

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة مولاي الطاهر، سعيدة
Université MOULAY Tahar, Saida



N° d'Ordre

كلية علوم الطبيعة و الحياة
Faculté de Science de la nature et de vie
قسم الفلاحة و علوم التغذية
Département d'agronomie et sciences de la nutrition

Mémoire de fin d'étude de master

En écologie

Spécialité : protection des écosystèmes

Thème

Etude de l'effet du stress salin et hydrique sur la germination des graines de sterculia et cyprès vert

Présenté par :

- M^{elle} : CHIKHI Manel

Soutenu le :

Encadreur

Mr. TERRAS Mohamed

Pr Université de saïda

Président

Mr. BELHADI Abdelkader

Pr Université de saïda

Examineur

Mr. BORSALI Amine Habib

Pr Université de saïda

Année universitaire 2023/2024

Dédicaces

À la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur : Ma Maman.

À l'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir : Mon Père.

À ceux qui m'ont soutenu, encouragé moralement et ont toujours été à mes côtés :

- À mon frère : Ben Youcef,
- À mes sœurs : Ouafaa, Douaa, Ikhlas, Karima,
- À mes amis proches : Djamel Eddin,
- À mes collègues : Mehdi, Ahmed, Youcef, Imad,
- Ainsi qu'à toute la promotion 2023_2024.

À tous ceux que j'aime, ceux qui m'aiment et me respectent de près ou de loin.

Enfin, mon plus profond respect va à mes aimables professeurs à tous les niveaux de ma scolarité, qui ont éclairé mon chemin vers le savoir.

Remerciements

Tout d'abord, je rentre grâce à Dieu pour Sa miséricorde et ses bénédictions.

Je voudrais remercier du fond du cœur monsieur TERRAS ce qui a encadré cette étude au quotidien. pour sa contribution positive et enrichissante pour son aide et pour son soutien et c'est encouragements

Je tiens à remercier les membres de jury :

Au président de jury , Mr.BELHADI Abdelkader qui n'a fait l'honneur de présider le jury. Mais remerciements vont aussi à Mr.BORSALI Amine Habib pour avoir accepté d'examiner ce travail.

j'adresse mes sincères remerciement aux responsables de laboratoire qui m'a offre l'opportunité de réaliser ce mémoires.

Je tiens, enfin à remercier tout ce qui m'ont aidé de près ou de loin, toute ma gratitude à mes amis et mes collègues.

Liste des abréviations

- (%) : Pourcentage
- .kg pc, po : Par kilogramme de poids corporel, per os
- °C : Degré Celsius
- Cl- : Chlorure
- Cm : Centimètre
- CO₂ : Dioxyde de carbone
- CSE : Conditions standard d'élevage
- G : Germination
- H : Heures
- HDL : Lipoprotéine de haute densité
- HSV : Virus de l'herpès simplex
- IT : Indice de tolérance
- l'ADN : Acide désoxyribonucléique (ADN)
- M : Mètre
- ml : Millilitre
- Na⁺ : Sodium
- Nî : Pourcentage de graines en germination
- Nt : Nombre total
- PEG_6000 : Polyéthylène glycol 6000
- PH : Potentiel hydrogène
- ROS : Espèces réactives de l'oxygène
- Mg : Microgramme

Liste des tableaux

Tableau 1 : Synthèse du pourcentage de forme de dormance réparti dans 3 écosystèmes tropicaux distincts (Baskin & Baskin 1998).	7
Tableau 2: Nomenclature de <i>Cupressus sempervirens</i> L (Al-Snafi, 2016).....	27
Tableau 3: Classification de <i>Cupressus sempervirens</i> L (Nichane, 2015).....	28
Tableau 4:Classification de <i>Sterculia</i> (Aubl.) K. Schum., 18861.....	44
Tableau 5:Taux de germination de <i>sterculia</i> en fonction de différents températures 15_25°C.....	55
Tableau 6: Tableau des variations des taux finaux de germination des graines en fonction de températures 30°C	56
Tableau 7:caractéristiques du PEG_6000.....	59
Tableau 8: Le taux de germination de cyprès vert dans la période de 25 jr en fonction de différents concentration de NaCl	60
Tableau 9:variations des taux finaux de germination des graines de cyprès vert en fonction de stress hydrique au PEG_6000.....	62

Liste des figures

Figure 1:a. graine à périsperme, b. graine albuminée, c. graine exalbuminée(Crosaz, Y. 1995).....	6
Figure 2: Les différents facteurs impliqués dans la qualité germinative des semences (Côme, 1993).	8
Figure 3: la différence entre la germination épigée et hypogée	11
Figure 4: Polyéthylène glycol (CHIKHI,2024)	23
Figure 5: <i>Cupressus sempervirens</i> L var. <i>horizontalis</i> (Bendou, T., & Irid, F. 2023).....	25
Figure 6: <i>Cupressus sempervirens</i> L var. <i>pyramidalis</i> (Bendou, T., & Irid, F. 2023).....	25
Figure 7: Feuillage et cônes femelles fécondés(Farrar, J. L. 1996).....	29
Figure 8: Feuillage et cônes mâles (Farrar, J. L. 1996).....	29
Figure 9: Cyprès toujours vert dans un jardin à Fourques (Farrar, J. L. 1996).	31
Figure 10: Aire de répartition du <i>Cupressus sempervirens</i> L (Nichane, 2015).....	33
Figure 11: Cyprès vert (<i>Cupressus sempervirens</i> L) (Nichane, 2015).....	35
Figure 12: échantillon type de <i>Sterculia pruriens</i> collecté par Aublet en Guyane(Mondragón, A. 2006).....	43
Figure 13: <i>Sterculia pruriens</i> d'après Aublet, <i>Sterculia pruriens</i> d'après Aublet, 1775 Pl. 279 : L'on a groffi le calice, un sommet d'étamine, l'ovaire. La fleur & la graine font de grandeur naturelle, de même que les poils qui font à la bafe des capfules. A l'égard des capfules elles font diminuées des deux tiers. - 1. pédoncule de la fleur. - 2. Espèce de calice à cinq divisions. - 3. Pivot qui est terminé par un disque en forme de coupe. - 4. Disque en forme de coupe qui porte les étamines & renferme l'ovaire. - 5. Style. - 6. Stigmate. - 7. Disque séparé. Étamines. - 8. Étamine séparée. - 9. Ovaire. Style. Stigmate. - 10. Fruit composé de cinq capfules. - 11. Capfule séparée. - 12. Capfule ouverte en deux valves. Graines	

enveloppées de poils roux & très piquans. - 13. Graine f��par��e. (Martin, J. M. 2014).....	47
Figure 14: Bois de Sterculia Pruriens. (Mondragón, A. 2006).	48
Figure 15: graines de sterculia (CHIKHI, 2024)	51
Figure 16: graines de sterculia conserve dans une saché de congilation (CHIKHI, 2024)	52
Figure 17 : germination des grains dans les boîtes de pétri (CHIKHI, 2024).....	53
Figure 18: pr��_germination des grains de sterculia (CHIKHI,2024).....	53
Figure 19: Diagramme en barre Représente le taux final de germination des graines en fonction de températures élevée 30 C��	56
Figure 20: Les graines de Cupressus sempervirens dans l'étuve (début de la germination).....	57
Figure 21: ��volution de la capacité de germination avec différentes conditions de stress salin (Nacl à 1g/l_ 2g/l_ 3g/l _ 4g/l _ 5g/l _ 6g/l) chez les grains de cyprès vert étudiées	61
Figure 22: variations des taux finaux de germination des graines de cyprès vert en fonction de stress hydrique au PEG_6000.....	62

Résumé

La compréhension des mécanismes de germination et la tolérance au stress salin et hydrique chez le Cyprès vert et *sterculia*, demeure primordiale afin de pallier aux effets néfastes du stress et dévoiler les stratégies adaptatives mises en place pour les deux espèces.

L'objectif de ce travail est l'étude de l'effet du stress salin et hydrique sur la germination des graines de cyprès vert et *sterculia*.

Dans cette expérimentation nous avons utilisées les graines des deux espèces issues de la région de Saida. Dans un premier temps, une étude de la germination a été réalisée pendant 20-25 jours avec deux températures 25 et 30 C°.

L'étude du stress salin (NaCl) avec les concentrations suivantes : (1g/l, 2g/l, 3g/l, 4g/l, 5g/l, 6g/l).

L'étude du stress hydrique avec différentes concentrations : 12,5g/l _ 25g/l _ 37,5g/l _ 50g/l

Les résultats obtenus ont montré que le NaCl et PEG_6000 ont un effet

sur le taux de germination et sur la croissance des plantes, donc le taux de

germination (TG) des graines diminue sous l'effet de l'osmose en réponse à l'augmentation de la concentration du NaCl et PEG_6000.

Mots clés : la germination, cyprès vert, *sterculia*, stress salin, stress hydrique,

Abstract

Understanding the mechanisms of germination and tolerance to saline and water stress in *Cupressus sempervirens* and *Sterculia*, remains essential to mitigate the detrimental effects of stress and uncover the adaptive strategies employed by both species. The objective of this study is to investigate the effect of saline and water stress on the germination of seeds from *Cupressus sempervirens* and *Sterculia*.

Experimental Approach:

In this experiment, seeds from both species were sourced from the Saida region. Initially, a germination study was conducted over 20-25 days at two temperatures: 25°C and 30°C.

Saline Stress Study (NaCl):

Various concentrations of NaCl were used: 1g/l, 2g/l, 3g/l, 4g/l, 5g/l, and 6g/l.

Water Stress Study:

Different concentrations of PEG-6000 were applied: 12.5g/l, 25g/l, 37.5g/l, and 50g/l.

Results obtained showed that NaCl and PEG-6000 had an effect on the germination rate and plant growth. The germination rate (TG) of seeds decreased due to osmotic effects in response to increasing NaCl and PEG-6000 concentrations.

