final

Graphiques des interactions

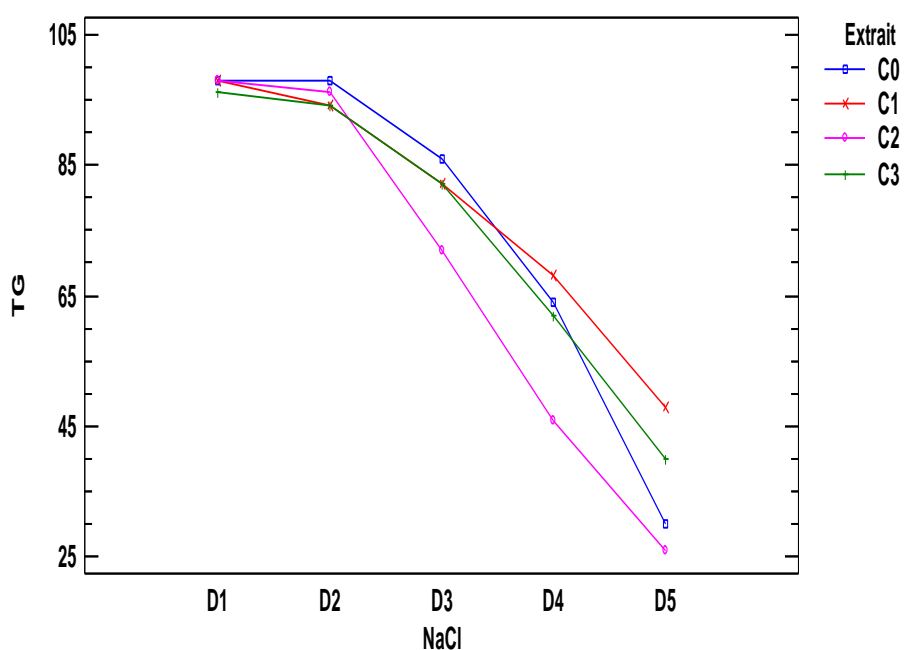


Figure 13 : Effet de diverses concentrations salines (en g/l de NaCl) sur le taux de germination final des plantes traitées par les extraits de *Cupressus arizonica* à différentes concentrations

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

C0=0, C1=100microlitres, C2=200microlitre, C3=300microlitres extraits arizonica

Les courbes de la figure 13 mettent en évidence le taux final de germination de l'orge (*Hordeum vulgare .L.*) en conditions de stress salin en présence et absence des extraits de *Cupressus arizonica*.

On note que le taux de germination des graines traitées au NaCl diminue par rapport au témoin. Nous enregistrons des valeurs de 95% chez les témoins (D0, C0) et respectivement 65% chez les graines traitées avec 15g/l de NaCl et 25% chez les graines traitées avec 20g/l de NaCl. Ainsi pour les graines traitées avec des concentrations de 100micromoles d'extraits et 20g/l de NaCl on a enregistré des valeurs de 55% (figure 13). L'analyse de la variance montre qu'il y avait une différence significative entre le taux de germination final des graines traitées à 100microlitres par l'extraits de *Cupressus arizonica* en présence de 20g/l de NaCl et ceux des graines non traitées et stressées à 20g/l de NaCl (p=0.000). Les traitements par les extraits à 100micromoles en présence de NaCl 20g/l a permis d'augmenter ce taux de germination.

II.1.1.1.2. VITESSE DE GERMINATION (TMG)

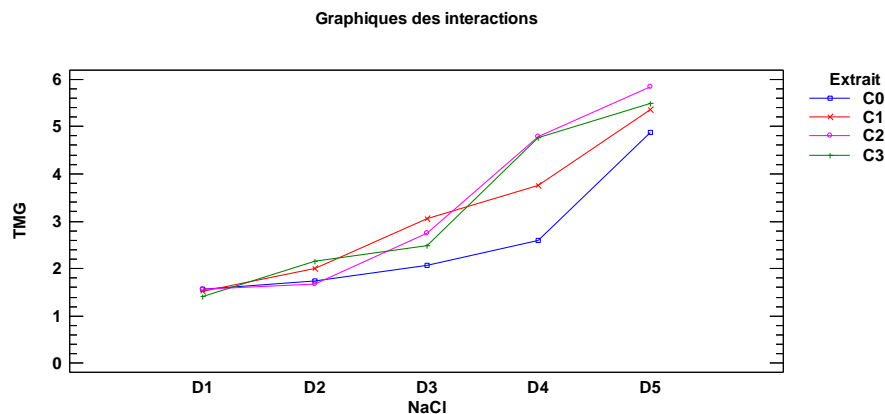


Figure 14 : Effet de diverses concentrations salines (en g/l de NaCl) sur le temps moyen de germination des plantes traitées par les extraits de *Cupressus arizonica* à différentes concentrations

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

C0=0, C1=100microlitres, C2=200microlitre, C3=300microlitres extraits arizonica

La figure 14 illustre les variabilités dans le temps moyen de germination (t) des graines d'orge testées par les différentes concentrations des extraits de *Cupressus arizonica* en présence des concentrations croissantes de NaCl, ce dernier est inversement Proportionnelle à la vitesse de germination.

On note que temps moyen de germination des graines non amorcées augmente par rapport au témoin à 10; 15; 20g/l spécialement où on enregistre des valeurs de 2, 2, 5, 4, 5 jours; Le traitement au NaCl diminue la vitesse de germination des graines d'orge traitées. Aussi pour les graines traitées avec des concentrations de 200micromoles d'extraits aux mêmes concentrations en NaCl nous avons enregistré respectivement des valeurs de 3, 8, 4, 5 et 6 jours (figure 14). Nous pouvons dire que le traitement aux extraits alcooliques à différentes concentrations a un effet négatif sur la vitesse de germination des graines d'orge, ils la ralentissent.

II.1.1.1.3.MOYENNE DE GERMINATION JOURNALIERE (cinétique de germination)

Les valeurs des moyennes de germination journalière (MDG) des graines d'orges soumises à différents concentrations de NaCl en présence et en absence des extraits de *Cupressus arizonica* sont représentées dans la figure ci-dessous.

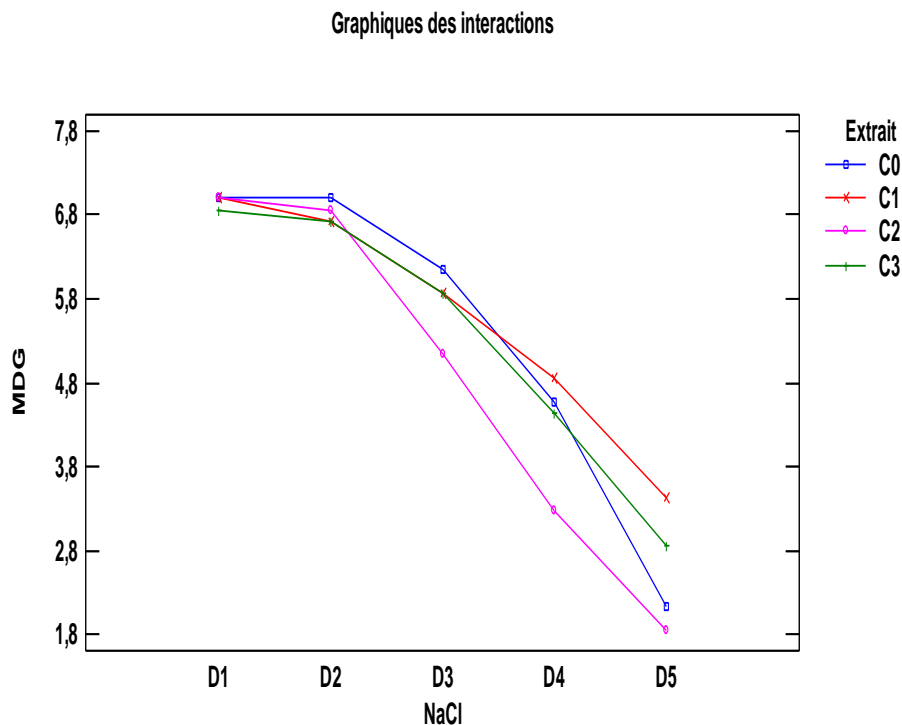


Figure 15 : L'effet des différentes concentrations en NaCl sur la moyenne de germination journalière de l'orge en présence et en absence des extraits de *Cupressus arizonica*

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

C0=0, C1=100microlitres, C2=200microlitre, C3=300microlitres extraits arizonica

On remarque que les valeurs des moyennes de germination journalière (MDG) des graines de l'orge diminuent en présence des concentrations élevées en NaCl. Elles passent de 6, 8graines/jours chez le témoin et 5g/l, elles diminuent et passent à 1, 8graines/jours chez les grainées traitées avec 20g/l de NaCl.

On note également que la meilleure valeur de la moyenne de germination journalière a été observée à la concentration de 20g/l en présence des extraits de *Cupressus arizonia* à 100 micromoles où on a noté une moyenne de 4, 2 graines par jour (figure 15). Par contre on a enregistré une moyenne de 1, 8 graines par jour chez les graines non traitées à 100 micromoles d'extrait et stressées avec 20g/l de NaCl (figure 15).

L'analyse de la variance au seuil 5% a montré qu'il y a une différence significative entre les valeurs des moyennes de germination journalière des graines amorcées et traitées avec 20g/l de NaCl et celles des graines non amorcées ($p=0.000$). Nous pouvons dire que les traitements par les extraits de *cupressus arizonica* permettent d'améliorer significativement la moyenne de germination journalière.

II.1.1.1.4. POURCENTAGE D'INHIBITION

Graphiques des interactions

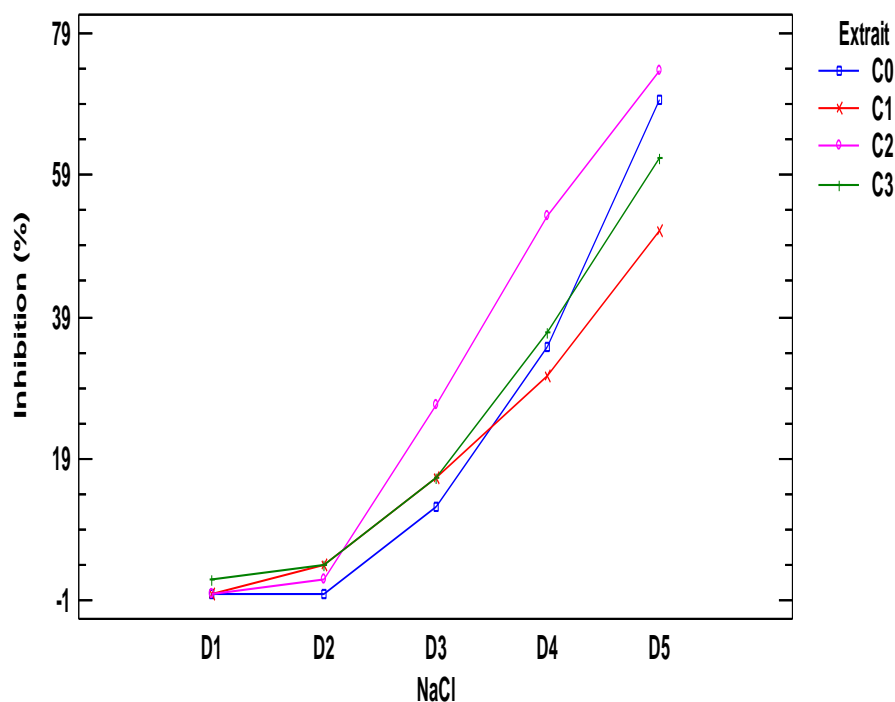


Figure 16 : L'Effet des différentes concentrations en NaCl sur l'inhibition de la germination des graines d'orge en absence et en présence des extraits de *Cupressus arizonica*

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

C0=0, C1=100microlitres, C2=200microlitre, C3=300microlitres extraits arizonica

On note que l'inhibition du pourcentage de germination a enregistré une augmentation observable chez les graines traitées avec des concentrations croissantes de NaCl 15, 20g/l (35% à 15g/l) puis on note une valeur de (70% à 20g/l). Par contre chez les graines traitées avec des concentrations de 100micromoles des extraits de *Cupressus arizonica* nous avons enregistré de faibles valeurs, 25% à 15g/l et 30,0% d'inhibition à 20g/l (figure16).

L'analyse de la variance nous permet de constater que l'amorçage des graines par les extraits à 100micromoles induit une différence significative ($p=0,03 < 0,05$) à 15g et 20g/l.

Nous pouvons dire que les traitements par les extraits de *cupressus arizonica* permettent d'améliorer significativement le pourcentage d'inhibition de la germination.

II.1.1.2 Influence des différentes concentrations en NaCl en présence des extraits de *Cupressus sempervirens* sur la germination des graines d'orge

II.1.1.2.1 TAUX FINAL DE GERMINATION

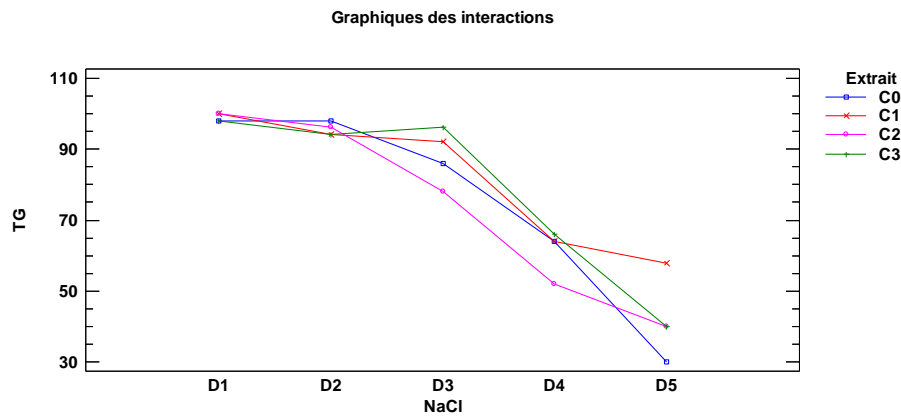


Figure 17 : Effet de diverses concentrations salines (en g/l de NaCl) sur le taux de germination final des plantes traitées par les extraits de *Cupressus sempervirens* à différentes concentrations

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

C0=0, C1=100microlitres, C2=200microlitre, C3=300microlitres extraits sempervirens

On note que le taux de germination diminue en fonction de la présence des concentrations de NaCl 5, 10, 15, 20g/l.

Les courbes de la figure 17 mettent en évidence le taux final de germination de l'orge en conditions de stress salin en présence et absence des extraits de *Cupressus sempervirens*,

On note que le taux de germination des graines non amorcées diminue par rapport au témoin nous avons enregistré des valeurs de 95% chez les témoins (D0= 0g/l, C0=0micromoles d'extraits) est respectivement à 60% chez les graines traitées avec 15g /l de NaCl et 30% chez les graines traitées avec 20g/l de NaCl. Nous constatons que les graines traitées avec des concentrations de 100micromoles d'extraits hydro alcooliques de *Cupressus sempervirens* combiné avec 20g/l de NaCl nous avons enregistré des valeurs du taux final de germination de 65% (figure 17). L'analyse de la variance montre qu'il y avait une différence significative entre le taux de germination final des graines traitées à 100microlitres de l'extraits de

Cupressus sempervirens en présence de 20g/l de NaCl et celle des graines non traitées et stressées au NaCl (p=0.000).

Pour les autres traitement nous observons aucune différence significative entre le taux de germination final des graines traitées à 200 microlitres et 300microlitres de l'extraits de *Cupressus sempervirens* en présence des autres concentrations de NaCl et ceux des graines non traitées et stressées au NaCl .

Les traitements par les extraits à 100micromoles en présence de NaCl 20g/l a permis d'augmenter ce taux de germination des graines d'orge.

II.1.1.2.2. VITESSE DE GERMINATION (TMG)

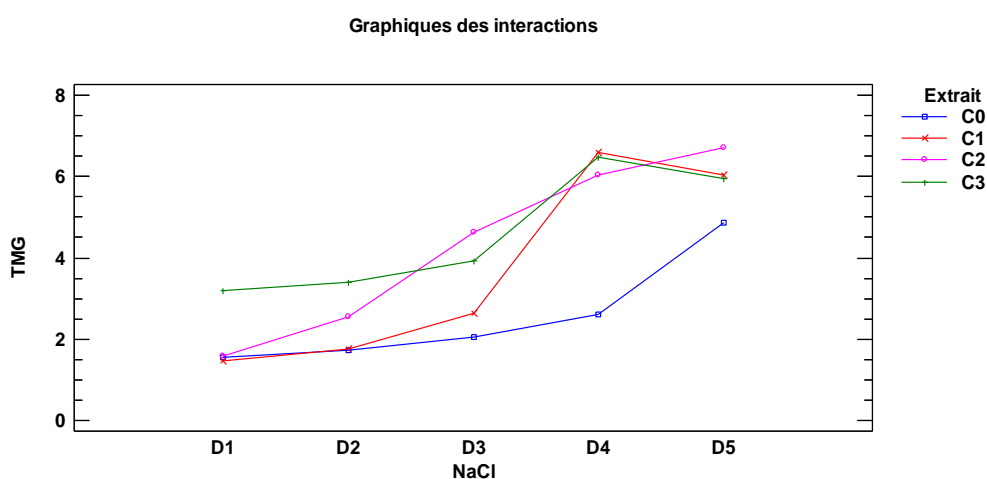


Figure 18 : Effet de diverses concentrations salines (en g/l de NaCl) sur le temps moyen de germination des plantes traitées par les extraits de *Cupressus sempervirens* à différentes concentrations

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

C0=0, C1=100microlitres, C2=200microlitre, C3=300microlitres extraits sempervirens

Les courbes de la figure 18 mettent en évidence le temps moyen de germination de l'orge en conditions de stress salin en présence et absence des extraits de *Cupressus sempervirens*, ce dernier est inversement Proportionnel à la vitesse de germination.

On note que le temps moyen de germination des graines non amorcées augmente par rapport au témoin) à 15g/l et 20g/l spécialement où on enregistre des valeurs de 2, 2 et 4, 5 graines /jours Aussi pour les graines traitées avec des concentrations de 100micromoles d'extraits aux mêmes concentrations on a enregistré respectivement des valeurs de 6, 2 et 6 jours (figure 17). L'analyse de la variance montre qu'il y avait une différence significative entre la

le temps moyen de germination des graines traitées à 100microlitres de l'extraits de *Cupressus sempervirens* et celle des graines non traitées (p=0.000).

Nous pouvons dire que le traitement aux extraits alcooliques de *Cupressus sempervirens* à différentes concentrations ont un effet négatif sur la vitesse de germination des graines d'orge, elles diminuent, ils la ralentissent.

II.1.3.MOYENNE DE GERMINATION JOURNALIERE (cinétique de germination)

Les valeurs des moyennes de germination journalière (MDG) des graines d'orges soumises à différents concentrations de NaCl en présence et en absence des extraits de *Cupressus sempervirens* sont représentées dans la figure ci-dessous.

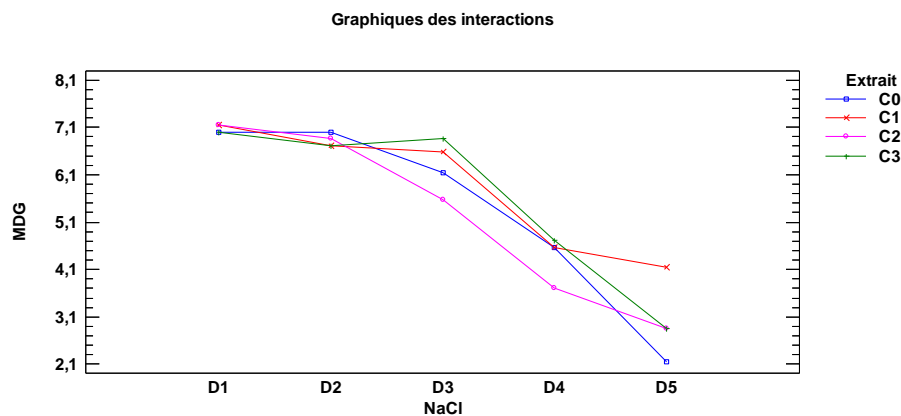


Figure 19 : L'effet des différentes concentrations en NaCl sur la moyenne de germination journalière de l'orge en présence et en absence des extraits de *Cupressus sempervirens*

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

C0=0, C1=100microlitres, C2=200microlitre, C3=300microlitres extraits sempervirens

On remarque que les valeurs des moyennes de germination journalière (MDG) des graines de l'orge diminuent en présence des concentrations élevées en NaCl. Elles passent de 7, 1 graines /jours chez le témoin et 5g/l, elles diminuent et passent à 4, 2 et 2, 1 graines/jours pour les concentrations élevées en NaCl 15 et 20g/l.

On note également que la meilleure valeur de la moyenne de germination journalière a été observée à la concentration de 20g/l en présence des extraits de *Cupressus sempervirens* à 100 micromoles où on a noté une moyenne de 4, 2 graines par jour (figure 19). Par contre on a

enregistré une moyenne de 2, 1 graines par jour chez les graines non traitées à 100 micromoles d'extrait et stressées au NaCl 20g/l (figure 19).

L'analyse de la variance au seuil 5% a montré qu'il y a une différence significative entre les valeurs des graines germées amorcées et celles des graines germées non amorcées ($p=0.000$).

Nous pouvons dire que les traitements par les extraits de *cupressus arizonica* permettent d'améliorer significativement la moyenne de germination journalière.

II.1.2. Influence des différentes concentrations en NaCl en présence des extraits des 2 espèces de cyprès sur la germination des graines de Trèfle

II.1.2.1 Influence des différentes concentrations en NaCl en présence des extraits de *Cupressus arizonica* sur la germination des graines du trèfle

II.1.2.-1. TAUX DE GERMINATION FINAL

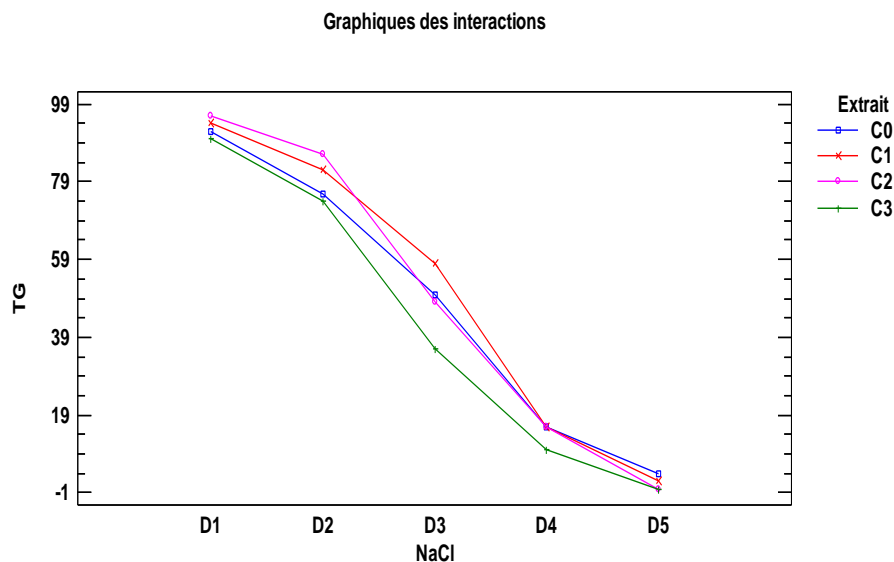


Figure 20 : Effet de diverses concentrations salines (en g/l de NaCl) sur le taux de germination final des plantes de trèfle traitées par les extraits de *Cupressus arizonica* à différentes concentrations

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

C0=0, C1=100microlitres, C2=200microlitre, C3=300microlitres extraits arizonica

On note que le taux de germination diminue en fonction de la présence des concentrations de NaCl 5, 10, 15, 20g/l.

On note que le taux de germination des graines non amorcées diminue par rapport au témoin spécialement où on enregistre des valeurs respectivement de 95% chez les témoins, 49% chez les graines traitées avec 10g /l de NaCl ,15% chez les graines traitées avec 15g/l de NaCl et 5% à 20g/l. Ainsi pour les graines traitées avec des concentrations de 100micromoles d'extraits et 10g/l de NaCl on a enregistré des valeurs de 59% (figure 20). L'analyse de la variance montre qu'il y avait une différence significative entre le taux de germination final des graines traitées à 100microlitres de l'extraits de *Cupressus sempervirens* en présence de 10g/l de NaCl et celle des graines non traitées et stressées au NaCl à 10g/l ($p=0.000$). Pour les autres concentrations aucune différence significative a été observée .Chez le trèfle les extraits de *cupressus arizonica* à une concentration de 100microlitres ont un effet positif significatif sur le taux de germination des graines traitées à 10g/l de NaCl.