Keywords: germination, *Cupressus sempervirens*, *Sterculia*, saline stress, water stress, Saida.

ملخص

فهم آليات الانبات والتحمل للإجهاد الملحي والمائي في السرو الأخضر وشجرة الصمغ، يظل أمراً أساسياً للتخفيف من آثار الإجهاد الضار وكشف الاستراتيجيات التكيفية المعتمدة من قبل النوعين. الهدف من هذا العمل هو دراسة تأثير الإجهاد الملحي والمائي على انبات بذور السرو الأخضر وشجرة الصمغ.

المنهج التجريبي

في هذه التجربة، تم استخدام بذور من النوعين المأخوذة من منطقة سعيدة. في البداية، تم إجراء دراسة للانبات على مدى 20-25 يوماً عند درجتي حرارة: 25 درجة مئوية و 30 درجة مئوية.

- دراسة الإجهاد الملحي (NaCl)

تم استخدام تراكيز مختلفة من 1 NaCl: 1 جم/لتر، 2 جم/لتر، 3 جم/لتر، 4 جم/لتر، 5 جم/لتر، و 6 جم/لتر.

- دراسة الإجهاد المائي

تم استخدام تراكيز مختلفة من 12.5: PEG-6000 جم/لتر، 25 جم/لتر، 37.5 جم/لتر، و 50 جم/لتر.

أظهرت النتائج المتحصل عليها أن NaCl و PEG-6000 لهما تأثير على معدل انبات البذور ونمو النباتات. انخفض معدل انبات البذور (TG) بسبب التأثيرات الاسموزية رداً على زيادة تركيز NaCl و PEG-6000

الكلمات الرئيسية: انبات، سرو أخضر، شجرة الصمغ، إجهاد ملحي، إجهاد مائي، سعيدة.

Table des matières

Dédicaces	2
Introduction	2
I.1. CHAPITRE I : GERMINATION.....	5
I.1.1. La germination	5
I.1.1.1. La processus de germination.....	5
I.1.1.2. Les types des germination	6
I.1.1.3. La dormance et sa relation avec la germination	7
I.1.1.4. Les étapes de la germination	9
I.1.1.4.1. La phase d'imbibition :.....	9
I.1.1.4.2. Phase de germination sensu-stricto :.....	9
I.1.1.4.3. Phase III :	10
I.1.1.4.4. La longévité des graine s.....	10
I.1.1.5. Les types de germination	10
I.1.1.5.1. La germination épigée :.....	10
I.1.1.5.2. La germination hypogée :.....	10
I.1.1.6. Les conditions optimales de germination.....	11
I.1.2. Les stress hydrique et salin chez les plantes	12
I.1.2.1. Notion de stress	12
I.1.2.2. Stress abiotique	12
I.1.2.3. Stress hydrique.....	13
I.1.2.3.1. Influence du stress hydrique sur la germination.....	13
I.1.2.3.2. Influence du stress hydrique sur la morphologie de la plante.....	14
I.1.2.3.3. Influence du stress hydrique sur la physiologie de la plante	14
I.1.2.4. Stress salin	15
I.1.2.4.1. Influence du stress salin sur la germination	15
I.1.2.4.2. Influence du stress salin sur la morphologie de la plante.....	16
I.1.2.4.3. Influence du stress salin sur la physiologie de la plante	17
I.1.3. Mécanismes d'adaptation aux stress salin et hydrique	17
I.1.4. Régulation stomatique et capacité photosynthétique	18
I.1.5. Maintien de la balance hydrique et accumulation des osmolytes	18

I.1.5.1. Les sucres solubles	19
I.1.5.2. La proline	19
I.1.6. Les protéines impliquées dans la réponse aux stress.....	20
I.1.6.1. Les aquaporines.....	20
I.1.6.2. Les protéines LEA.....	21
I.1.6.3. Les protéines HSP	22
I.1.7. Polyéthylène glycol	22
I.2. CHAPITRE II : LE CYPRES	24
I.2.1. définition.....	24
I.2.2. L'origine :.....	26
I.2.3. Nomenclature	26
I.2.4. Position systématique	27
I.2.5. Caractéristiques botanique	28
I.2.5.1. Description botanique de Cupressus sempervirens.....	28
I.2.5.1.1. Appareil végétatif	28
I.2.5.1.2. Appareil reproductif	30
I.2.6. Utilisation Cupressus sempervirens	30
I.2.7. Caractéristiques écologiques	32
I.2.8. En Algérie	34
I.2.9. Les effets pharmacologiques	35
I.2.9.1. Effet antibactérien	35
I.2.9.2. Activité antivirale	36
I.2.9.3. Effet antiparasitaire.....	37
I.2.9.4. Effet insecticide	37
I.2.9.5. Effet antioxydant.....	37
I.2.9.6. Effet anti-cancer	38
I.2.9.7. Effet hypolipidémique	39
I.2.10. Usage	40
I.2.11. Toxicité et effets secondaires	40
I.2.12. Importance économique	41
I.2.13. Conclusion.....	42
I.3. CHAPITRE III : STERCULIA	43

1.3.1. Définition	43
1.3.2. Description	45
1.3.3. Répartition	46
1.3.4. Écologie.....	46
1.3.5. Utilisations	47
1.3.6. Utilisation de graine de sterculia :	48
1.3.7. Informations additionnels :	49
1.4. Partie pratique : Sterculia.....	51
1.4.1. objectif de travail	51
1.4.2. site d'expérimentation :	51
1.4.3. Matériel végétales et conditions de culture :	51
1.4.4. préparation des graines :	52
1.4.5. pré germination :	52
1.5. Résultats et discussions	55
1.5.1. Taux de germination :	55
1.5.2. Germination de sterculia	55
1.5.2.1. Discussion :	56
1.5.3. Cyprès vert	57
1.5.3.1. Méthode et Matériel	57
1.5.3.1.1. le Cyprès vert :	57
1.5.3.1.2. préparation des graines pour les testes de germination :	57
1.5.3.2. Testes de germination :	58
1.5.4. Définition du PEG:.....	58
1.5.4.1. préparation des solutions de PEG_6000	59
1.5.5. Paramètres étudié :	59
1.5.5.1. Estimation de taux final de germination :	59
1.5.5.2. indice de tolérance (IT) :	59
1.5.5.3. précocité de la germination :	59
1.5.6. Résultats et discussions	60
Discussion :	63
Conclusion générale	66

INTRODUCTION

Introduction

La reproduction des plants aux niveaux des pépinières repose sur les tests de germination pour avoir un taux de germination très élevés. Pour cela nous avons choisie deux espèces pour cette étude.

Le cyprès est un genre de plantes arborescentes appartenant à la famille des

Cupressaceae. Le cyprès contient une huile volatile contenant du pinène , du camphre et du cedrol. C'est un arbre d'ornement comptant une quinzaine d'espèces. Le cyprès atteint une hauteur de 30 mètres il a une croissance lente et son bois est aromatique.

En Algérie, connue par sa résistance les fortes sécheresses et son long cycle

de vie qui dépasse les deux mille ans chez certains de ses arbres les plus anciens il s'agit du cyprès du Tassili .

Sterculia , nous avons choisie cette espèce pour leurs intérêt ornementale et écologique , cette espèce Sterculia est un genre botanique de la famille des Malvaceae selon la classification phylogénétique (ou des Sterculiaceae selon la classification classique). Il compte 200 à 300 espèces d'arbres tropicaux.

Ce genre doit son nom à Sterculus, dieu Romain de la croissance des végétaux (et des engrais) certainement en raison de l'odeur de fumier de l'arbre caca, Sterculia foetida.

Le stress salin et hydrique et son impact sur la germination et la croissance

des plantes sont des sujets d'intérêt majeur dans le domaine de l'agriculture et de la biologie végétale, la culture du cyprès est confrontés à plusieurs défis notamment le stress salin et hydrique qui peut avoir des conséquences sur la germination des graines de cyprès.

La germination correspond à l'étape par laquelle une semence en vie ralentie "se réveille " et donne naissance à une plantule. Ce passage met en jeu des mécanismes physiologique complexes. C'est l'ensemble des processus qui vont du début de la réhydrations de la graines à la sorties de la radicule.

La germination est un processus crucial par lequel une graine se transforme

en une jeune plante, lorsque les graines de cyprès sont exposées à des conditions de stress salin, c'est-à-dire un sol contenant des niveaux élevés des sels solubles (Ouhaddach,2016) leur capacité de germination peut-être inhibées de même en cas de stress hydrique, lorsque les graines ne reçoivent pas suffisamment d'eau (Chaumeil, 2006) leur germination peut être entravée outre la germination, le stress salin et hydrique peut également avoir un impact significatif sur la croissance ultérieure des plantes. Les plantes exposés à des conditions de stress salin peuvent présenter un retard de croissance, une réduction de la taille de feuilles et des tiges. De même, le stress hydrique peut entraîner une diminution de la croissance des racines et des parties aériennes, une diminution de la surface filaires et une réduction de la photosynthèse compromettant ainsi le développement global de la plante (Bousba,2012)

Comprendre les mécanismes et les réponses du cyprès au stress salin et hydrique est essentiel pour développer des stratégies de gestion adaptée afin d'améliorer la résistances et la productivité de cette culture, ainsi que pour Identifier des variétés de cyprès plus résistante.

L'objectif de cette étude est d'évaluer et comprendre l'effet du stress salin et hydrique sur la germination de cyprès et sterculia. Afin de mieux appréhender les mécanismes adaptatifs de la plante face à ces contraintes environnementale et pour fournir des informations clés pour améliorer la résistance et la tolérance du cyprès aux stress salin et hydrique.

Nôtre travail débutés par une introduction générale, suivie d'une synthèse

bibliographique fournissant des informations botaniques et écologiques sur le cyprès et sterculia. Ensuite nous présentons la partie expérimentale (matérielle et méthodes) qui examiné en détail les conditions de travail et décrit les paramètres étudiée. Les résultats obtenus quant à l'effet de stress salin et hydrique sur les deux espèces sont discutés dans cette partie .

SYNTHASE BIBLIOGRAPHIQUE

I.1. CHAPITRE I : GERMINATION

I.1.1. La germination

La germination correspond à l'étape par laquelle une semence en vie ralentie "se réveille" et donne naissance à une plantule. Ce passage met en jeu des mécanismes physiologiques complexes.

C'est l'ensemble des processus qui vont du début de la réhydratation de la graine à la sortie de la radicule, l'évolution des étapes suivantes constitue un phénomène de croissance. (Crosaz, Y. 1995)

I.1.1.1. Le processus de germination

Une graine est l'organe de la plante constituée d'un embryon, de tissus de réserves (albumen ou endosperme) enfermés dans des enveloppes protectrices (téguments) de morphologies différentes selon l'espèce (Fenner 2000). L'embryon est constitué de trois parties : la radicule, l'hypocotyle et l'épicotyle.

Le principal rôle des graines est de fournir une protection et des nutriments à l'embryon durant la germination (Schmidt 2000).

La germination des graines correspond à la transition de la phase de vie latente de la graine à la phase de développement de la plantule (Baskin & Baskin 2001). Le processus de germination se déroule de la manière suivante pour la majorité des angiospermes (Bewley 1997) :

- L'eau est d'abord absorbée par les ouvertures naturelles de la graine, puis diffusée à travers ses tissus (Young et Young, 1986). Les cellules de la graine deviennent ensuite turgescentes

À la suite de l'hydratation, sous l'effet de la dilatation de la graine, les téguments s'ouvrent, et l'embryon subit des changements métaboliques qui réamorcent sa croissance.

- La synthèse de nouvelles molécules donne lieu à une augmentation en taille de l'embryon jusqu'à ce que ce dernier émerge de la graine. Le premier organe à émerger de la graine est généralement la radicule qui constitue la racine embryonnaire. L'émergence de la radicule constitue l'un des seuls signes visibles de la germination.

En règle générale, les graines mûrissent, deviennent quiescentes, puis germeront dès que de l'eau, de l'oxygène et des conditions de températures adéquates leur seront

fournies (Srivastava, 2002). Néanmoins, à la fin de la fructification, il arrive que chez beaucoup d'espèces, en plus d'être quiescentes, les graines ne germeront pas, bien qu'étant dans des conditions environnementales optimales (Baskin & Baskin 2004). Cette caractéristique biologique liée aux graines est appelée la dormance.

1.1.1.2. Les types des germination

La graine se compose d'un tégument (simple ou double) et d'une amande formée de l'embryon et de tissus de réserves constituant l'albumen. La partie essentielle de l'amande est l'embryon. Celui-ci comprend une radicule, que prolonge une tigelle portant les cotylédons. Selon la présence ou non d'albumen dans les graines (Crosaz, Y. 1995), celles-ci se classent en 3 catégories :

- Les graine à périsperme : Albumen très peu développé avec autour le périsperme (reste du nucelle qui n'a pas été digéré et qui sert de réserve). Le lieu de réserve est le périsperme

- Les graines albuminées : Disparition du nucelle, cotylédons minces dans un albumen développé servant de réserve comme par exemple, les caryopses des céréales.

- Les graines exalbuminées : le nucelle a été digéré par l'albumen, qui sera digéré pour former l'embryon et les cotylédons qui renferment les matières de réserves, comme chez le pois ou le haricot. (Crosaz, Y. 1995)

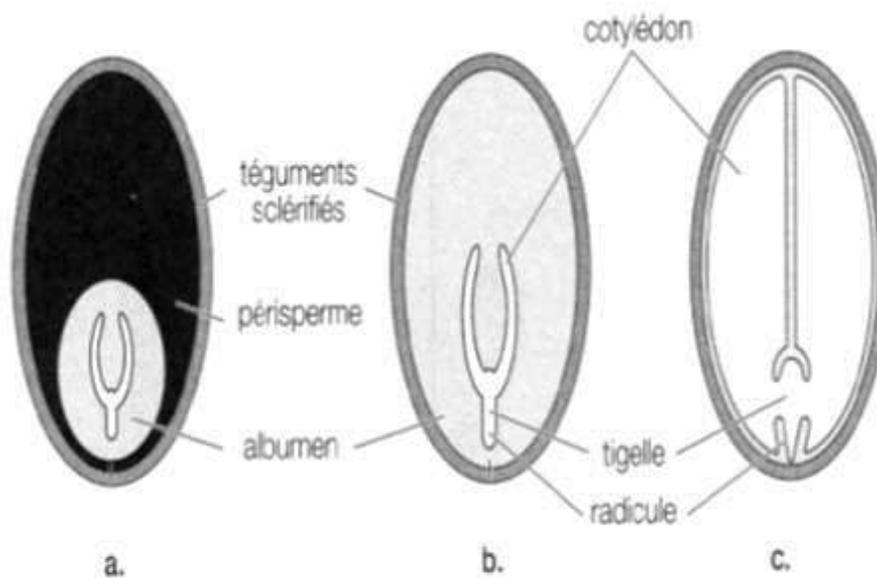


Figure 1:a. graine à périsperme, b. graine albuminée, c. graine exalbuminée (Crosaz, Y. 1995)

1.1.1.3. La dormance et sa relation avec la germination

La dormance des graines peut être considérée comme un « blockage » au bon déroulement de la germination d'une graine viable dans des conditions favorables (Li & Foley, 1997). Ce blocage à la germination a évolué différemment selon les espèces par le biais d'adaptation à l'environnement en lien avec la diversité de climats et d'habitats (Fenner & Thompson, 2005). Nous nous retrouvons ainsi avec une gamme de diversité de type et de forme de dormance répartie dans un grand nombre de familles différentes (Annexe,). Selon l'espèce et les conditions abiotiques du milieu, les différents types de dormance primaires peuvent également se succéder (Jayasuriya, Baskin & Baskin 2008).

Nous ne parlerons dans cette partie, que de six des formes de dormances primaires.

En 2004, Baskin & Baskin ont proposé une classification des dormances des graines qui inclue 5 des formes de dormances. Elles sont toutes présentes dans les types d'écosystèmes existants à La Réunion (tab.1) :

- La dormance physiologique (DPg) est la forme la plus abondante et se retrouve dans les graines de la majorité des angiospermes (tab.1). Elle met en cause un ou plusieurs mécanismes physiologiques qui proviennent de l'embryon et qui inhibent l'émergence de la racicule (Baskin et Baskin, 1998). Toutefois, les structures qui entourent l'embryon, telles que l'albumen ou les téguments, ne sont pas à négliger comme cause potentielle de ce type de dormance. Alors que la dormance morphologique est rattachée à un embryon immature qualifié de rudimentaire ou linéaire, la dormance physiologique n'est liée à aucun critère morphologique et peut se présenter chez n'importe quel type de graines (Nivot 2005).

Tableau 1 : Synthèse du pourcentage de forme de dormance réparti dans 3 écosystèmes tropicaux distincts (Baskin & Baskin 1998).

	Forêt tropicale humide (%)	Forêt tropicale sèche (%)	Savane (%)
Dormance physiologique	25	37	46
Dormance morphologique	3	1	1

Dormance morpho-physiologique	9	2	4
Dormance physique	6	34	25
Dormance physique-physiologique	0.4	1	0.5

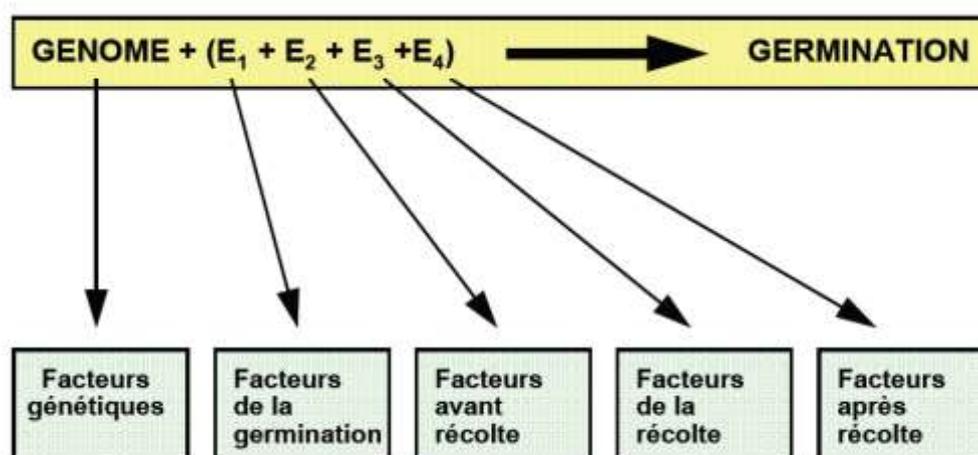


Figure 2: Les différents facteurs impliqués dans la qualité germinative des semences (Côme, 1993).

La dormance morphologique (DM) est due à la présence d'un embryon sous développé en termes de taille (Finch-Savage & Leubner-Metzger 2006). La germination ne peut avoir lieu tant que l'embryon n'est pas arrivé au terme de sa croissance.

- La dormance morpho-physiologique (DMPg) qui combine la dormance morphologique et physiologique (Baskin & Baskin 2004).

- La dormance physique qui est liée à une imperméabilité des graines (Baskin & Baskin 2004) ou des fruits (Li, Baskin & Baskin 1999) à l'eau causée par la présence du péricarpe et de l'endocarpe (Li, Baskin & Baskin 1999).