II.1.2.2.MOYENNE DE GERMINATION JOURNALIERE (cinétique de germination)

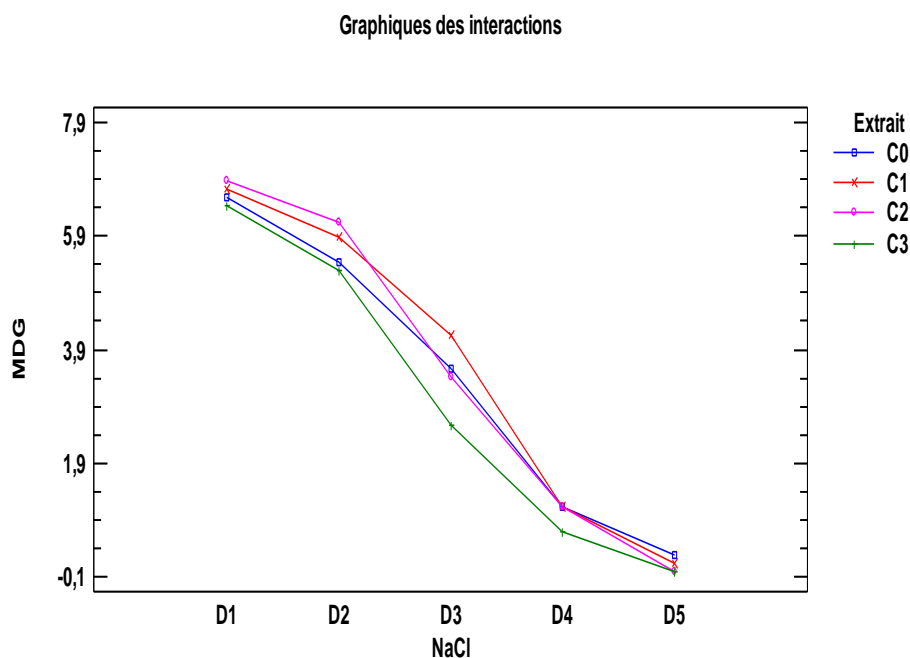


Figure 21: L'effet des différentes concentrations en NaCl sur la moyenne de germination journalière du trèfle en présence et en absence des extraits de *Cupressus arizonica*

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

C0=0, C1=100microlitres, C2=200microlitre, C3=300microlitres extraits arizonica

On remarque que les valeurs des moyennes de germination journalière (MDG) des graines de trèfle diminuent en présence des concentrations élevées en NaCl. Elles passent de 6, 5 graines/jours chez le témoin et 5, 8 graines /jours chez les plantes de trèfle traitées avec 5g/l, ensuite elles diminuent et passent à 3, 2, 1, 5 et 0, 5 graines /jours pour les concentrations élevées en NaCl 10, 15 et 20g/l.

On note également que la meilleure valeur de la moyenne de germination journalière a été observée à la concentration de 10g/l en présence des extraits de *Cupressus sempervirens* à 100 micromoles où on a noté une moyenne de 4, 5 graines par jour (figure 21). Par contre on a enregistré une moyenne de 3, 2 graines par jour chez les graines non traitées à 100 micromoles d'extraits et stressées au NaCl 10g/l (figure 21).

L'analyse de la variance nous permet de constater que l'amorçage des graines de trèfle par les extraits de *Cupressus arizonica* à 100micromoles induit une différence significative ($p=0,03 < 0,05$) à 10g.

Pour les autres traitements on observe qu'il y a aucune différence significative entre les valeurs des moyennes de germination journalière entre graines amorcées et celles des graines germées non amorcées.

Chez le trèfle les extraits de *cupressus arizonica* à une concentration de 100microlitres ont un effet positif significatif sur la moyenne de germination journalière des graines traitées à 10g/l de NaCl.

II.1.2.3.POURCENTAGE D'INHIBITION (ARIZONICA)

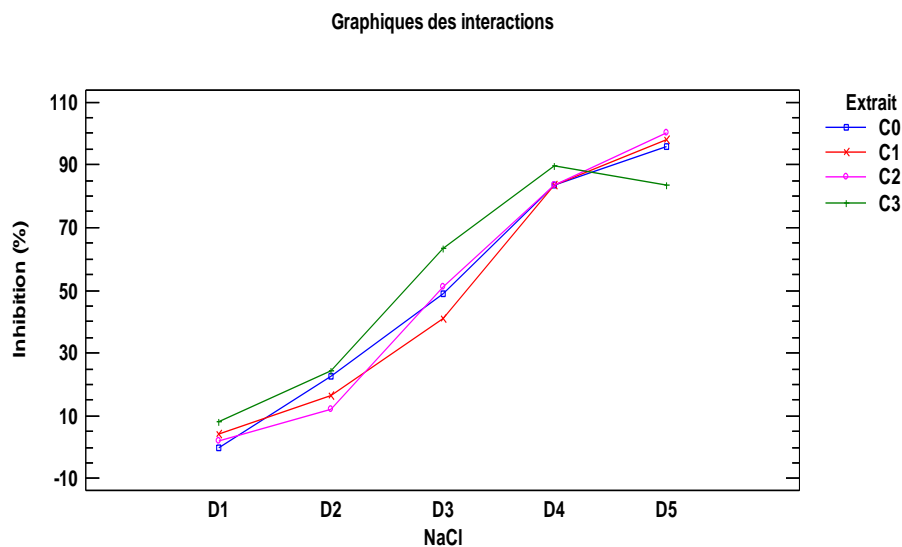


Figure 22 : l'Effet des différentes concentrations en NaCl sur l'inhibition de la germination des graines de trèfle en absence et en présence des extraits de *Cupressus arizonica*

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

C0=0, C1=100 microlitres, C2=200microlitre, C3=300microlitres extraits arizonica

On note que l'inhibition de germination a enregistré une augmentation observable chez les graines non amorcées avec l'augmentation des concentrations de NaCl, 10 g/l, 15, 20g/l (50% à 10g/l) puis on note une valeur de (80% à 15g/l) et (95% à 20g/l). Par contre chez les graines traitées avec des concentrations des extraits de *Cupressus arionica* à 100 micromoles nous avons enregistré de faibles valeurs, 30 % à 10g/l de NaCl (figure22).

L'analyse de la variance nous permet de constater que l'amorçage des graines de trèfle par les extraits de *Cupressus arizonica* à 100micromoles induit une différence significative ($p=0,03 < 0,05$) à 10g/l.

Nous pouvons dire que les traitements par les extraits de *cupressus arizonica* permettent d'améliorer significativement le pourcentage d'inhibition de la germination.

II.1.2.2.Influence des différentes concentrations en NaCl en présence des extraits de *Cupressus sempervirens* sur la germination des graines de trèfle

II.1-.2.2.1.TAUX DE GERMINATION FINAL

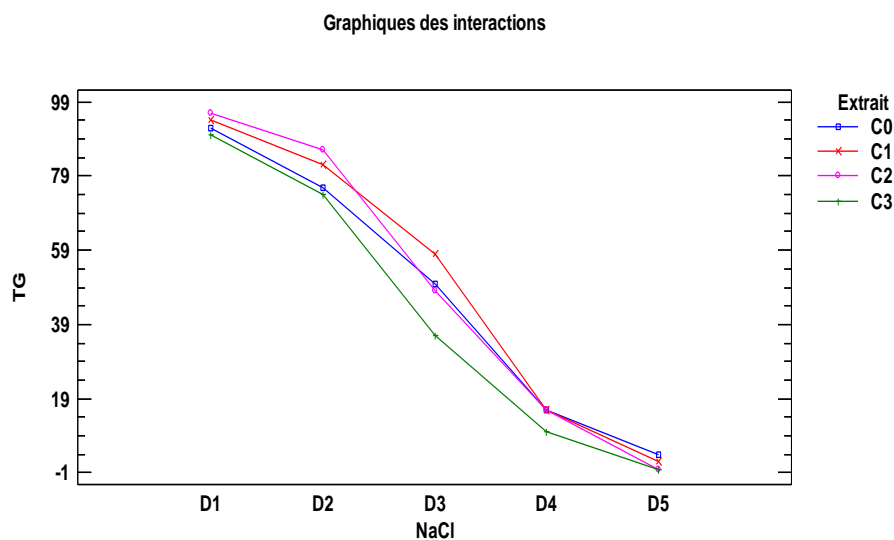


Figure 23 : Effet de diverses concentrations salines (en g/l de NaCl) sur le taux de germination final des plantes de trèfle traitées par les extraits de *Cupressus sempervirens* à différentes concentrations

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

C0=0, C1=100microlitres, C2=200microlitre, C3=300microlitres extraits sempervirens

On note que le taux de germination diminue en fonction de la présence des concentrations de NaCl 5, 10, 15, 20g/l.

Le taux de germination des graines non amorcées diminue par rapport au témoin à 10, 15 g/l et 20g/l spécialement où on enregistre des valeurs respectivement à 45% chez les graines traitées avec 10g/l de NaCl et 15% chez les graines traitées avec 15g/l de NaCl et 5% à 20g/l. Ainsi pour les graines traitées avec des concentrations de 100micromoles d'extraits et 10g/l de NaCl on a enregistré des valeurs de 59% (figure 23). L'analyse de la variance montre qu'il y avait une différence significative entre le taux de germination final des graines de trèfle traitées à 100microlitres de l'extraits de *Cupressus sempervirens* en présence de 10g/l de NaCl et celle des graines non traitées et stressées au NaCl à 10g/l ($p=0.000$). Pour les autres concentrations aucune différence significative n'a été observée.

II.12.2.2.MOYENNE DE GERMINATION JOURNALIERE (Cinétique de germination)

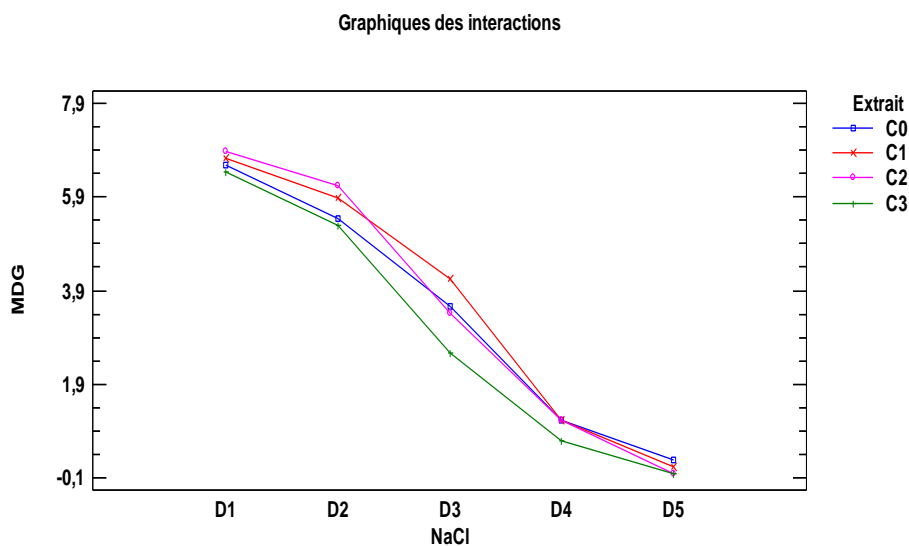


Figure 24 : L'effet des différentes concentrations en NaCl sur la moyenne de germination journalière du trèfle en présence et en absence des extraits de *Cupressus sempervirens*

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

C0=0, C1=100microlitres, C2=200microlitre, C3=300microlitres extraits sempervirens

On remarque que les valeurs des moyennes de germination journalière (MDG) des graines de trèfle diminuent en présence des concentrations élevées en NaCl. Elles passent de 7, 3 graines /jours chez le témoin et 5, 4 graines /jours chez les 5g/l, elles diminuent et passent à 3, 5,1, 5 et 0, 5graines /jours pour les concentrations élevées en NaCl 10, 15 et 20g/l.

On note également que les valeur de la moyenne de germination journalière a été observée à la concentration de 10g/l en présence des extraits de *Cupressus sempervirens* à 100 micromoles où on a noté une augmentation significative de cette moyenne de 3, 2 Graines par jour à 4, 5 graines/jours (figure 24).

L'analyse de la variance au seuil 5% a montré qu'il y a une différence significative entre les valeurs de la moyenne journalière des graines amorcées et traitées avec des concentrations de 10g/l de NaCl et celles des graines non amorcées et stressées à la mémé concentration de NaCl.

II.1.2.2.3.POURCENTAGE D'INHIBITION

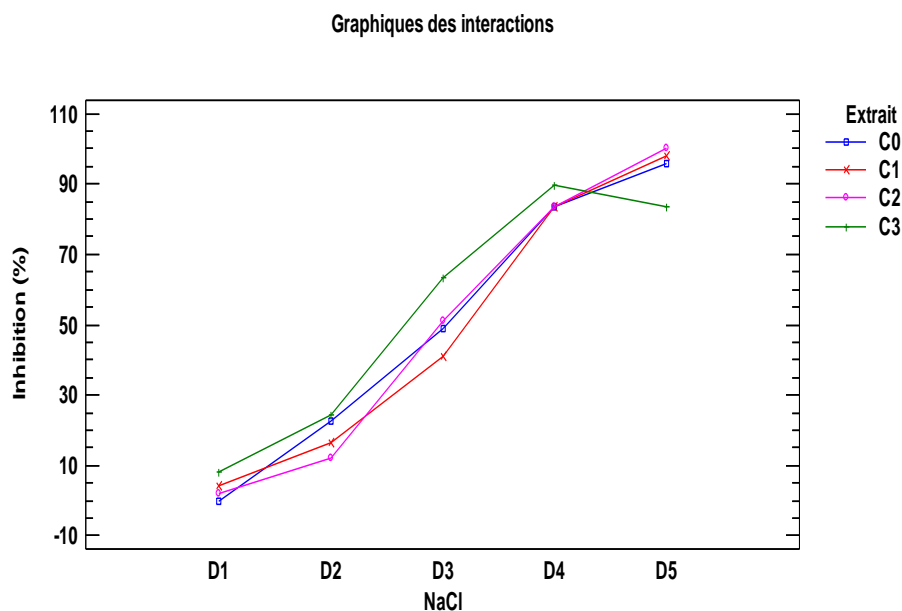


Figure 25 : l'Effet des différentes concentrations en NaCl sur l'inhibition de la germination des graines de trèfle en absence et en présence des extraits de *Cupressus Sempervirens*

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

C0=0, C1=100microlitres, C2=200microlitre, C3=300microlitres extraits sempervirens

On note que l'inhibition de germination a enregistré une augmentation observable chez les graines non amorcées (C0) et traitées avec des concentrations croissantes de NaCl, 10 g/l, 15 et 20g/l. L'inhibition de la germination est de 40% à 10g/l, puis on note une valeur de 80% à 15g/l et 95% à 20g/l. Par contre chez les graines traitées avec des concentrations d'extraits de *Cupressus sempervirens* à 100 micromoles nous avons enregistré une diminution du pourcentage de l'inhibition de la germination, il est de 30 % chez les graines de trèfle traitées avec 10g/l de NaCl (figure20).