- La dormance physique-physiologique (DPqPg) qui associe dormance tégumentaire et dormance physiologique (Nikolaeva 1977 ; Baskin & Baskin 2001,2004). La germination ne peut se produire que si les deux types de dormance sont levés à la fois. Pour certaines espèces la dormance physique est levée avant la dormance physiologique et réciproquement pour d'autres (Finch-Savage & Leubner-Metzger 2006).

• La dormance chimique (DC) (non incluse dans la classification de Baskin & Baskin 2004) qui est provoquée par la présence dans le péricarpe d'inhibiteurs de la croissance de l'embryon. Le principal inhibiteur est l'acide abscissique (ABA) (Wang et al. 1994 ; Foley 2001).

I.1.1.4. Les étapes de la germination

Il est ainsi démontré que la germination comprend trois phases successives (figure 02) : la phase d'imbibition, la phase de germination *stricto sensu* et la phase de croissance.

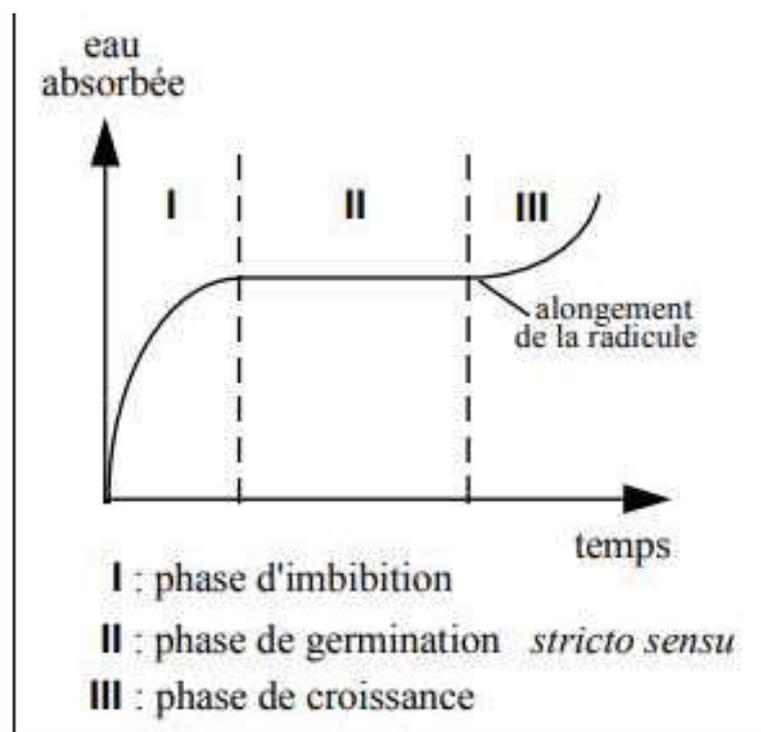


Figure 02. Courbe théorique d'imbibition d'une semence (Côme, 1982).

I.1.1.4.1. La phase d'imbibition :

Elle correspond à une forte hydratation des tissus par absorption d'eau aboutissant au gonflement de la graine :

-Blé : 47 g d'eau pour 100 g de graines,

-Haricot : 200 à 400 g d'eau pour 100 g de graines.

I.1.1.4.2. Phase de germination *sensu-stricto* :

Durant cette phase qui est relativement brève elle aussi (12 à 48h), la graine peut être réversiblement déshydratée et réhydratée sans dommage apparent pour sa viabilité. Elle s'achève avec l'émergence de la radicule hors des téguments.

I.1.1.4.3. Phase III :

caractérisée par une reprise de l'absorption de l'eau et une élévation de la consommation d'oxygène, elle correspond en fait à un processus de croissance affectant la radicule puis la tigelle. A ce niveau, on doit distinguer entre l'activité métabolique de la jeune plantule qui se développe à partir de l'embryon, qui a tendance à s'exalter, et celle du tissu de réserve (albumen, cotylédons), qui a tendance à décroître par suite de l'épuisement des réserves.

I.1.1.4.4. La longévité des graines

C'est la durée maximale qu'une graine peut conserver sa capacité de germer, quand l'ensemble des conditions sont réunies.

Ewart (1908) classe les semences en trois catégories : les semences macrobiotiques, qui vivent plus de 15 ans, les semences mésobiotiques, les plus nombreuses, qui ont une durée de vie comprise entre 3 et 15 ans, et les semences microbiotiques, qui ne survivent pas plus de 3 ans ; certaines meurent même après quelques jours ou quelques semaines.

I.1.1.5. Les types de germination

I.1.1.5.1. La germination épigée :

lorsque les tissus de réserve qui composent l'essentiel de la graine sortent du sol. La germination est alors assurée essentiellement par l'élongation importante de l'hypocotyle.

I.1.1.5.2. La germination hypogée :

lorsque les tissus de réserve qui composent l'essentiel de la graine demeurent dans le sol. La germination est alors assurée essentiellement par l'élongation importante de l'épicotyle.

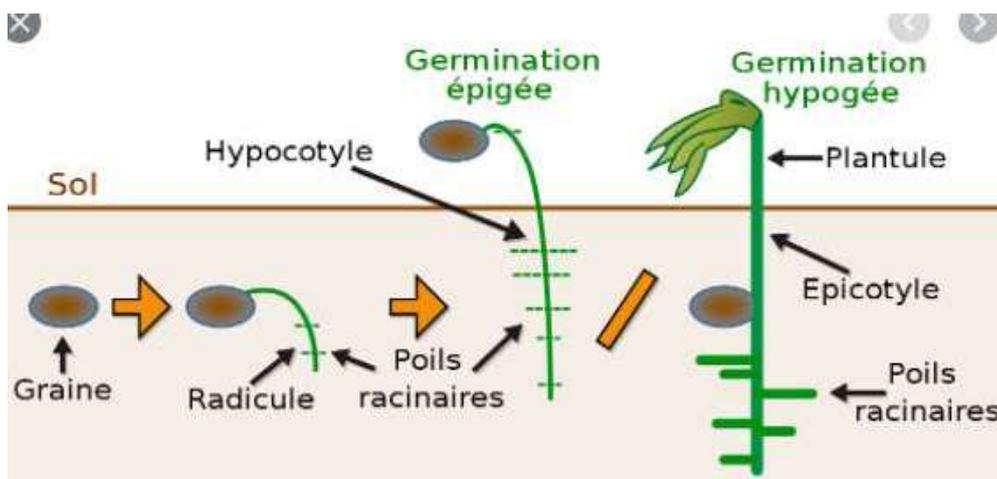


Figure 3: la différence entre la germination épigée et hypogée

1.1.1.6. Les conditions optimales de germination

Durant les tests de germination en laboratoire, il est envisageable que lors de la levée d'un type de dormance, une autre apparaisse. Par ailleurs, les graines ne passent pas de l'état dormant à celui de "prêt à germer" de façon brutale. On pense plutôt que, progressivement, les graines d'une population deviennent davantage réceptives à la gamme de conditions environnementales auxquelles elles sont capables de germer et de moins en moins sensibles à la gamme de conditions qui entravent leur germination (Foley, 2001).

L'ensemble des facteurs qui interviennent au moment de la germination mais aussi tout au long de la vie d'une semence, depuis sa création sur la plante mère jusqu'à sa reprise d'activité, exerce une influence sur le comportement de cette semence lorsqu'elle est mise à germer. Ainsi, la qualité germinative d'une semence est fonction de son génome mais aussi de multiples facteurs que Côme (1993) regroupe en quatre catégories : les facteurs avant la récolte, les facteurs de la récolte, les facteurs après la récolte et les facteurs de la germination (Côme 1993) (fig.1.3).

(i) L'espèce, la variété, la taille ou le poids des semences sont quelques-uns des facteurs génétiques qui peuvent avoir une influence sur la qualité germinative des semences. Par exemple, Chaussat et Chapon (1981) mettent en évidence une relation directe entre le poids du grain et sa vitesse de germination pour différentes espèces du genre *Triticum*.

(ii) Les facteurs avant récolte correspondent, entre autres

- au climat (température, pluie et lumière) ;
- à la position des semences sur la plante mère ;

- à l'âge de la plante mère.

(iii) Concernant les facteurs de la récolte, c'est certainement le stade de maturité des semences au moment de leur récolte qui intervient principalement dans la germination ; la date de récolte est donc importante.

(iv) S'agissant des facteurs après récolte, tous les traitements auxquels les semences sont soumises après leur récolte peuvent avoir une incidence sur leurs propriétés germinatives (Côme, 1993). Par exemple, le séchage, le nettoyage et le triage peuvent intervenir. Pour de nombreuses espèces (céréales, tournesol), il est clairement établi que la durée et les conditions de conservation des semences jouent un grand rôle (Baskin & Baskin 1998) L'âge des semences peut aussi modifier les conditions nécessaires à leur germination, notamment les conditions thermiques (DADACH, M.2016).

(v) Les facteurs de la germination, c'est à dire ceux qui interviennent au moment de la germination, sont nombreux. Les plus couramment étudiés sont la température, l'oxygène et la lumière. En fait, c'est l'influence combinée de ces différents facteurs qui rend possible ou non la germination. Ainsi, la présence d'eau est obligatoire, mais pas suffisante car il faut aussi que la température soit convenable et que l'embryon soit correctement oxygéné. Les inhibiteurs de germination, le substrat (profondeur du semis et granulométrie) et les conditions des tests au laboratoire (pH du milieu, densité de semences) sont aussi des facteurs qui peuvent influencer la qualité germinative des semences.

1.1.2. Les stress hydrique et salin chez les plantes

1.1.2.1. Notion de stress

Selon Levitt (1980), le terme stress désigne l'effet néfaste d'un facteur de l'environnement sur un organisme vivant. D'après Hopkins (2003), il s'agit de toute force ou condition hostile qui tend à empêcher le fonctionnement normal de la plante (croissance, développement et productivité). Ce terme regroupe à la fois les stress biotiques (causés par d'autres organismes vivants) et les stress abiotiques (se présentant à chaque fois qu'il y a un excès ou un déficit dans l'environnement physique ou chimique de la plante).