L'analyse de la variance nous permet de constater que l'amorçage des graines de trèfle par les extraits de *Cupressus sempervirens* à 100micromoles induit une différence significative à 10g/l. Pour les autres concentrations des extraits à 100 et 200microlitres, on observe aucune différence significative entre les graines amorcées et traitées par les concentrations croissantes de NaCl.

II.2. Discussion

Nos résultats montrent que la présence des extraits organiques des 2 espèces de cyprès en présence des concentrations élevées en NaCl donnent des réponses significative sur l'ensemble des paramètres physiologique étudiés tels que le taux de germination final, moyenne de germination journalière (cinétique de germination) le pourcentage d'inhibition de germination.

Les extraits hydro-alcooliques utilisés sont d'origine foliaire. Plusieurs tests ont été effectués, à différentes concentrations, soit 100, 200, 300 microlitres D'après les résultats des analyses, il a été constaté en premier lieu que les extraits hydro-alcoolique de *Cupressus arizonica* et *Cupressus sempervirens* à 100 micromoles présentent un effet stimulateur significatif sur la germination des graines d'orge stressées par des concentrations élevées de NaCl, 20g/l et à 10g/l chez les graines de trèfle.

L'analyse de la variance des résultats du pourcentage final de germination ,taux final de germination, la moyenne de germination journalière, le pourcentage d'inhibition a montré que la salinité a un effet négatif significatif sur ces paramètres de croissance chez les 2 espèces fourragères étudiées : orge et le trèfle.

A partir des résultats moyens du pourcentage final de germination, taux final de germination, la moyenne de germination journalière, le pourcentage d'inhibition, la vitesse de germination, il est évident que ces paramètres ont décliné sous l'effet de la salinité. La germination est fortement réduite à la plus grande concentration de NaCl (20g/l) chez l'orge qui est une pseudo-halophyte et à 10g/l chez le trèfle, une légumineuse fourragère glycophyte. A cette concentration, le traitement des graines ainsi que leur amorçage par les extraits permettent d'atténuer considérablement l'effet de la salinité.

Les extraits hydro-alcooliques en présence de NaCl stimulent la germination des graines comparativement aux graines du lot témoin traitées aux NaCl. Ils montrent leur effets positif sur le processus physiologiques de germination (taux final de germination, moyenne journalière de germination, pourcentage de germination. Aussi, ces résultats mettent en évidence l'effet biostimulant, bioprotectants des extraits hydro-alcooliques des 2 espèces de cyprès riches en métabolites secondaires (Benhamadi 2021) vis-à-vis des graines d'orge et du trèfle. En plus, il est remarqué que tous les extraits, lorsqu'ils sont appliqués à des concentrations relativement faibles 100 microlitres l'effet stimulateur est fortement observé. Ade fortes concentrations 200 et 300 micromoles aucun effet n'a été observé ou un effet inhibiteur.

L'effet positif (stimulateurs ou inhibiteur) des extraits organiques comme les extraits d'algues, extraits de plantes...ect a été rapporté par plusieurs auteurs (**Germi safa et al., 2021**), **Dalhi K.2019**, **cherif ,R et al., 2015**, nos résultats concordent avec ce qui été observé par ces chercheurs.

Conclusion

Notre étude s'oriente vers l'exploration et la caractérisation du rôle des biostimulants organiques dans les processus d'acclimatation (tolérance et/ou résistance) de la germination de 2 espèces fourragères aux différentes concentrations en NaCl.

Les résultats expérimentaux sur la germination des graines, obtenus en conditions contrôlées montrent que les graines traitées avec différentes concentrations des substances organiques des 2 espèces de cyprès et les graines non traitées ont des réactions différentes.

L'amorçage des graines d'orge et de trèfle par des extraits organiques des 2 espèces de cyprès améliore significativement certains paramètres de la germination et le maintien de l'activité physiologique et hormonale et suggère que ces extraits jouent un rôle important.

Ces constatations fournissent les réponses attendues à l'hypothèse initiale, à savoir es-ce que ces extraits organiques ont la vocation de protéger et aider les graines d'orge et de trèfle contre les agressions extérieures, comme dans notre cas les concentrations de NaCl extrêmes.

La comparaison des réactions de l'état physiologique des graines en conditions de stress salin en fonction des concentrations des extraits hydro-alcooliques riches en métabolites (Benhammedi 2021) a montré que l'orge, à ce stade, est capable de tolérer des concentrations allant jusqu'à 20g/l, tandis que le trèfle est très sensible à cette concentration présente une sensibilité aux contraintes du milieu.

Ces résultats obtenus méritent donc une expérimentation plus large malgré qu'il y ait peu de travaux qui ont étudié l'effet bénéfique de extraits des végétaux sur certaines espèces fourragères sous stress abiotique. Au terme de ce modeste travail, les résultats auxquels nous avons aboutis sont préliminaires il serait intéressant de les approfondir afin de mieux explorer les mécanismes très complexes de tolérance et/ou résistance de l'association cultures fourragères-extraits végétaux -salinité capable de se développer dans un environnement défavorable.

À la lumière de ces résultats, il est intéressant de conclure que les extraits organiques possèdent un effet biostimulateurs et bioprotecteurs agissant même à faibles concentrations et stimulant la germination des graines d'orge et du trèfle. De ce fait, une meilleure connaissance de ce phénomène pourrait offrir des perspectives intéressantes pour la gestion de la flore spontanée des parcelles cultivées, et ainsi contribuer à la protection des cultures contre les contraintes salines.

Annexes

Analyses statistiques

Tests des étendues multiples pour Inhibition (%) par NaCl

Méthode: 95,0 % LSD

NaCl	Effectif	Moyenne MC	Ecart-type MC	Groupe homogène
D1	20	0,510204	1,83248	X
D2	20	2,55102	1,83248	X
D3	20	17,8571	1,83248	X
D4	20	38,7755	1,83248	X
D5	20	63,7755	1,83248	X

Contraste	Sig.	Différence	+/- limites
D1 - D2		-2,04082	5,15729
D1 - D3	*	-17,3469	5,15729
D1 - D4	*	-38,2653	5,15729
D1 - D5	*	-63,2653	5,15729
D2 - D3	*	-15,3061	5,15729
D2 - D4	*	-36,2245	5,15729
D2 - D5	*	-61,2245	5,15729
D3 - D4	*	-20,9184	5,15729
D3 - D5	*	-45,9184	5,15729
D4 - D5	*	-25,0	5,15729

* indique une différence statistiquement significative.

Tests des étendues multiples pour TG par NaCl

Méthode: 95,0 % LSD

NaCl	Effectif	Moyenne MC	Ecart-type MC	Groupe homogène
D5	20	36,0	1,79583	X
D4	20	60,0	1,79583	X
D3	20	80,5	1,79583	X
D2	20	95,5	1,79583	X
D1	20	97,5	1,79583	X

Contraste	Sig.	Différence	+/- limites
D1 - D2		2,0	5,05414
D1 - D3	*	17,0	5,05414
D1 - D4	*	37,5	5,05414
D1 - D5	*	61,5	5,05414
D2 - D3	*	15,0	5,05414
D2 - D4	*	35,5	5,05414
D2 - D5	*	59,5	5,05414
D3 - D4	*	20,5	5,05414
D3 - D5	*	44,5	5,05414
D4 - D5	*	24,0	5,05414

* indique une différence statistiquement significative.

Tests des étendues multiples pour TMG par NaCl

Méthode: 95,0 % LSD

NaCl	Effectif	Moyenne MC	Ecart-type MC	Groupe homogène
D1	20	1,51889	0,194128	X
D2	20	1,89764	0,194128	X
D3	20	2,58798	0,194128	X

D4	20	3,97744	0,194128	X
D5	20	5,38667	0,194128	X

Contraste	Sig.	Différence	+/- limites
D1 - D2		-0,37875	0,546349
D1 - D3	*	-1,06909	0,546349
D1 - D4	*	-2,45855	0,546349
D1 - D5	*	-3,86778	0,546349
D2 - D3	*	-0,690337	0,546349
D2 - D4	*	-2,0798	0,546349
D2 - D5	*	-3,48903	0,546349
D3 - D4	*	-1,38946	0,546349
D3 - D5	*	-2,79869	0,546349
D4 - D5	*	-1,40923	0,546349

* indique une différence statistiquement significative.

Tests des étendues multiples pour MDG par NaCl

Méthode: 95,0 % LSD

NaCl	Effectif	Moyenne MC	Ecart-type MC	Groupe homogène
D5	20	2,57143	0,128273	X
D4	20	4,28571	0,128273	X
D3	20	5,75	0,128273	X
D2	20	6,82143	0,128273	X
D1	20	6,96429	0,128273	X

Contraste	Sig.	Différence	+/- limites
D1 - D2		0,142857	0,36101
D1 - D3	*	1,21429	0,36101
D1 - D4	*	2,67857	0,36101
D1 - D5	*	4,39286	0,36101
D2 - D3	*	1,07143	0,36101
D2 - D4	*	2,53571	0,36101
D2 - D5	*	4,25	0,36101
D3 - D4	*	1,46429	0,36101
D3 - D5	*	3,17857	0,36101
D4 - D5	*	1,71429	0,36101

* indique une différence statistiquement significative.

Tests des étendues multiples pour Inhibition (%) par NaCl

Méthode: 95,0 % LSD

NaCl	Effectif	Moyenne MC	Ecart-type MC	Groupe homogène
D1	20	3,57143	2,42548	X
D2	20	18,8776	2,42548	X
D3	20	51,0204	2,42548	X
D4	20	85,2041	2,42548	X
D5	20	94,3878	2,42548	X

Contraste	Sig.	Différence	+/- limites
D1 - D2	*	-15,3061	6,82623
D1 - D3	*	-47,449	6,82623
D1 - D4	*	-81,6327	6,82623
D1 - D5	*	-90,8163	6,82623
D2 - D3	*	-32,1429	6,82623
D2 - D4	*	-66,3265	6,82623
D2 - D5	*	-75,5102	6,82623
D3 - D4	*	-34,1837	6,82623
D3 - D5	*	-43,3673	6,82623
D4 - D5	*	-9,18367	6,82623

* indique une différence statistiquement significative.

Tests des étendues multiples pour MDG par NaCl

Méthode: 95,0 % LSD

NaCl	Effectif	Moyenne MC	Ecart-type MC	Groupe homogène
D5	20	0,107143	0,115728	X
D4	20	1,03571	0,115728	X
D3	20	3,42857	0,115728	X
D2	20	5,67857	0,115728	X
D1	20	6,64286	0,115728	X

Contraste	Sig.	Différence	+/- limites
D1 - D2	*	0,964286	0,325701
D1 - D3	*	3,21429	0,325701
D1 - D4	*	5,60714	0,325701
D1 - D5	*	6,53571	0,325701
D2 - D3	*	2,25	0,325701
D2 - D4	*	4,64286	0,325701
D2 - D5	*	5,57143	0,325701
D3 - D4	*	2,39286	0,325701
D3 - D5	*	3,32143	0,325701
D4 - D5	*	0,928571	0,325701

* indique une différence statistiquement significative.

Tests des étendues multiples pour TG par NaCl

Méthode: 95,0 % LSD

NaCl	Effectif	Moyenne MC	Ecart-type MC	Groupe homogène
D5	20	1,5	1,62019	X
D4	20	14,5	1,62019	X
D3	20	48,0	1,62019	X
D2	20	79,5	1,62019	X
D1	20	93,0	1,62019	X

Contraste	Sig.	Différence	+/- limites
D1 - D2	*	13,5	4,55982
D1 - D3	*	45,0	4,55982
D1 - D4	*	78,5	4,55982
D1 - D5	*	91,5	4,55982
D2 - D3	*	31,5	4,55982
D2 - D4	*	65,0	4,55982
D2 - D5	*	78,0	4,55982
D3 - D4	*	33,5	4,55982
D3 - D5	*	46,5	4,55982
D4 - D5	*	13,0	4,55982

* indique une différence statistiquement significative.