1.1.2.2. Stress abiotique

Le stress abiotique est lié à l'action néfaste du non-vivant sur le vivant, en particulier l'action exercée par les facteurs environnementaux ; susceptibles de déclencher des modifications dommageables, provoquant ainsi chez une espèce végétale une augmentation

du taux de mortalité de la population (Amrouche et Mesbah, 2017). En revanche, la réponse du végétal dépend, entre autres : des paramètres environnementaux (tels que le type de la contrainte : sécheresse, salinité température extrême) et génétiques (espèce et/ou génotype) (Hopkins, 2003).

1.1.2.3. Stress hydrique

Le stress hydrique est un problème sérieux dans beaucoup d'environnements arides et semi- arides, où les précipitations changent d'année en année et où les plantes sont soumises à des périodes plus ou moins longues de déficit hydrique (Boyer, 1982).

Lamaze et al., (1994) définissent le déficit hydrique comme étant une baisse de la disponibilité de l'eau dans le milieu d'installation d'une culture donnée, se traduisant par une réduction de la croissance de la plante et/ou de sa reproduction par rapport au potentiel du génotype. L'origine de ce déficit peut être : une salinité excessive du sol, une sécheresse qui se manifeste quand la quantité d'eau transpirée est supérieure à la quantité d'eau absorbée ou du gel

qui par cristallisation des molécules d'eau diminue sa disponibilité ce qui réduit significativement les productions agricoles (Chaumeil, 2006 ; Bousba, 2012).

Toutefois, le stress hydrique est le plus souvent provoqué par la sécheresse. Le manque d'eau peut se manifester aussi bien dans le sol que dans l'atmosphère (Veselovsky, 1985). Généralement, la sécheresse du sol est lente (Larcher, 1995), mais la diminution de l'humidité de l'air peut parfois être rapide (Yokota et al., 2006). D'un point de vue physique, le stress hydrique résulte d'un abaissement du potentiel hydrique dans l'air et/ou dans le sol en dessous d'une certaine valeur, dépendant du génotype et des caractéristiques du milieu (type de sol, température, vent) (Abdelmoula, R, and al . 2008)

1.1.2.3.1. Influence du stress hydrique sur la germination

L'effet du stress hydrique va dépendre de son intensité, de sa durée, du stade de développement de la plante ainsi que du génotype et de son interaction avec l'environnement (Yokota et al., 2006 ; Radhouabe, 2014). Ce phénomène est l'un des facteurs environnementaux qui affecte le plus la germination des espèces cultivées et réduit leur survie au cours des stades précoces de développement. En absence d'humidité suffisante, la graine même si elle est correctement placée dans le sol, n'évolue pas, retardant ainsi la levée. En cas de persistance de la sécheresse, la situation peut se traduire

par une absence de germination (MAROUANE, H. 2022). Au cours de cette phase, c'est le métabolisme des carbohydrates qui se trouve fortement affecté (Ingram et al., 1996), à travers la perturbation du fonctionnement enzymatique impliqué dans ce processus. De nombreux gènes contrôlant le métabolisme des sucres simples sont régulés par les variations de l'hydratation cellulaire. L'hydrolyse de l'amidon et la libération des sucres réducteurs énergétiques constituent une étape incontournable dans le déroulement de la germination. De plus, la disponibilité des carbohydrates pendant cette phase assure un rôle de protection contre le déficit hydrique (Beck et Ziegler, 1989).

1.1.2.3.2. Influence du stress hydrique sur la morphologie de la plante

Le stress hydrique cause des modifications au niveau de la morphologie des végétaux en limitant sérieusement la croissance de la plante (Moulineau, 1993). Un déficit hydrique précoce affecte en parallèle la croissance des racines et des parties aériennes, le développement des feuilles et des organes reproducteurs (Debaeke et al., 1996) ; ce qui se traduit par une réduction de la biomasse finale (Villegas et al., 2001).

Une diminution importante de la longueur et du nombre de racines, pourrait être due à un arrêt de la division et de l'élongation cellulaire au niveau de la partie racinaire Benkrinah (Khadija Hafiani Asya, S. S. 2018). Une autre conséquence importante de la sensibilité à l'élongation des cellules lors d'un stress hydrique est la réduction marquée de la surface foliaire. Cette dernière diminuera la croissance de la plante surtout durant les premiers stades de développement.

L'influence du déficit hydrique est souvent rapportée en terme de hauteur des plantes, du nombre de talles, de l'indice de surface foliaire, de la matière sèche des parties aériennes et racinaires ainsi que du rendement en grains (Brahimi, 2017).

1.1.2.3.3. Influence du stress hydrique sur la physiologie de la plante

Parmi les modifications physiologiques liées au stress hydrique, on observe un changement dans la régulation stomatique qui influe sur la photosynthèse et la respiration. En effet, un tel stress provoque la fermeture des stomates, ralentissant ainsi la photosynthèse en même temps que la respiration (Maury et al., 2011). De plus l'activité physiologique de la feuille est fortement affectée et est liée à la diminution du potentiel hydrique foliaire. Cette réduction est supposée dépendre d'une fermeture des stomates, avec

pour conséquence une diminution de la conductance à la diffusion du CO₂ et d'une limitation biochimique du chloroplaste pour la fixation du CO₂ (Brahimi, 2017).

Selon Benkaddour (2014) cette même contrainte peut conduire à un stress oxydatif par production des espèces réactives d'oxygènes (les ROS) particulièrement le radical superoxyde et le peroxyde d'hydrogène.

Les dommages provoqués par un stress hydrique vont aussi avoir des conséquences sérieuses sur le plan structurel et sur le plan métabolique en affectant l'intégrité des membranes et des protéines, ce qui entraîne des dysfonctionnements métaboliques. Les stress qui affectent la bicouche lipidique pourraient provoquer une perte de sélectivité des biomembranes. Ces dernières ont également tendance à devenir très poreuses lorsqu'elles sont desséchées (Hopkins, 2003).

1.1.2.4. Stress salin

Le stress salin est l'une des contraintes abiotiques les plus importantes et les plus limitantes en terme de productivité agricole à l'échelle planétaire, en particulier dans les climats aride et semi-aride (Khales, A., & Baaziz, M. 2006). Il se définit comme une concentration excessive en sel ; ce terme s'applique surtout à un excès des ions, en particulier Na⁺ et Cl⁻ (Hopkins, 2003).

L'excès d'ions salins dans la solution du sol génère à la fois une pression osmotique élevée et une accumulation d'ions devenant toxiques dans les feuilles notamment celle du Na⁺. Ceci a comme conséquence une réduction de la croissance et de la production des cultures due à une perturbation de plusieurs processus morphologiques, physiologiques, biochimiques et moléculaires (Kpinkoun et al., 2019).

Les effets de la salinité sur la croissance des plantes varient en fonction du type de salinité, de la concentration du sel, de l'espèce, de la variété, de l'organe de la plante, ainsi que de son stade végétatif (Levigneron et al., 1995). Certaines espèces telles que l'orge, le blé, le sorgho, la betterave et le tournesol se montrent plus sensibles au stade juvénile qu'au stade plante adulte (Munns et al., 2006). Mais cela ne s'avère pas être le cas pour toutes les espèces végétales.

1.1.2.4.1. Influence du stress salin sur la germination

La germination et les premiers stades de croissance sont cruciaux pour l'établissement des espèces se développant dans des environnements salins. Ce stade germinatif est souvent

limité par la salinité du sol et se montre plus sensible par rapport aux autres stades de développements (Ouhaddach, and al . 2018).

Une salinité élevée entraîne une inhibition de la germination des semences par osmose ou par toxicité spécifique (Ouhaddach, and al . 2018). Les effets osmotiques se traduisent par l'inaptitude des graines à absorber des quantités suffisantes en eau pour les ramener à leur seuil critique d'hydratation. Ce qui se trouve être nécessaire au déclenchement du processus de germination (Maas et Poss, 1989)

Les effets toxiques sont quant à eux liés à une forte accumulation des ions (notamment le Na^+) provoquant une perturbation des enzymes impliquées dans la physiologie des graines en germination. Ceci va empêcher la levée de dormance des embryons et conduire à une diminution de la capacité germinative (Rejili et al., 2007).

Rahmoune et al., (2001) ont montré que le sel a un effet dépressif sur le taux de germination des grains. Cependant, cet effet varie en fonction de l'intensité du stress et de la variété en question. Les variétés tunisiennes ont montré une sensibilité extrême au sel ; en revanche, les variétés marocaines se sont montrées les plus tolérantes.

1.1.2.4.2. Influence du stress salin sur la morphologie de la plante

Des seuils élevés de salinité vont affecter toutes les parties de la plante, mais il semblerait que cela ait une incidence plus marquée sur la croissance foliaire comparativement à la croissance racinaire. Et ceux chez plusieurs espèces de plantes cultivées telles que l'orge et le blé (Xu, 1990 ; Gouia et al., 1994).

Munns et Termaat (1986), signalent que le stress salin a pour effet immédiat la limitation de la croissance par le biais de messages hormonaux partant des racines en direction des feuilles. L'hormone impliquée étant probablement l'acide abscissique (Kefu et al., 1991). D'une manière générale ; cela retarde la croissance des pousses et l'émergence des nouvelles feuilles, réduit la longueur des feuilles et des coléoptiles et diminue la hauteur et le nombre de talles (Maas et Poss 1989 ; Brahimi, 2017).

La salinité diminue la croissance des plantes en provoquant un déséquilibre hydrique des tissus, ce phénomène est associé à une baisse de turgescence, suite à une diminution du gradient de potentiel hydrique entre la plante et le milieu. (Ouerghi et al., 2000). L'entrée du sel dans la plante provoque aussi un déséquilibre ionique qui se traduit (suivant l'espèce) par des carences ou des excès en certains éléments. Ce dernier provoque une altération de la

nutrition minérale (Levigneron et al., 1995). Ces perturbations sont une cause possible des réductions de la croissance des parties racinaires et foliaires de la plante (Haouala et al., 2007).

1.1.2.4.3. Influence du stress salin sur la physiologie de la plante

L'accumulation de chlorure et de sodium est l'une des principales menaces physiologiques qui pèse sur les écosystèmes. Les sels de la solution du sol peuvent se concentrer à hauteur de 2 à 5 fois leur valeur initiale. Ceci cause une augmentation de la pression osmotique de la solution du sol et rend encore plus difficile pour les racines l'extraction de l'eau. C'est ce qu'on appelle une sécheresse physiologique (MAHROUZ, F. 2013). Lorsque l'ajustement osmotique n'est pas suffisant, l'eau a tendance à quitter les cellules, ce qui provoque un déficit hydrique et une perte de la turgescence (Redondo-Gomez et al., 2006).

Lorsque la concentration en sel excède le niveau de tolérance de la plante, l'activité physiologique des feuilles est affectée en réduisant la photosynthèse, qui est liée à la diminution du potentiel hydrique foliaire responsable de la fermeture des stomates. La diffusion du CO₂ à

l'intérieur des stomates devient alors limitée et sa fixation au niveau des chloroplastes diminue ; les exposant ainsi à une énergie d'excitation excessive perturbant le transport des électrons. Par conséquent la glycolyse, le cycle de Krebs, l'assimilation de l'azote et de nombreuses voies métaboliques sont perturbées (Price et Hendry, 1991 ; Allen, 1995 ; Alem et al., 2002 ; Jajoo, 2013).

Dans des conditions salines, la membrane plasmique et le principal site de l'interaction du sel avec la plante ce qui induit à une perturbation de la composition lipidique et protéique au niveau de celle-ci affectant ainsi sa stabilité (Alem et al., 2005).

La salinité va également entraîner la production d'espèces réactives de l'oxygène (ROS) (Jajoo, 2013). L'excès de ROS déclenche des réactions phytotoxiques telles que la peroxydation des lipides, la dégradation des protéines et la mutation de l'ADN (Sreenivasulu et al., 2000).

1.1.3. Mécanismes d'adaptation aux stress salin et hydrique

La survie des plantes soumises à un stress environnemental est un vaste domaine de recherche (Tardieu, F. 2005). Plusieurs études ont montré que, lors d'un stress abiotique, les

plantes adoptent des stratégies d'adaptation qui font intervenir une large combinaison de facteurs morphologiques, physiologiques, biochimiques et moléculaires (Zerrad, W., and al. 2008).

Plusieurs voies de signalisation sont activées en réponse aux stress environnementaux. La réponse au stress (salin ou hydrique) est initiée quand une plante perçoit un déficit hydrique au niveau cellulaire. La reconnaissance du signal va conduire à l'activation de voies de transduction du signal qui seront à l'origine de modification de l'expression des gènes du métabolisme et de l'ajustement de la quantité d'eau au niveau cellulaire (Ben Yahmed, 2013).

I.1.4. Régulation stomatique et capacité photosynthétique

La réduction de la perte en eau par la fermeture stomatique est un moyen d'adaptation des plantes au stress abiotique (Slama, A., and al . 2005). En condition stressante, les racines synthétisent l'ABA qui est véhiculé jusqu'aux feuilles où il déclenche alors la fermeture de stomates (Benkhelif, 2016). Cette dernière, va provoquer une augmentation de la température foliaire et une réduction de l'assimilation du CO₂ d'où une réduction de l'activité photosynthétique (Anjum et al., 2011)

L'augmentation du nombre de stomates par unité de surface pourrait être un des facteurs de résistance au stress abiotique chez les céréales (Slama et al., 2005). L'accroissement de la densité stomatique peut augmenter l'assimilation nette du CO₂ et diminuer la perte en eau (Slama, A.,and al. 2005). Erchidi et al., (2000) ont constaté que les variétés ayant une conductance et une densité stomatique élevée sont plus résistantes au stress abiotique en donnant un rendement en grains plus satisfaisant.

I.1.5. Maintien de la balance hydrique et accumulation des osmolytes

On retrouve des stratégies d'adaptation communes au stress salin et au stress hydrique. D'une part, il existe des stratégies qui font appel à des modifications plutôt d'ordre physique : réduction de l'hydratation cellulaire, réduction du volume cellulaire et augmentation de la conductivité hydraulique. D'autre part, il existe des stratégies plutôt d'ordre chimique et en particulier l'ajustement osmotique (Yeo, 1983).

On parle d'ajustement osmotique quand la concentration en solutés à l'intérieur de la cellule augmente pour maintenir une pression osmotique cellulaire élevée. La cellule accumule alors activement des molécules comme réponse à la chute du potentiel osmotique

; se traduisant par une plus grande capacité d'attraction et de rétention des molécules d'eau (Yeo, 1983 ; Chaumeil, 2006). Il s'agit de molécules hautement solubles, de faible poids moléculaire, non toxique, sans charge et tendant à être neutres au pH physiologique (Farooq et al, 2009). Ces osmolytes s'accumulent majoritairement dans le cytoplasme et peuvent être aussi bien d'origine organique tels que les sucres, les acides organiques et les acides aminés (comme la proline et la glycine bêtaïne), que d'origine inorganique comme les ions, en particulier les ions de potassium.

La plupart de ces composés s'accumulant dans le cytoplasme sont appelés des solutés compatibles, car ils n'interfèrent pas dans les activités enzymatiques (Cuin et Shabala, 2007).

1.1.5.1. Les sucres solubles

L'augmentation de la concentration des sucres (glucose, saccharose et fructose) améliorent la tolérance à plusieurs stress abiotiques, tels que la sécheresse et la salinité (Delatorre et al., 2019). Généralement, on pense qu'une hausse de la teneur en sucres solubles peut avoir comme origine l'hydrolyse des réserves (en particulier l'amidon) mais aussi une modification de certaines voies métaboliques de synthèse (Lepoivre, 2003).

Ces osmolytes seraient impliquée dans les mécanismes d'ajustement osmotique (Dubos, 2001). Ils permettent également la stabilité des membranes, la protection des protéines, la protection des processus de synthèse des enzymes et la production d'énergie (Chaib et al., 2015). Ce phénomène d'osmorégulation permet le maintien de nombreuses fonctions physiologique comme la photosynthèse ou encore la croissance et peut intervenir à tous les stades de développement (Hassani et al., 2008).

1.1.5.2. La proline

La proline ou acide pyrrolidine-2-carboxylique est l'un des vingt principaux acides aminés qui entrent dans la constitution des protéines (Denden, M.and al. 2008). Il s'agit aussi, très certainement, de l'un des osmolytes le plus répandu (Bensalem et al., 2005). La synthèse de cet acide aminé à partir du Glutamate est catalysée par une enzyme : Δ 1-Pyrroline-5-carboxylate synthétase (P5C synthétase) (Neffar, 2013).

De nombreux rapports ont montré le rôle bénéfique de la proline en réponse à plusieurs stress environnementaux, en particulier les stress dus au sel et à l'eau (Fendi, I., et al., 2019). Elle peut agir comme une molécule de signalisation / régulatrice capable d'activer plusieurs

réponses faisant partie du processus d'adaptation (Maggio et al., 2002). En plus du rôle osmotique attribuer à celle-ci, elle intervient également dans : la détoxification des formes réactives d'oxygènes, la stabilisation des protéines, la protection de l'intégrité membranaire, la protection des systèmes enzymatiques et la régulation de l'acidité cytosolique (Hassani et al., 2008).

La proline et les sucres solubles peuvent être considérés comme des marqueurs biochimiques du degré de tolérance aux stress abiotiques et par conséquent ils peuvent être utilisés pour la sélection précoce de variétés tolérantes (Belfakih et al., 2013).

1.1.6. Les protéines impliquées dans la réponse aux stress

Les protéines de stress jouent un rôle majeur dans l'adaptation de la plante et de ce fait de nombreux chercheurs abordent la résistance au stress par l'isolement et l'étude de ces molécules (Campalans et al., 1999). Parmi ces protéines on cite: les aquaporines, les protéines HSP (Heat- shock proteins), les protéines LEA (Late embryogenesis abundant proteins) et autres chaperonnes qui peuvent jouer un rôle dans la régulation de la circulation de l'eau et dans la protection de la cellule végétale (Wang et al., 2003).

1.1.6.1. Les aquaporines

Les plantes doivent maintenir leur statut hydrique, tout au long de leur développement, même lorsque les conditions environnementales sont sévères. L'un des symptômes les plus fréquents et précoces associés à ces conditions stressantes, est la perturbation de l'homéostasie de l'eau, cette dernière est régulée par un groupe spécifique de protéines les aquaporines (Srivastava et al., 2016)

En se basant sur leur homologie de séquence, les aquaporines végétales peuvent être divisées en quatre grandes classes. Les deux plus importantes sont : les PIPs pour Plasma Intrinsic Proteins et les TIPs pour Tonoplast Intrinsic Proteins ; La 3ème classe comporte les NIPs, Noduline26-Like Intrinsic Proteins, et la 4ème classe comprend, les SIPs, Small Intrinsic Proteins (Hamla, 2016).