Tests des étendues multiples pour Inhibition (%) par Extrait

Méthode: 95,0 % LSD

Extrait	Effectif	Moyenne MC	Ecart-type MC	Groupe homogène
C1	25	17,0169	1,44536	X
C3	25	19,8644	1,44536	XX
C0	25	23,4576	1,44536	XX
C2	25	25,5593	1,44536	X

Contraste	Sig.	Différence	+/- limites
C0 - C1	*	6,44068	4,06778

C0 - C2		-2,10169	4,06778
C0 - C3		3,59322	4,06778
C1 - C2	*	-8,54237	4,06778
C1 - C3		-2,84746	4,06778
C2 - C3	*	5,69492	4,06778

* indique une différence statistiquement significative.

Tests des étendues multiples pour MDG par NaCl

Méthode: 95,0 % LSD

NaCl	Effectif	Moyenne MC	Ecart-type MC	Groupe homogène
D5	20	3,0	0,11462	X
D4	20	4,39286	0,11462	X
D3	20	6,28571	0,11462	X
D2	20	6,82143	0,11462	X
D1	20	7,07143	0,11462	X

Contraste	Sig.	Différence	+/- limites
D1 - D2		0,25	0,322584
D1 - D3	*	0,785714	0,322584
D1 - D4	*	2,67857	0,322584
D1 - D5	*	4,07143	0,322584
D2 - D3	*	0,535714	0,322584
D2 - D4	*	2,42857	0,322584
D2 - D5	*	3,82143	0,322584
D3 - D4	*	1,89286	0,322584
D3 - D5	*	3,28571	0,322584
D4 - D5	*	1,39286	0,322584

* indique une différence statistiquement significative.

Tests des étendues multiples pour TG par NaCl

Méthode: 95,0 % LSD

NaCl	Effectif	Moyenne MC	Ecart-type MC	Groupe homogène
D5	20	42,0	1,60468	X
D4	20	61,5	1,60468	X
D3	20	88,0	1,60468	X
D2	20	95,5	1,60468	X
D1	20	99,0	1,60468	X

Contraste	Sig.	Différence	+/- limites
D1 - D2		3,5	4,51618
D1 - D3	*	11,0	4,51618
D1 - D4	*	37,5	4,51618
D1 - D5	*	57,0	4,51618
D2 - D3	*	7,5	4,51618
D2 - D4	*	34,0	4,51618
D2 - D5	*	53,5	4,51618
D3 - D4	*	26,5	4,51618
D3 - D5	*	46,0	4,51618
D4 - D5	*	19,5	4,51618

* indique une différence statistiquement significative.

Méthode: 95,0 % LSD

NaCl	Effectif	Moyenne MC	Ecart-type MC	Groupe homogène
D1	20	1,95167	0,18234	X
D2	20	2,36361	0,18234	X
D3	20	3,30944	0,18234	X
D4	20	5,41744	0,18234	X

D5	20	5,88845	0,18234	X
----	----	---------	---------	---

Contraste	Sig.	Différence	+/- limites
D1 - D2		-0,411944	0,513174
D1 - D3	*	-1,35778	0,513174
D1 - D4	*	-3,46577	0,513174
D1 - D5	*	-3,93679	0,513174
D2 - D3	*	-0,945833	0,513174
D2 - D4	*	-3,05383	0,513174
D2 - D5	*	-3,52484	0,513174
D3 - D4	*	-2,108	0,513174
D3 - D5	*	-2,57901	0,513174
D4 - D5		-0,471012	0,513174

* indique une différence statistiquement significative.

Tests des étendues multiples pour Inhibition (%) par NaCl

Méthode: 95,0 % LSD

NaCl	Effectif	Moyenne MC	Ecart-type MC	Groupe homogène
D1	20	3,57143	2,42548	X
D2	20	18,8776	2,42548	X
D3	20	51,0204	2,42548	X
D4	20	85,2041	2,42548	X
D5	20	94,3878	2,42548	X

Contraste	Sig.	Différence	+/- limites
D1 - D2	*	-15,3061	6,82623
D1 - D3	*	-47,449	6,82623
D1 - D4	*	-81,6327	6,82623
D1 - D5	*	-90,8163	6,82623
D2 - D3	*	-32,1429	6,82623
D2 - D4	*	-66,3265	6,82623
D2 - D5	*	-75,5102	6,82623
D3 - D4	*	-34,1837	6,82623
D3 - D5	*	-43,3673	6,82623
D4 - D5	*	-9,18367	6,82623

* indique une différence statistiquement significative.

Tests des étendues multiples pour TG par NaCl

Méthode: 95,0 % LSD

NaCl	Effectif	Moyenne MC	Ecart-type MC	Groupe homogène
D5	20	1,5	1,62019	X
D4	20	14,5	1,62019	X
D3	20	48,0	1,62019	X
D2	20	79,5	1,62019	X
D1	20	93,0	1,62019	X

Contraste	Sig.	Différence	+/- limites
D1 - D2	*	13,5	4,55982
D1 - D3	*	45,0	4,55982
D1 - D4	*	78,5	4,55982
D1 - D5	*	91,5	4,55982
D2 - D3	*	31,5	4,55982
D2 - D4	*	65,0	4,55982
D2 - D5	*	78,0	4,55982
D3 - D4	*	33,5	4,55982
D3 - D5	*	46,5	4,55982
D4 - D5	*	13,0	4,55982

* indique une différence statistiquement significative.

Tests des étendues multiples pour MDG par NaCl

Méthode: 95,0 % LSD

<i>NaCl</i>	<i>Effectif</i>	<i>Moyenne MC</i>	<i>Ecart-type MC</i>	<i>Groupe homogène</i>
D5	20	0,107143	0,115728	X
D4	20	1,03571	0,115728	X
D3	20	3,42857	0,115728	X
D2	20	5,67857	0,115728	X
D1	20	6,64286	0,115728	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Différence</i>	<i>+/- limites</i>
D1 - D2	*	0,964286	0,325701
D1 - D3	*	3,21429	0,325701
D1 - D4	*	5,60714	0,325701
D1 - D5	*	6,53571	0,325701
D2 - D3	*	2,25	0,325701
D2 - D4	*	4,64286	0,325701
D2 - D5	*	5,57143	0,325701
D3 - D4	*	2,39286	0,325701
D3 - D5	*	3,32143	0,325701
D4 - D5	*	0,928571	0,325701

* indique une différence statistiquement significative.

Références bibliographiques

- Abbas K., et Abdelguerfi A., 2008.** Evaluation of a regenerated natural meadow in a semi - arid area of Algeria. *Option méditerranéennes A.* 79: 179-185.
- Abdelguerfi A., Laouar M., et M'hammedi Bouzina M. (2008).** Les productions fourragères et pastorales en Algérie : Situation et Possibilités d'Amélioration. *Revue Semestrielle 'Agriculture & développement'* (INVA, Alger), janvier 2008, 14-25p.
- Acharya AR, Wofford DS, Kenworthy K, Quesenberry KH (2011).** Combining ability analysis of resistance in white clover to southern root-knot nematode. *Crop Sci* 51:1928–1934.
- Adams RP, Zanoni TA, Lara A, Barrero AF, Cool LG.** Comparisons among *Cupressus arizonica* Greene, *C. benthamii* Endl., *C. lindleyi* Klotz. ex Endl. and *C. lusitanica* Mill. Using leaf essential oils and DNA fingerprinting. *J Essent Oil Res.* 1997; 9:303–9.
- Afsharypuor S, Tavakoli P.** Essential oil constituents of leaves and fruits of *Cupressus arizonica* Greene. *J Essent Oil Res.* 2005; 17:225–6.
- Ahmed Z., Sheikh M. A., Hameed A., Salah ud Din. 2012.** Investigation of antioxidant enzymes and biochemical changes in the wheat seeds (freed) induced by different presowing treatments. *World Appl. Sci. J.* 18(1): 31-36.
- Akob CA, Ewete FK.** Laboratory Evaluation of Bioactivity of Ethanolic Extracts of Plants Used for Protection of Stored Maize against *Sitophilus zeamais* Motschulsky in Cameroon. *Afr Entomol.* 2009; 17:90–4.
- Al-Snafi A.E., 2016.** Medical importance of *Cupressus sempervirens*- A review. *IOSR Journal Of Pharmacy*, 6(6) : 66-76.
- AMMARI S., 2011** – Contribution à l'étude de germination des graines des plantes sahariennes broutées par le dromadaire, 46p.
- Amri I., Hamrouni L., Hanana M., Gargouri S., Jamoussi B., 2013.** Chemical composition, bio-herbicidal and antifungal activities of essential oils isolated from Tunisian common cypress (*Cupressus sempervirens* L.). *Journal of Medicinal Plants Research*, 7(16): 1070-1080.
- Anonyme, 2020.** Les céréales, culture essentielle de l'alimentation, Jardin & Binette <https://jardinage.lemonde.fr/dossier-1519-cereales-culture-essentielle-alimentation.html>
- Ansari O., Azadi M. S., Sharif-zadeh F. and Younesi E. 2013.** Effect of hormone priming on germination characteristics and enzyme activity of mountain rye (*Secale montanum*) seeds under drought stress conditions. *J. Stress Physiol Biochem* 9: 61-71.

ANZALA F. J, 2006 - Contrôle de la vitesse de germination chez le maïs (*Zea mays*) :étude de la voie de biosynthèse des acides aminés issus de l'aspartate et recherche deQTLs. Thèse de doctorat ; Université d'Angers ; 148 p.

Arfaoui.n., 2002. Etude de comportement des cyprès dans les arboretums. Mémoire de fin d'étude du cycle de technicien supérieur. ISPT Tabarka. P54.

Ashraf M., Foolad M. R. (2005).Pre-sowing seTanou G., Fotopoulos V., Molassiotis A. (2012). Priming against environmental challenges and proteomics in plants: update and agricultural perspectives. *Frontiers in plant science.*, 3(216): 1-5.ed treatment– a shotgun approach to improve germination, plant growth, and crop yield under saline and non-saline conditions. *Adv. Agron.*, 88: 223-227.

Atici O., Agar G. and Battal P. 2003. Interaction between endogenous plant hormones and alpha-amylase in germinating chickpea seeds under cadmium exposure. *Fresenius Environ Bull* 12: 781-785.

Badraoui H, Meziani S. Effet de la contrainte saline sur la germination et la croissance de quelques variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.) [En ligne]. Mémoire de Master. Algérie : Université 8 Mai 1945 Guelma, 2019, p 248. Disponible sur consulté le (04/06/2020).

Basra S.M.A., Pannu I.A., Afzal I. (2003).Evaluation of seedling vigor of hydro and matriprimed wheat (*Triticum aestivum L.*) seeds. *Int. J. Agric. Biol.*, 5(2): 121-123.

Basu, S., & Kumar, G. (2020). Nitrogen Fixation in a Legume-Rhizobium Symbiosis: The Roots of a Success Story. In *Plant Microbe Symbiosis* (pp. 35-53). Springer, Cham.

Bayard P. (1991). Etude de la germination des semences de six espèces herbacées en fonction du régime hydrique, DEA d'agrochimie, Université de Grenoble I, 28 p.

Begum, M.M., Sariah, M., Puteh, A.B., Zainal-Abidin, M.A., Rahman, M.A. and Siddiqui, Y. 2010. Field performance of bio-primed seeds to suppress *Colletotrichum truncatum* causing damping-off and seedling stand of soybean. *Biological Control* 53:18-23.

Beker.m. et al., 1982. Larousse des arbres et arbustes. Librairie Larousse. Paris. P24.

Belaid DJ., 1986. Aspect de la céréaliculture algérienne, OPU, 207p.

Benhamadi M., 2021 – *Effet des extraits phénoliques des cyprès sur le développement de pseudomonas aeruginosa.* Mém Master, Univ. Saad Dahleb Blida, Algérie, 54p.

Ben Nouri A., Dhifi W., Bellili S., Ghazghazi H., Aouadhi Ch., Chérif A., Hammami M., Mnif W., 2015. “Chemical Composition, Antioxidant Potential, and Antibacterial Activity of Essential Oil Cones of Tunisian *Cupressus sempervirens*”. Hindawi Publishing Corporation, *Journal of Chemistry*, 2015: 1-8.

Benidire L., Daoui K., Fatemi Z.A., Achouak W., Bouarab L., Oufdou K., 2015 -Effet du stress salin sur la germination et le développement des plantules de *Vicia faba (L.)*. *Journal of Materials and Environmental Science*, vol 6 (3), 840-851.

BEWLEY J.D et BLACK M., 1994 - Seeds: Physiology of development and germination. Peplum Press, New York (NY). 445 p.

Bhatt RM, Selvakumar G, Upreti K, Jowda PC. Effect of biopriming with Enterobacter strains on seed germination and seedling growth of tomato (*Solanum lycopersicum L.*) under osmotic stress. Proc Natl Acad Sci India Sect B—Biol Sci. 2015; 85(1):63–9.

BINET (P.), 1967. - Culture sans sol de *Cochlearia arzgleia L.* Rev. gén. Bol., 74, 135-156.

Bohlmann, J., Meyer-Gauen, G., Croteau, R., 1998. Plant terpenoid synthases: molecularbiology and phylogenetic analysis. Proc. Natl. Acad. Sci. 95, 4126–4133.

Boscaiu, M., & Fita, A. (2020). Physiological and Molecular Characterization of Crop Resistance to Abiotic Stresses. Agronomy, 10(9), 1308.

Boucelha L. 2015. Compréhension des mécanismes régissant l'endurcissement des graines de *Vigna unguiculata(L.)* Walp. Thèse de Doctorat, Université Houari Boumediene, Alger, Algérie, 166p.

Boucelha L., Djebbar R. (2015). Influence de différents traitements de prégermination des graines de *Vigna unguiculata(L.)* Walp. sur les performances germinatives et la tolérance au stress hydrique. Biotechnol. Agron. Soc. Environ., 19(2): 132-144.

Boucelha L., Djebbar R. 2015. Influence de différents traitements de prégermination des graines de *Vigna unguiculata (L.)* Walp. sur les performances germinatives et la tolérance au stress hydrique. Biotechnol. Agron. Soc. Environ 19(2): 132-144.

Boucelha L., Djebbar R. and Abrous-Belbachir O. (2019). *Vigna unguiculata (L.)* Walp. seed priming is related to redox status of plumule, radicle and cotyledons. Functional Plant Biology., DOI : 10.1071/FP18202.

Boucelha L., Djebbar R. and Abrous-Belbachir O. 2019. *Vigna unguiculata (L.)* Walp. Seed priming is related to redox status of plumule, radicle and cotyledons. Functional Plant Biology., DOI : 10.1071/FP18202.

Bouchoukh I., (2010). Comportement écophysiological de deux chénopodiacées des genres *Atriplex* et *Spinacia* soumises au stress salin. Mém. magister en Bio. Végétale, Univ.Mentouri Constantine, 85 p.

Bouhamed R., Zidane O., 2019. Contribution à l'étude phytochimique de l'extrait brut de *Lepidium sativum* (hab erchad) et leur effet sur certaines maladies. Memoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Master Académique en Sciences biologiques. Université Echahid Hamma Lakhdar-Eloued, faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, 118p.

Boulal H., Zaghouane O., El Mourid M., et Rezgui L., 2007. Guide pratique de la conduite des céréales d'automne (blés et orges) dans le Maghreb (Algérie, Maroc, Tunisie). Ed. TIGC, INRA, ICARDA, Algérie, 176 p.

Bourgau, F., Gravot, A., Milesi, S., and Gontier, E., Production of plant secondary metabolites: a historical perspective. *Plant science* 2001. 161(5): p. 839-851.

Bourizq Z. Caractérisation phénotypique génétique des germoplasmes de blé (*Triticum aestivum* L.) vis-à-vis de la salinité [En ligne]. Mémoire de Master. Maroc : Université Moulay Ismail, 2019, p 92. Disponible sur consulté le (14/05/2020).

Bouyahyaoui A(2016). Contribution à la valorisation des substances naturelles Étude des huiles essentielles des cupressacées de la région de l'Atlas algérien. Thèse de doctorat en science, Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie département de Biologie, 115P.

Bouyahyaoui A., 2017. Contribution à la valorisation des substances naturelles : Etude des huiles essentielles des cupressacées de la région de l'Atlas algérien. Thèse Pour l'obtention du diplôme de Doctorat en Sciences biologique. Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem, faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, 89p.

Bouzerzour H., A. Djekoun, A. Benmahammed, KL. Hassous. 1998. Contribution de la biomasse aérienne, de l'indice de récolte et de la précocité à l'épiaison au rendement grain de l'orge (*Hordeum vulgare* L.) en zone d'altitude. Cahiers de l'Agriculture, 8:133-137.

Bradford K. J. 1986. Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions. *Hort Science* 21: 1105-1112.

Bradford K.J. (1986). Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions. *Hort Science.*, 21: 1105-1112.

Briemann, H.L., Setzer, W.N., Kaufman, P.B., Kirakosyan, A., CsekeLJ, P., 2006. The chemical components of plants. *Nat. Prod. Plants* 1–50.

Brofas G., Karetos G., Dimopoulos P., Tsagari C., 2006. The natural environment of *Cupressus sempervirens* in Greece as a basis for its use in the Mediterranean region. *Land Degrad. Develop.*, 17 : 645–659.

Brown, David E. 1982. Relict conifer forests and woodlands. In: Brown, David E., ed. Biotic communities of the American Southwest—United States and Mexico. *Desert Plants*. 4(1-4): 70-71.

Brown, David E.; Lowe, Charles H. 1974. A digitized computer-compatible classification for natural and potential vegetation in the Southwest with particular reference to Arizona. *Journal of the Arizona Academy of Science*. 9: 3-11.

Brown, David E.; Lowe, Charles H.; Hausler, Janet F. 1977. Southwestern riparian communities: their biotic importance and management in Arizona. In: Johnson, R. Roy; Jones, Dale A., tech. coords. Importance, preservation and management of riparian habitat: a symposium: Proceedings; 1977 July 9; Tucson, AZ. Gen. Tech. Rep. RM-43. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment 201-211.

Bruce T.J.A., Matthes M.C., Napier J.A. (2007). Stressful “memories” of plants: evidence and possible mechanisms. *Plant Science.*, 173: 603-608.

Camus.A., 1914. Les cyprès (Genre Cupressus) : monographie-systématique-anatomie-culture-principaux usage. Paris. P9.

Carlsen, SC, Fomsgaard, IS. Biologically active secondary metabolites in white clover (*Trifolium repens L.*)—a review focusing on contents in the plant, plant–pest interactions and transformation. *Chemoecology* 2008;18:129–70. <https://doi.org/10.1007/s00049-008-0402-7>.

Caudullo G., de Rigo D., 2016. *Cupressus sempervirens* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. *European Atlas of Forest Tree Species*, 3:87-89.

Cauty I., Perreau J. M., 2009. La conduite du troupeau bovin laitier. France Agricole Editions, 115p.

Ceccagorelli S. et Grando S., 2006. Hordeum, In : Brink M. et Belay G. (Editeurs), Ressources végétales de l’Afrique tropicale 1, Céréales et Légumes secs, éd. Fondation Prota / Backhuys Publishers / CTA. Wageningen, Pays-Bas, pp.92-97.

Chamekh Z., (2010). Analyse de la réponse de quelques génotypes de blé dur (*Triticum turgidum ssp durum*) à la contrainte saline dans trois Gouvernorats du centre de la Tunisie [En ligne]. Mémoire de Master. Tunisie : Université du 7 Novembre à Carthage, 2010, p 72.

Chanegriha N, Baaliouamer A, Meklati BY, Charetien JR, Keravis G. GC and GC/MS leaf oil analysis of four Algerian cypress species. *J Essent Oil Res.* 1997; 9:555–9.

Chawla N., Kaur H., Pathak M., Chawla R. 2014. Effect of different seed priming treatments on activity and isozyme pattern of antioxidant enzymes in okra. *Int. J. Advanced Research* 2(10): 662-670.

Chemical Priming of Plants Against Multiple Abiotic Stresses: Mission Possible? Andreas Savvides,^{1,2} Shawkat Ali,³ Mark Tester,³ and Vasileios Fotopoulos¹, *Trends in plants sciences* No. 1368 Pages 12.

Cheraif I, Jannet HB, Hammami M, Khouja ML, Mighri Z. Chemical composition and antimicrobial activity of essential oils of *Cupressus arizonica* Greene. *Biochem Syst Ecol.* 2007; 35:813–20.

Cheverry, C ; Rbert, M. (1998). La dégradation des sols irrigués et de la ressource en eau : une menace pour l'avenir de l'agriculture et pour l'environnement de pays au sud de la Méditerranée.

CÔME D. ,1982 - Germination. In Croissance et Développement. Physiologie Végétale II, P. Mazliak (ed.), Hermann, Paris, 129-225.

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

Corral, MG. *Effects of WCLMV and root-flooding on white clover.* University of Otago; 2013.

Crozier, A., Clifford, M.N., Ashihara, H., 2008. Plant secondary metabolites: occurrence, structure and role in the human diet. John Wiley & Sons.

Daroui E., Boukroute A., Kouddane N., Berrichi A., 2012- Effet de la salinité sur la germination et la croissance in vitro du *Washingtonia filifera L.* Nature & Technologie . B-Sciences Agronomiques et Biologiques, n° 08/Janvier 2013, 32 -38.

Deshmukh et al., 2020. A.J. Deshmukh, R.S. Jaiman, R.P. Bambharolia, V.A. Patil. Seed biopriming-a review. Int. J. Econ. Plant., 7 (1) (2020), pp. 038-043.

Djerah A et Oudjehih B., 2015. Effet du stress salin sur la germination de seize variétés d'orge (*Hordeum vulgare L.*). Courrier du savoir – N°, Décembre, pp 47–56.

Doré C. et Varoquaux F., 2006. Histoire et amélioration de cinquante plantes cultivées. Ed. INRA. P: 497.

Du Jardin P. Plant Biostimulants: Définition, concept, Principales catégories et réglementation. Scientia Horticulturae. 2015; 196: 3-14. DOI: 10.1016 / J.Scent.2015.09.021.

Elmore FH, Janish JR. Tucson, AZ, USA: Southwest Parks and Monuments Association; 1976. Shrubs and trees of the southwest uplands.

EMMANUEL I., YAO T. et SHENGMIN S., 2017. Bioactive phytochemicals in barley. Journal of Food and Drug Analysis. Volume: 25. P: 148-161.

Eyre, F. H., ed. 1980. Forest cover types of the United States and Canada. Washington, DC: Society of American Foresters. 148 p.

Faessel L, Gomy C, Nassr N, Tostivint C, Hipper C, Dechanteloup A (2014). Produits de stimulation en agriculture visant à améliorer les fonctionnalités biologiques des sols et des plantes-Étude des connaissances disponibles and recommandations stratégiques. BIO&RITTMO. 156 pp.

Farjon A. 2nd ed. England, UK: The Bath Press; 2001. World Checklist and Bibliography of Conifers.

Flamini G, Cioni PL, Morelli I, Bighelli A, Castola V, Casanova J. GC/MS and ¹³C NMR integrated analysis of the essential oils from leaves, branches and female cones of *Cupressus arizonica* from Italy. J Essent Oil Res. 2003; 15:302–4.

Frame, J. *Trifolium repens L. Food and Agriculture Organization of the United Nations*; 2003. <http://www.fao.org/ag/agp/AGPC/collections/data/pf000350.htm> (Accessed 20 Jan 2014).

Frantisek, S., 1992. Plantes medicinales : Ed Grund Paris (5p).

Gelormini G. 1995. Optimisation des propriétés germinatives des graines de colza par initialisation: aspects méthodologiques et fondamentaux, Thèse nouveau doctorat, 171 p.

Ghassemi-Golezani K., Chadordooz-Jeddi A., Nasrullahzadeh S., Moghaddam M. (2010). Influence of hydro-priming duration on field performance of pinto bean (*Phaseolus vulgaris L.*) cultivars. African Journal of Agricultural Research., 5(9): 893-897.

Ghassemi-Golezani K., Sheikhzadeh-Mosaddegh P., Valizadeh M. 2008. Effects of hydro-priming duration and limited irrigation on field performance of chickpea. Res. J. Seed Sci. 1: 34-40.

GIMENO-GILLES C., 2009 - Étude cellulaire et moléculaire de la germination chez *Medicago truncatula*. Thèse de doctorat. Université d'Angers. 174p.

Gnassemi, F., Jakeman, A. J., & Niz, H. A. (1995). Salinization of Land and Water Resources. University of New South Wales Press Ltd, Canberra, Australia.

Gratão P. L., Polle A., Lea P. J. and Azevedo R. A. 2005. Making the life of heavy metal stressed plants a little easier. Funct Plant Biol 32: 481-494.

Grillot., 1959. La classification des orges cultivées. Au. Am. Plantes, 4. P : 446-486.

Gubb.A., 1913. La flore algérienne : naturel et acquise. Adolphe Jourdan. Alger.P102.

Guckert A., Damay J., Treillet L., Balandreau J., Bardin R. & Chalamet A. (1983). Etude au champ de la fixation d'azote par le trèfle blanc (*Trifolium repens L.*). Fourrages 94, 61-86.

Haluk J., Roussel C (2000). "Caractérisation et origine des tropolones responsables de la durabilité naturelle des Cupressacées. Application potentielle en préservation du bois." Annals of forest science 57(8): 819-829.

Hanson, J.R., 2003. Natural products: the secondary metabolites. Royal Society of Chemistry.

Harris D., Rashid A., Hollington P.A., Jasi L., Riches C. (2002). Prospects of improving maize yields with 'on-farm' seed priming: In: Rajbhandari, N.P., Ransom J.K., Adikhari K., Palmer A.F.E. (Eds.). Sustainable Maize production systems for Nepal. NARC and CIMMYT, Kathmandu. 180-185.