L'étude de 5 TIP chez le tournesol a montré que lors d'une déshydratation, la quantité de transcrits dans les racines augmentait pour SunTIP7, diminuait pour SunTIP18, augmentait transitoirement pour SunTIP20 et ne fluctuait pas pour SunRb7 et Sun γ TIP (Sarda et al., 1999). La régulation de l'expression des aquaporines va avoir une influence sur les propriétés de perméabilité à l'eau des membranes. Leur fonction a été étudiée plus

en avant chez le tabac en se servant d'une technique d'ARNm antisens (Chaumeil, 2006). Chez *Arabidopsis thaliana*, il existerait au moins 30 aquaporines. Certaines, telles que la protéine RD28 (Yamaguchi-Shinozaki et Shinozaki, 1993 ; Virlovet, 2011), sont induites par différents types de déficit hydrique, alors que d'autres sont réprimées par le déficit hydrique. Cette régulation permet de jouer sur les flux d'eau et du même coup l'ajustement osmotique (Virlovet, 2011).

1.1.6.2. Les protéines LEA

Les LEA (Late Embryogenesis Abundant proteins) sont des protéines hydrophiles qui s'accumulent très fortement dans les tissus tolérants à la dessiccation, comme les graines, ou en réponse à la déshydratation, aux basses températures, à la salinité et à l'application de l'ABA (Nguyen et al., 2019 ; Chaumeil, 2006).

Selon la similarité des séquences d'acides aminés et les différences dans les domaines conservés, elles peuvent être regroupées en huit (8) groupes. Les plus étudiés sont : les LEA du groupe 1 (D19) qui sont caractérisés par un motif commun de 20 acides aminés. Les LEA du groupe 2 (D11) aussi appelé déhydrines, partage 3 domaines hautement conservés : le segment-K qui est un motif de 15 acides aminés riches en lysine, une chaîne de sérines contigües ou segment-S et le segment-Y qui est un motif DEYGNP. cette protéine adopterait également une conformation en hélice α . Les LEA du groupe 3 (D7) partages un motif de 11 acides aminés permettant une conformation en hélice α . A ces trois groupes s'ajoutent aussi : le groupe 4 (D113), le groupe 5 (D29) et le groupe 6 (D34) ayant également des propriétés communes (Chaumeil, 2006).

Peu d'informations sont à ce jour disponibles sur la fonction des protéines LEA. Plusieurs hypothèses ont été avancées (Tunnacliffe et Wise, 2007 ; Virlovet, 2011) à savoir :

- En raison de l'absence de structure secondaire et de leur nature hydrophile, ces protéines assureraient une fonction protectrice car elles diminueraient l'agrégation de polypeptides partiellement dénaturés produits en condition de stress.

- Etant hydrophiles, elles sont également capables de fixer des molécules d'eau et pourraient donc jouer le rôle de tampon d'hydratation ce qui permettrait de ralentir la perte en eau.

- Les protéines LEA pourraient aussi assurer une stabilisation stérique puisque qu'elles peuvent être localisé à différents endroits de la cellule et peuvent même être associé aux membranes. Elles agiraient alors comme un tampon mécanique, évitant une diminution trop importante de la taille des cellules par une stabilisation membranaire.

-Pour finir, ces protéines pourraient également avoir un rôle de séquestration des ions étant riches en acides aminés chargés. Elles éviteraient ainsi des dommages cellulaires induits par l'augmentation de la concentration ionique en cas de stress hydrique (Virilouvet, 2011).

1.1.6.3. Les protéines HSP

Pour la survie des cellules, en particulier dans des conditions difficiles, l'un des mécanismes qui s'est le plus maintenu lors de l'évolution est celui de l'expression de protéines connues sous le nom de protéines de choc thermique (HSP). Elles sont divisées en cinq familles en fonction de leur poids moléculaire: les Hsp60, les Hsp70, les Hsp90, les Hsp100 et les sHsp (small HSP) dont la taille varie de 12 à 40 kDa (Chaumeil, 2006 ; Divya et al., 2019). Par la suite, les protéines HSP ont été montrées comme pouvant s'accumuler lors d'autres stress comme le stress hydrique et le stress salin (Wang et al., 2004).

Leur rôle crucial s'illustre dans la protection, le maintien et la régulation de la conformation des protéines, de leur assemblage, de leur localisation et de leur dégradation dans de nombreux processus cellulaire. Elles sont également impliquées dans la stabilisation des protéines et des membranes. Elles permettent ainsi une protection des plantes lors de stress par un rétablissement de la conformation initiale des protéines et de l'homéostasie cellulaire (Wang et al., 2004 ; Janowska et al., 2019). Justement on associe très couramment ces protéines et en particulier les petites protéines HSP (sHSP) à la tolérance à la dessiccation chez les plantes. Ainsi, dans les graines d'*Arabidopsis thaliana*, les sHSP s'accumulent pendant les phases tardives de la maturation et sont très abondantes dans la graine sèche (Boucher, 2009).

1.1.7. Polyéthylène glycol

On appelle polyéthylène glycol ou PEG des polyéthers linéaires de masse molaire inférieure à 20 000 g/mol fabriqués à partir de monomères d'éthylène glycol. Leurs propriétés hydrosolubles et liposolubles en font des produits utilisés dans un grand nombre d'industries (médical, cosmétique, etc.). On les appelle également macrogol dans le domaine

médical. On a l'habitude d'indiquer la masse molaire moyenne du polymère après le nom, par exemple PEG-2000 (2 000 g/mol). (Hassouna, F.2006).

Lorsque leur masse molaire est supérieure à 20 000 g/mol, on les appelle plus communément poly(oxyde d'éthylène) ou poly(oxyéthylène).



Figure 4: Polyéthylène glycol (CHIKHI,2024)

I.2. CHAPITRE II : LE CYPRES

I.2.1. définition

Au début du siècle, des peuplements naturels de cyprès ont été découverts, notamment le *Cupressus dupreziana* au Tassili et le *Cupressus atlantica*. Ces deux espèces ont été initialement confondues avec le *Cupressus sempervirens*, mais des études botaniques approfondies ont permis de distinguer les trois espèces (Stewart, 1969).

Le *Cupressus sempervirens* L, connu sous le nom de cyprès méditerranéen, est une plante médicinale et aromatique utilisée à des fins décoratives (Bendou, T., & Irid, F. 2023). Il appartient à la famille des Cupressacées et est présent dans divers habitats, tels que l'Amérique du Nord, l'Afrique, le sud-est de l'Europe et l'ouest de l'Asie. Ces arbres peuvent protéger les champs des dommages causés par le vent. Plusieurs chercheurs ont noté que cette espèce peut présenter une croissance rapide et horizontale, ce qui lui a valu des rangs taxonomiques sous-spécifiques. La forme fastigiée est issue de la culture horticole ancienne, tandis que la forme horizontale est considérée comme naturelle avant l'influence humaine (Bendou, T., & Irid, F. 2023).

Bien qu'il existe de nombreuses sous-espèces et variétés de *Cupressus sempervirens*, les principales variétés reconnues en fonction de leur ramification sont le cyprès à ramification horizontale (*Cupressus sempervirens* L. var. *Horizontalis*,) et le cyprès pyramidal (Ehrami) (*Cupressus sempervirens* L. var. *pyramidalis*,).

Cette espèce présente de nombreuses caractéristiques botaniques spécifiques, telles que la tolérance à la sécheresse, aux courants d'air, à la poussière, au grésil et aux gaz atmosphériques transportés par le vent (Samy et al., 2014).



Figure 5: *Cupressus sempervirens* L var. *horizontalis* (Bendou, T., & Irid, F. 2023).



Figure 6: *Cupressus sempervirens* L var. *pyramidalis* (Bendou, T., & Irid, F. 2023).

I.2.2. L'origine :

L'origine ancestrale de cyprès toujours vert se perd dans la nuit des temps et on le trouve abondamment cité dans les recites mythologiques peut-être à cause de la valeur symbolique qu'on lui prête volontaire. || incare , en effet à la fois la rusticité et la longévité. Où tout simplement la vie dans des contrées désertique particulièrement défavorisés a l'exemple du cyprès de puprez aux fins fonds du Sahara. Cette impression d'immortalité se perpétue à travers ses vestiges. Le bois de cyprès etant imputrescible comme celui des Taxodiaceés .famille associée apparente également à l'ordre des Cupressales. C'est un fait reconnu que les cyprès sont des essences ubiquistes qui s'accommodent des situations écologiques les plus ingrats sécheresse,sols marneux ou caillouteux, inculte sont les caractéristiques communes des aires d'origine actuelles dispersées entre 20° et 40° de l'altitude nord dans le bassin méditerranée. L'Afrique du nord, l'Amérique Centrale, voire l'extrême orient (CF. Carte de la végétation géographique des aires d'origine du genre Cupressus) Mais leur adaptation Xerophile ne les rend pas insensible pour autant aux bienfaits des sols profondes riche et frais des climats de type océanique, auxquels certains espèces sont plus spécialement destinées par leur origine (ex.C.macrorapa) . Dans la majorité des cas , les températures trop basses sont le principal obstacles l'extension de leur répartition géographique déjà vaste.

I.2.3. Nomenclature

Le nom Cupressus vient du latin où il désigne le genre, venant du Grec « Kubarissos » qui désigne l'espèce, certains auteurs pensent que cela viendrait plus tôt de Cyprus qui indique son origine Chypriote, sempervirens signifie toujours vert, persistant, mot qui vient du latin « semper » toujours et « virens » qui signifie vert (Al-Snafi, 2016) .

Tableau 2: Nomenclature de *Cupressus sempervirens* L (Al-Snafi, 2016)

Français	cyprès d'Italie, cyprès de Montpellier, cyprès de Provence, cyprès pyramidal, cyprès sempervirent.
Anglais	Italian cypress.
Allemand	Echte Zypresse
Néerlandais	Italiaanse Cipres
Espagnol	Ciprés común, ciprés fino, xifrer, xiper
Italien	cipresso comune
Arabe	sarwel, لورس

1.2.4. Position systématique

Les cupressacées représentent la famille (Cupressaceae) la plus cosmopolite avec dix genres dans chaque hémisphère, mais la plupart des espèces se trouvent dans l'hémisphère nord (Enright et al., 1996). Par ailleurs, la distribution de cette famille est sous l'influence de facteurs divers : climat, sol, perturbations (catastrophes naturelles, exploitation humaine), etc. (Banks, 2004).