Hebrard C. (2012).Contrôle épigénétique de l'induction et de la tolérance à la montaison chez la betteravesucrière. Thèse de doctorat, Université d'Orléans. France. 285 p.

Heller R., Esnault R. et Lance C., 1990 – Physiologie végétale, *Masson Paris* P 16.

Heller R., Esnault R. et Lance C., 2004. Physiologie végétale II, Développement. Ed, dunod , paris . 64-240 pp.

HELLER R., ROBERT E ., CLAUDE L ., 1998 – physiologie végétale, Vol.(1) Nutrition ; Edit. Dunod, Paris .322 p.

Heller, W., Etienne, M.A., & Miller, G.A. (1995).Patterns of perceptual asymmetry in depression and anxiety: Implications for neuropsychological models of emotion and psychopathology. *Journal of Abnormal Psychology*, 104, 327±333.

Henrotte B., 2016. Transformation des céréales, Itinéraires BIO, Biowallonie, N°16, Namur, Belgique, 59p.

Herbert, R.B., 2003. The biosynthesis of plant alkaloids and nitrogenous microbial metabolites. *Nat. Prod. Rep.* 20, 494–508.

Heuzé V., Tran G., Hassoun P., Lebas F., 2019. Trèfle blanc (*Trifolium repens*). Feedipedia, programmé par INRAE, CIRAD, AFZ and FAO. Dernieres mises à jour Avril 10, 2019, 14:04. <https://www.feedipedia.org/node/245>.

Heydecker W., Higgins J., Gulliver R. L. (1973). Accelerated germination by osmotic seed treatment. *Nature.*, 246: 42-44.

Hireche B., Ferhat H., 2019. Etude de l'effet inhibiteur des huiles essentielles de Cyprés (*Cupressus Sempervirens L.*) sur la corrosion de l'acier X70 (sans et avec soudure). Mémoire de master. Université Mohamed Khider de Biskra, faculté des sciences exactes et des sciences de la nature, 154p.

Hopkins, G.W., 2003. Physiologie végétale. 1ere Ed. Ed. De Boeck, 514 p.

Hopkins. (2003). Physiologie végétale 1ème édition .Ed de Boeck .Bruxelles. 514p.

Howieson, J, Yates, R, Foster, K, Real, D, Besier, R. Prospects for the future use of legumes. In: Dilworth, MJ, James, EK, Sprent, JI, Newton, WE, editors. *Nitrogen-fixing leguminous symbioses* Springer, Dordrecht; 2008:363–94.

Hu Y. F., Zhou G., Nax F., Yang A., Nan W., Zhang Y., Lijl and Biyr. 2013. Cadmium interferes with maintenance of auxin homeostasis in Arabidopsis seedlings. *J. Plant Physiol.* 170: 965-975.

Huong, T.T.L., Padgham, J.L. and Sikora, R.A. 2009.Biological control of the rice root knot nematode *Meloidogyne graminicola* on rice, using endophytic and rhizosphere fungi. *International Journal of Pest Management* 55:31-36.

JEAM P., CATMRINE T et GIUES L., 1998 - Biologie des plantes cultivées. Ed. L'Arpers, Paris, 150p.

Jean– Nicolas B., Marie christine P et Philips U P., 2011. Impact de la pollution saline sur la biocénose aquatique de la moselle, LIEBRE,60P.

Johnson, LeRoy C. 1974. Cupressus press. In: Schopmeyer, C. S., technical coordinator. Seeds of woody plants in the United States. Agric. Handb. 450. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service: 363-369.

Kabar K., (1987). Alleviation of salinity stress by plant growthregulators on seedgermination. Journal of Plant Physiology, 128(1-2), 179-183. Hopkins, W. G. (2003). Physiologie végétale: De Boeck Supérieur.

Kearney, Thomas H.; Peebles, Robert H.; Howell, John Thomas; McClintock, Elizabeth. 1960. Arizona flora. 2d ed. Berkeley, CA: University of California Press. 1085 p.

Khemiri H, Belguith H, Jridit, Ben el Arbi M et Ben hamida J (2004). Caractérisation biochimique d'une amylase active au cours du processus germinatif des graines de colza (*Brassica napus L.*). Enzymologie et métabolisme, pp-146-149. Congrès international de biochimie .Marrakech.

Klein et al. 2014. Les cultures fourragères H.-D. Klein, G. Rippstein, J. Huguenin, B. Toutain, H. Guerin, D. Louppe.

Kliebenstein D.J., 2004 - Secondary metabolites and plant/environnement interactions : a view trough Arabidopsis thaliana tinged glasses. *Plant, Cell and Environment*, volume 27(6), pp675_684.

Kolodziejczyk-Czepas, J. Trifolium species – the latest findings on chemical profile, ethnomedicinal use and pharmacological properties. *J Pharm Pharmacol* 2016;68:845–61. <https://doi.org/10.1111/jphp.12568>.

Kouame N., Kouassi N.J., Ayolie K. Yao K.B. et Yatty K.J., 2019.Influence de l'association culturale sur la capacité de nodulation de trois espèces légumineuses : Arachide, Niébé et Soja vert, Journal of Applied Biosciences, Côte d'Ivoire, vol.145, pp.14930-14937.

Krim.N., 2016. Le reboisement de protection de laforêt de Sidi Hamza (OuledMimoun) bilan des travaux et résultats acquis. Mémoire en vue de l'obtention dudiplôme de master en foresterie : Aménagement et gestion des forêts. Tlemcen. P5. P9.

Kumar, Srinibas. Types de germination des semences (avec diagramme).”Discussionde biologie 26 octobre 2015.

Kusvuran, S., Kiran, S., & Ellialtioglu, S. S. (2016).Antioxidant enzyme activities and abiotic stress tolerance relationship in vegetable crops. Abiotic and biotic stress in plants-recent advances and future perspectives [Internet]. 1st ed. Croatia: InTech, 481-503.

Lafon, J. P., Tharaud-Prayer, C. et Levy, G. 1996. Biologie des plantes cultivées. Ed. Lavoisier Tec & Doc, Paris. 233p.

Lakhdar, L. (2015). Évaluation de l'activité antibactérienne d'huiles essentielles marocaines sur aggrégats bactériens de *Staphylococcus aureus* : Étude in vitro.

Lambinon, J., Verloove, F. (Eds.), 2011 Flore de la Belgique, du Grand-Duché de Luxembourg, du Nord de la France et de la Suisse : Ptéridophytes et Spermatophytes, 6. Ed. ed. Jardin botanique national de Belgique, Meise.

Lane, L., Ayres, J., Lovett, J. The pastoral significance, adaptive characteristics, and grazing value of white clover (*Trifolium repens* L.) in dryland environments in Australia: a review. *Aust J Exp Agric* 2000; 40:1033–46. <https://doi.org/10.1071/ea99141>.

Lange, O. L., Koch, W., Schulze, E.-D.: CO₂-Gaswechsel und Wasserhaushalt von Pflanzen in der Negev-Wüste am Ende der Trockenzeit. *Ber. dtsch. Bot. Ges.* (1969).

Larck, J.B., Mirbel, B., 1803. Histoire naturelle des végétaux: classes par familles. Crap LBT. Paris. P28. P29.

Lefrançois P. et Ruby F., 2003. Prévision et santé. Une approche intégrée. Réseau proteus.

Legros, J. P. (2009). La salinisation des terres dans le monde. In Proc. Académie des Sciences et Lettres de Montpellier Conf. n (Vol. 4069, pp. 257-269).

Lemekeddem H, Debbache H. Synthèse bibliographique sur l'effet du stress salin sur la germination de blé [En ligne]. Mémoire de Licence. Algérie : Université Kasdi Merbah Ouargla, 2014, p 45. Disponible sur consulté le (03/06/2020).

Leonard W.H., Martin J.H., (1963). Cereal Crops, éd. MacMillan Company, New York, pp. 478-543.

Little, Elbert L., Jr. 1975. Rare and local conifers in the United States. Conservation Research Rep. No. 19. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. 25 p.

Lobell, D. B. (2014). Climate change adaptation in crop production: Beware of illusions. *Global Food Security*, 3(2), 72-76.

LUGAN R., 2008 - Phénotypage métabolique des réponses aux stress abiotiques chez *Arabidopsis thaliana*. Analyse fonctionnelle et intégrative du métabolome et phénotypage métabolique des réponses aux stress abiotiques chez *Arabidopsis thaliana*. Thèse de doctorat; Université de Rennes. 139 p.

Lutts S., Benincasa P., Wojtyla L., Kubala S., Pace R., Lechowska K., Quinet M., Garnczarska M. (2016). Seed Priming: New Comprehensive Approaches for an Old Empirical Technique. In: Susana Araujo, Alma Balestrazzi (Eds.), *New Challenges in Seed Biology-Basic and Translational Research Driving Seed Technology*. <https://doi.org/10.5772/64420>

Maillard J., (2001). Le point sur l'Irrigation et la salinité des sols en zone aride : Risques et Recommandations. Handicap International, 35p.

Malizia RA, Acardell D, Molli JS, Gonzalez S, Guerra PE, Grau RJ. Volatile constituents of leaf oils from the cupressaceae family part I. *Cupressus macrocarpa* Hartw., *C. arizonica* Greene and *C. torulosa* Don species grow in the Sonora Desert of Mexico. J Essent Oil Res. 2000; 12:59–63.

MARTA S., IZYDORCZYK and MICHALSKI J. (2017). Chapter 9 - Barley: Grain Quality Characteristics and Management of Quality Requirements. In Woodhead Publishing Series in Food Science. Technology and Nutrition. edited by Colin Wrigley, Ian Batey and Diane Miskelly, Woodhead Publishing. P: 195-234, Cereal Grains (Second Edition).

Masmoudi k., 2015. Mécanismes moléculaires impliqués dans la tolérance de l'orge à la salinité, centre internationale pour l'agriculture biosaline (ICBA), 2p.

Masood A., Iqbal N. and Khan N. A. 2012. Role of ethylene in alleviation of cadmium-induced capacity inhibition by sulphur in mustard. Plant Cell Environ 35: 524-533.

MAZLIAK P., 1982 - Croissance et développement. Physiologie végétale II. Hermann ed., Paris, Collection Méthodes, 465p.

Mazliak, P., 1982. Physiologie végétale « Croissance et développement ». Vol. 2. Ed. Herman, 461 p.

McDonald M.B. (2000). Seed priming. In Black M and Bewley J.D. (eds.), Seed technology and its biological basis. Sheffield Academic Press Ltd, Sheffield, England, pp. 287-325.

Meyer S., Reeb C., Bosdevix R.,(2008) : Adaptation des végétaux à leur environnement .in botanique : biologie et physiologie végétale .Ed .Maloine .France . 355-366 pp.

Molecular mechanisms associated with microbial biostimulant-mediated growth enhancement, priming and drought stress tolerance in maize plants Motseoa Lephatsi¹, Lerato Nephali¹, Vanessa Meyer², Lizelle A. Piater¹, Nombuso Buthelezi¹, Ian A. Dubery¹, Hugo Opperman³, Margaretha Brand³, Johan Huysen³ & Fidele Tugizimana^{1,3*} Scientific Reports (2022) 12:10450 | <https://doi.org/10.1038/s41598-022-14570-7>.

Monteuuis, O. (1985). Les cyprès.

Moosavi A., Tavakkol-Afshari R., Sharif-Zadeh F., Aynehband A. (2009). Effect of seed priming on germination characteristics, polyphenoloxidase, and peroxidase activities of four amaranth cultivars. Journal of Food, Agriculture and Environment., 7 (3-4): 353-358.

Moreno Ij. Réponse in vitro de la banane CV.Grande Naine '(Musa AAA) transformée avec le gène d'osmotine AP24 vers le stress de l'eau : Université centrale « Marta Abruú » de Las Villas; 2015. 100 p.

Munns, R., & Gilliam, M. (2015). Salinity tolerance of crops—what is the cost? *New Phytologist*, 208(3), 668-673.

Munz, Philip A. 1974. A flora of southern California. Berkeley, CA: University of California Press. 1086 p.

Naznin et al., 2013. H.A. Naznin, M. K Miyazawa, M. Hyakumachi. Analysis of volatile organic compounds emitted by plant growth-promoting fungus *Phoma* sp. GS8-3 for growth promotion effects on tobacco **Microbe**. *Environ.*, 28 (1) (2013), pp. 42-49.

NICHANE, M (2015). Contribution à l'étude du dépérissement du Cyprés vert (*Cupressus sempervirens* L.) dans les monts des Traras Occidentaux (Wilaya de Tlemcen).

Nichane. M., 2015. Contribution à l'étude de l'entomofaune de quelques espèces résineux de la région de Traras occidentaux (w. Tlemcen). Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Magister en Foresterie: Gestion et conservation des écosystèmes. Tlemcen. P35. P39. P41.

Nichols, P, Loi, A, Nutt, B, Evans, P, Craig, A, Pengelly, B, et al. New annual and short-lived perennial pasture legumes for Australian agriculture—15 years of revolution. *Field Crop Res* 2007;104:10–23. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2007.03.016>.

NIVOT N., 2005 - Essais de germination et de bouturage de six espèces indigènes sciaphytes du Canada. Thèse de doctorat; Université de Saint Yacinthe (Québec). 116 p.

Noomene H., 2011, Géographie Etude de la salinité des sols par la méthode de détection électromagnétique dans le périmètre irrigué de Kalacat Landelous er Tunisie: cas d'une parcelle de courge. These Master, Faculté des lettres des arts et des humanités Manouba-Tunisie, 103 p.

Nyfelner D., Huguenin-Elie O., Suter M., Frossard E. & Lüscher A., 2011. Grass-legume mixtures can yield more nitrogen than legume pure stands due to mutual stimulation of nitrogen uptake from symbiotic and non-symbiotic sources. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 140, 155–163.

Parker, Albert J. 1980. The successional status of *Cupressus arizonica*. *Great Basin Naturalist*. 40(3): 254-264.

Pierre-Leandri C, Fernandez X, Lizzani-Cuvelier L, Loiseau M, Fellous R, Garnerio J. Chemical composition of cypress essential oils: Volatile constituents of leaf oils from seven cultivated *Cupressus* species. *J Essent Oil Res*. 2003; 15:242–7.

Pill, W.G., Collins, C.M., Gregory, N. and Evans, T.A. 2011. Application method and rate of *Trichoderma* species as a biological control against *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. in the production of microgreen table beets (*Beta vulgaris* L.). *Scientia Horticulturae* 129:914-918.

Pimentel C. Respects des plantes Das à sec. Dans: pimentel C, éditeur. Une relaição da Planto com A Água. Brésil: Université rurale fédérale de Rio de Janeiro; 2004. P. 119-41.

Plummer, A. Perry. 1977. Revegetation of disturbed Intermountain area sites. In: Thames, J. C., ed. Reclamation and use of disturbed Intermountain area sites. Tucson, AZ: University of Arizona Press: 302-337.

Prelot-Claudon.A., 2018. Utilisation de l'extrait de plantes fraîches standardisé de *Cupressus sempervirens* (cyprès toujours vert) comme virucide lors de maladies respiratoires des bovins. Thèse pour le Doctorat en vétérinaire. Ecole national vétérinaire d'Alfort. P73.

PRNOVOST M., 2010 - Isolation and characterization of a Na⁺ / H⁺ antiporter gene from the halophyte *Atriplex gmelini*. *Plant Molecular Biology*. 46: 35-42.

Quézel P. Santa S. 1962. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. CNRS. Paris. 1170p.

Raj A. B., Raj S. K. 2019. Seed priming: An approach towards agricultural sustainability. *J. Appl. Natur. Sci.* 11(1): 227-234.

Raj, Shetty and Shetty, 2004. S.N. Raj, N.P. Shetty, H.S. Shetty Seed bio-priming with *Pseudomonas fluorescens* isolates enhances growth of pearl millet plants and induces resistance against downy mildew. *Int. J. Pest Manag.*, 50 (1) (2004), pp. 41-48.

Rajendra Prasad S, Kamble UR, Sripathy K V., Udaya Bhaskar K, Singh DP. Seed bio-priming for biotic and abiotic stress management. In: *Microbial Inoculants in Sustainable Agricultural Productivity*. New Delhi: Springer India; 2016. p. 211–28.

Ramade, S. 2003. Éléments d'écologie, Écologie fondamentale. 3ème édition, ed. Dunod. p 690.

Rebeix.K., 1999. Oligomères flavanols de *Cupressus sempervirens* L., *Pinus maritima* L. et *Vitis vinifera*. Thèse pour le diplôme d'état de Docteur en pharmacie. Université de Limoges. P21.

Reddy S. M., Madhusundna Rao. M., Reddy A. S., Reddy M. M. et Charry S. J., 2004. *University Botany- III: (Plant Taxonomy, Plant Embryology, Plant Physiology)* vol. 3. Ed. New age international limited publishers. New Delhi. P: 18-38-135-137.

Richard D., Chevalet P., (2010): Biologie licence. 2ème édition. Ed. DUNOD. Paris.

Roberts, M.F., 2013. Alkaloids: biochemistry, ecology, and medicinal applications. Springer Science & Business Media.

Rupesh Ram k., 2007. Méthodes alternatives pour la synthèse des cultivars chez la luzerne (*Medicago sativa* L). Ce maître. Université agricole Univ Kerala. Inde, p. 96.

Sabudak, T, Guler, N. *Trifolium L.*—a review on its phytochemical and pharmacological profile. *Phytother Res* 2009;23:439–46. <https://doi.org/10.1002/ptr.2709>.

Sabudak, T, Isik, E, Oksuz, S. Two new compounds from *Trifolium resupinatum* var. *microcephalum*. *J Asian Nat Prod Res* 2008;10:1017–21. <https://doi.org/10.1080/10286020802278038>.

SACKVILLE HAMILTON N.R. et HARPER J.L., "The dynamics of *Trifolium repens* in a permanent pasture I. The population dynamics of leaves and nodes per shoot axis", *Proc. R. Soc. Lond.*, 1989, B 237: 133-173.

Sánchez-Rodríguez E., Moreno D. A., Ferreres F., Del Mar Rubio-Wilhelmi M., Ruiz J.M. 2011. Differential responses of five cherry tomato varieties to water stress: changes on phenolic metabolites and related enzymes. *Phytochemistry* 72:723–729.

Sebbane B., Khaldi M., 2019. Quelques composés secondaires isolés à partir des plantes de la famille de Cupressacée (*Cupressus sempervirens*, *Juniperus oxycedrus* et *Juniperus communis*) : extraction, caractérisation et activité antibactérienne. Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme master. Université Akli Mohand Oulhadj – Bouira, faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre, 67p.

Selim S. A., Adam M. E., Hassan S. M., Albalawi A. R., 2014. Chemical composition, antimicrobial and antibiofilm activity of the essential oil and methanol extract of the Mediterranean cypress (*Cupressus sempervirens* L.). *BMC complementary and alternative medicine*, 14: 179.

SIMON J.C. ; GAST AL F. et LEMAIRE G., "Compétition pour la lumière et morphologie du trèfle blanc (*Trifolium repens* L.) : émission des feuilles et des ramifications", *Agronomie*, 1989, 9 : 383-389.

Snaydon, RW. The growth and competitive ability of contrasting natural populations of *Trifolium repens* L. on calcareous and acid soils. *J Ecol* 1962;50:439–47. <https://doi.org/10.2307/2257454>.

Sofowora, A. 2010. Plantes médicinales et médecine traditionnelle d'Afrique : KARTHALA Editions.

Soltner D., 2005. Les grandes productions végétales. 20ème édition. Collection science et techniques. P : 303-308.

Soltner D., 2007- Les bases de la production végétale tome III, la plante. Ed. Collection sciences et technique agricole Paris, 304p.

Srivastava V. et Gopal L., 2008. History of Agriculture in India, Up to C. 1200 A. D., Ed. Concept publishing company. New Delhi. P: 2-120.

Stengel, P; Bruckler, L; Balesdent, J. (2009). Le sol. Paris, France. 182.

Strack, D., Wray, V., Metzger, J.W., Grosse, W., 1992. Two anthocyanins acylated with gallic acid from the leaves of *Victoria amazonica*. *Phytochemistry, The International Journal of Plant Biochemistry* 31, 989–991. [https://doi.org/10.1016/0031-9422\(92\)80054-I](https://doi.org/10.1016/0031-9422(92)80054-I).

Tahraoui S. Effet des sels solubles sur la production de la biomasse et l'absorption des éléments minéraux chez l'orge (*Hordium vulgare*) et le blé dur (*Triticum durum*) [En ligne]. Mémoire de Master. Algérie : Université Mohamed Khider Biskra, 2016, p 150. Disponible sur consulté le (20/05/2020).

Tahvilian, R, Shahriari, S, Faramarzi, A, Komasi, A. Ethno-pharmaceutical formulations in Kurdish ethno-medicine. *Iran J Pharm Res* 2014;13:1029–39.

Tangpu V, Temjenmongla K, Yadav AK (2005). Anticestodal activity of *Trifolium repens*. extract. *Pharm Biol* 42:656–658.

Tanou G., Fotopoulos V., Molassiotis A. (2012). Priming against environmental challenges and proteomics in plants: update and agricultural perspectives. *Frontiers in plant science*, 3(216): 1-5.

Tarquis A. M., Bradford K. J. 1992. Prehydration and priming treatments that advance germination also increase the rate of deterioration of lettuce seeds. *Journal of Experimental Botany* 43: 307-317.

Taylor A. G., Allen P. S., Bennett M. A., Bradford K. J., Burriss J. S., Misra M. K. 1998. Seed enhancements. *Seed Science Research* 8: 245-256.

Tifouri M., 2019. La vision d'avenir pour l'alimentation et l'industrie agroalimentaire en Algérie. In la 17ème édition du Salon international de l'agroalimentaire "Djazagro". 07.02.2019. Alger.

Turkington, R. O. Y., & Burdon, J. J. (1983). THE BIOLOGY OF CANADIAN WEEDS.: 57. *Trifolium repens L. Canadian Journal of Plant Science*, 63(1), 243-266.

Ullrich S., 2010. Barley: Production, Improvement and Uses, Ed. Wiley-Blackwell, U. S. A. P: 2-3-12-15-17-253-411.

Ungar I A., (1978). Halophyte seed germination. *The Botanical Review*, 44(2), 233- 264.

VALLEE C., BILODEAU G. et JOLIETTE-D-L C., 1999 - Les techniques de culture en multicellules. Ed. Presses Université Laval; 394 p.

Van Bergen, P.F., Bull, I.D., Poulton, P.R., Evershed, R.P., 1997. Organic geochemical studies of soils from the Rothamsted Classical Experiments—I. Total lipid extracts, solvent-insoluble residues and humic acids from Broadbalk Wilderness. *Org. Geochem.* 26,117–135.

Vangelde R. V., 2017. L'aromathérapie dans la prise en charge des troubles de santé mineurs chez l'adulte à l'officine. Thèse pour le diplôme d'état de docteur en pharmacie. Université de Lille 2. P93.

Variar A., Vari A. K. et Dadlani M. 2010. The subcellular basis of seed priming. *Curr. Sci.* 99:450-456.

Vines, Robert A. 1960. Trees, shrubs, and woody vines of the Southwest. Austin, TX: University of Texas Press. 1104 p.

Vogl, Richard J. 1967. Fire adaptations of some southern California plants. In: Proceedings, Tall Timbers fire ecology conference; 1967 November 9-10; Hoberg, California. No.7. Tallahassee, FL: Tall Timbers Research Station: 79-109.

Vogl, Richard J.; Armstrong, Wayne P.; White, Keith L.; Cole, Kenneth L. 1977. The closed-cone pines and cypress. In: Barbour, Michael G.; Major, Jack, eds. Terrestrial vegetation of California. New York: John Wiley and Sons: 295-358.

Welbaum G.E., Shen Z., Oluoch M.O., Jett L.W. (1998). The evolution and effects of priming vegetable seeds. *Seed Technol.*, 20: 209-235.

Wien, H. C. (2020). 4 Abiotic Stress Effects on Vegetable Crops. *The Physiology of Vegetable Crops*, 71.

Wink, M., 1998. Chemical ecology of alkaloids, in: *Alkaloids*. Springer, pp. 265–300.

Wolf, C. B. 1948. Taxonomic and distributional status of the New World cypresses. *El Aliso*. 1: 1-250.

Yadav, S., Modi, P., Dave, A., Vijapura, A., Patel, D., & Patel, M. (2020). Effect of Abiotic Stress on Crops. *Sustainable Crop Production*, 3.

Yari L., Aghaalikani M., Khazaei F. 2010. Effect of seed priming duration and temperature on seed germination behavior of bread wheat (*Triticum Aestivum L.*). *Journal of Agricultural and Biological Science* 5(1): 1-6.

ZAGHOUANE O., 1991 - The situation of faba bean (*Vicia faba L.*) in Algeria. *Options Méditerranéennes; Série Séminaires* 10: 123-125.

Zandalinas, S. I., Mittler, R., Balfagón, D., Arbona, V., & Gómez-Cadenas, A. (2018). Plant adaptations to the combination of drought and high temperatures. *Physiologia Plantarum*, 162(1), 2-12.

Zerrouki K. (2009). L'effet antioxydant de quelques plantes médicinales sur la neurotoxicité et les maladies neurodégénératives dues aux métaux lourds (aluminium et plomb).

Zoric, L, Merkulov, L, Lukovic, J, Boza, P. Comparative analysis of qualitative anatomical characters of *Trifolium L.* (Fabaceae) and their taxonomic implications: preliminary results. *Plant Systemat Evol* 2012; 298:205–19. <https://doi.org/10.1007/s00606-011-0538-8>.

Site web 1: <https://www.leaderplant.com/blog/le-cypres-de-provence>

Site web 2: https://www.guidabotanica.it/1sp/Cupressus_arizonica.html

Site web 3: <https://levainbio.com/cb/crebesc/l-orge/>

Site web 4: <https://www.genialvegetal.net/-Trefle-blanc->