Tableau 3: Classification de *Cupressus sempervirens* L (Nichane, 2015)

Règne	Plantae
Embrenchemen	Spermaphytes
Sous embranchement	Gymnospermes
Classe	Pinopsida
Ordre	Pinales
Famille	Cupressaceae
Genre	Cupressus
Espèce	<i>Cupressus sempervirens</i> L.

1.2.5. Caractéristiques botanique

1.2.5.1. Description botanique de *Cupressus sempervirens*

1.2.5.1.1. Appareil végétatif

L'arbre peut atteindre 20 à 30 m de haut¹ et 2 m de tour². Il est très ramifié, excepté dans sa partie inférieure. L'écorce est brune-grise, assez fine et crevassée.

L'arbre a deux ports totalement différents : la forme *horizontalis*, à aspect pyramidal et à branches très étalées (dite « cyprès mâle »), et la forme *fastigiata*, à aspect très élancé, ressemblant à une colonne ou un pinceau (dite « cyprès femelle ») (Fillion, L. C. 1884).

Les rameaux sont généralement assez courts et ont une section transversale quadrangulaire. Les jeunes pieds portent des aiguilles et les plus âgés des écailles vertes, imbriquées de façon assez serrée sur quatre rangs, un sur chaque face du rameau. Elles ne dégagent aucune odeur quand on les froisse et sont persistantes. (Farrar, J. L. 1996).



Figure 7: Feuillage et cônes femelles fécondés(Farrar, J. L. 1996).



Figure 8: Feuillage et cônes mâles (Farrar, J. L. 1996).

I.2.5.1.2. Appareil reproductif

La « floraison » se produit en mars-avril en France. Les organes reproducteurs ne sont pas portés par des fleurs, mais par des cônes. Cette espèce est monoïque : les organes mâles et femelles sont séparés, mais ici, présents chez un même individu. Le cône mâle reste petit ; il a une forme oblongue. Le cône femelle, en forme d'œuf, peut atteindre une longueur de 4 cm, mais mesure généralement entre 2 et 3 cm de longueur. Il porte des écailles pentagonales ornées d'une pointe écailleuse de petite taille.. (Blais, R 1986).

La pollinisation est anémogame (pollen transporté par le vent). Le pollen de cette espèce est très allergisant 4(indice 5/5). Des allergies croisées sont possibles avec le pollen du Thuya, du genévrier et du pêcher (Gouranton-Lagier, M.and al. 2009).

I.2.6. Utilisation *Cupressus sempervirens*

Le bois, très dense et presque imputrescible, est apprécié des ébénistes. Dans l'épisode biblique du déluge, l'Arche de Noé était en bois résineux, ou bois « gofer » ou « gopher » (hébreu : גופר). Les Phéniciens, les Assyriens, les Romains et les Grecs l'utilisaient pour la construction de navires, de portes de temples et de cercueils. Il était déjà à l'époque considéré comme l'arbre de deuil, ce qui explique peut-être qu'il est si fréquemment planté dans les cimetières. (Gouranton-Lagier, M.and al. 2009).

Le monastère Santo Toribio de Liébana possède une relique de la Sainte Croix du Christ dont une expertise scientifique de 1958 certifie sa composition en cyprès sempervirens. (Gouranton-Lagier, M.and al. 2009).

L'huile essentielle, extraite à partir des rameaux, est utilisée pour ses propriétés sur la circulation veineuse et lymphatique, notamment ses propriétés vasoconstrictrices.

L'huile essentielle de cyprès est produite par distillation à la vapeur d'eau des rameaux feuillés. Il faut environ 1 kg de rameaux pour obtenir 10 ml d'huile essentielle. (Farrar, J. L. 1996).



Figure 9: Cypripès toujours vert dans un jardin à Fourques (Farrar, J. L. 1996).

1.2.7. Caractéristiques écologiques

Le Cyprès est une plante de climat doux. Il a besoin de chaleur ; il doit être protégé des vents froids. Il peut résister à des températures négatives allant jusqu'à -20°C

Température : du point de vue thermique, le Cyprès peut résister à une température jusqu'à - 20°C. Comme beaucoup de plantes méditerranéennes, c'est le froid humide en hiver qui peut être préjudiciable à sa longévité (Kismoune, S. and al . 2021).

Précipitation : le Cyprès est une essence xérophile, car c'est un arbre robuste susceptible de s'adapter à des conditions physiques très sévères. Mais il peut être plastique, c'est -à-dire qui peut se développer dans des climats humides. En effet, le Cyprès est un arbre qui n'a pas d'exigence pluviométrique et peut se contenter de 250 à 350 mm / an.

Altitude : le Cyprès vert se rencontre spontanément dans toutes les zones basses du pourtour méditerranéen à moins de 500 m d'altitude. On les trouve souvent en limites de zones agricoles ou en alignement dans les parcs ou les propriétés où leur forme particulière en fuseau marque les paysages.

Sol : il est indifférent à la nature chimique du substrat. Il préfère les sols profonds, drainés, si non ras même sec et calcaire. Il supporte mal les terres argileuses ou trop gorgées d'eau. Néanmoins, le Cyprès vert tolère les sols superficiels (moins de 50 cm, voire 30cm) et caillouteux. Un sol trop humide peut entraîner le développement des champignons parasites (Kismoune, S., & Benabdelkader, M. E. 2021).. C'est une excellente essence vis-à-vis la résistance au vent et à la sécheresse (Nichane, 2015)

On ne connaît pas exactement l'aire naturelle de Cyprès qui a été depuis très longtemps, planté sur tous le pourtour du bassin méditerranéen. Il est vraisemblablement spontané dans les montagnes du nord de l'Iran et sans doute aussi en Asie mineure. Pour certains auteurs, il serait originaire de l'île de Chypre et de là, il serait propagé en Grèce, Turquie.

En Espagne, le *Cupressus sempervirens*, a été introduit seulement récemment et les espèces les plus vieilles ont environ 150 ans.

En Grèce, le Cyprès pousse du niveau de la mer jusqu'à la limite de la végétation (1750 m au dessus du niveau de la mer en Crète) et constitue des forêts naturelles en Crète, à Samos, Rhodes, Kos, Simi et Millos.

En Italie, nous ne trouvons pas de forêts naturelles de Cyprès. Des Cyprières de petite dimension se trouvent sur les collines de la côte de la mer Tyrrhénienne, de la Ligurie à la Calabre et en Sicile ; celles plus vastes et productives, sont localisées en Italie centrale, surtout en Toscane près de Florence, de Sienne et de Pise. Dans le Nord de l'Italie, le Cyprès se trouve principalement sur les rives des lacs.

Au Portugal, le *Cupressus sempervirens* n'est pas très diffusé.

En France, le Cyprès a été planté et se trouve dans toutes les régions côtières allant des Alpes aux Pyrénées.

Il serait très anciennement naturalisé partout ailleurs. Quoiqu'il en soit, en Afrique du Nord et tout particulièrement en Algérie, il se comporte actuellement comme une essence autochtone, très bien adaptée à nos climats secs. Il en existe deux formes, souvent présentes dans le même lot de plants : la forme *fastigiata* à cime étroitement conique et la forme *horizontalis* à branches étalées (Lorin, H. 1913).

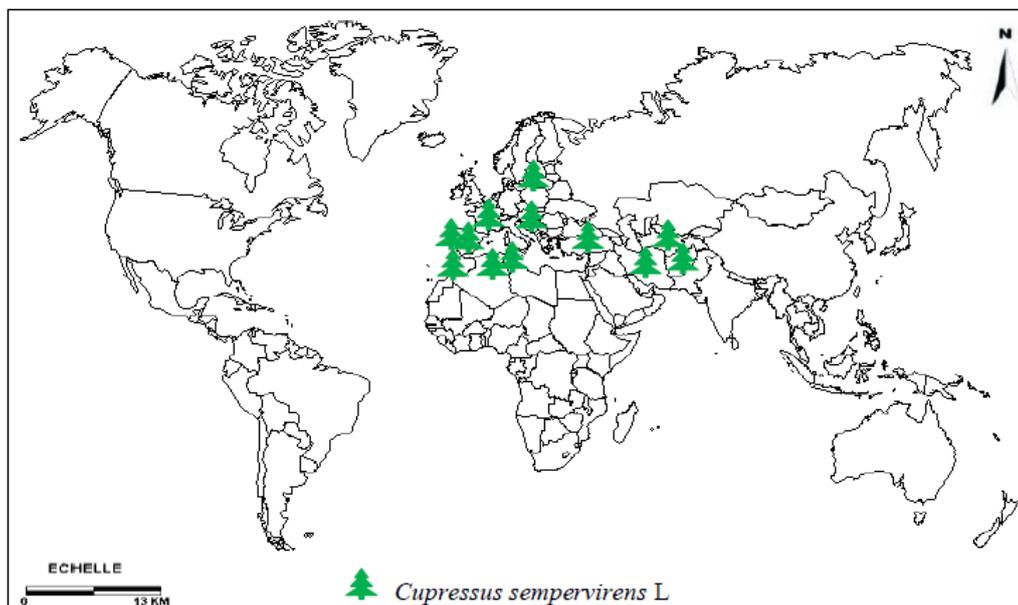


Figure 10: Aire de répartition du *Cupressus sempervirens* L (Nichane, 2015).

I.2.8. En Algérie

En Algérie, il y a des 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.à.d. 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. 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 brisevent ou encore en 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 (Prasanna et al.,2016)

Il y'a 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 cour du temps et serait due à l'influence du milieu (Nichane,2015).

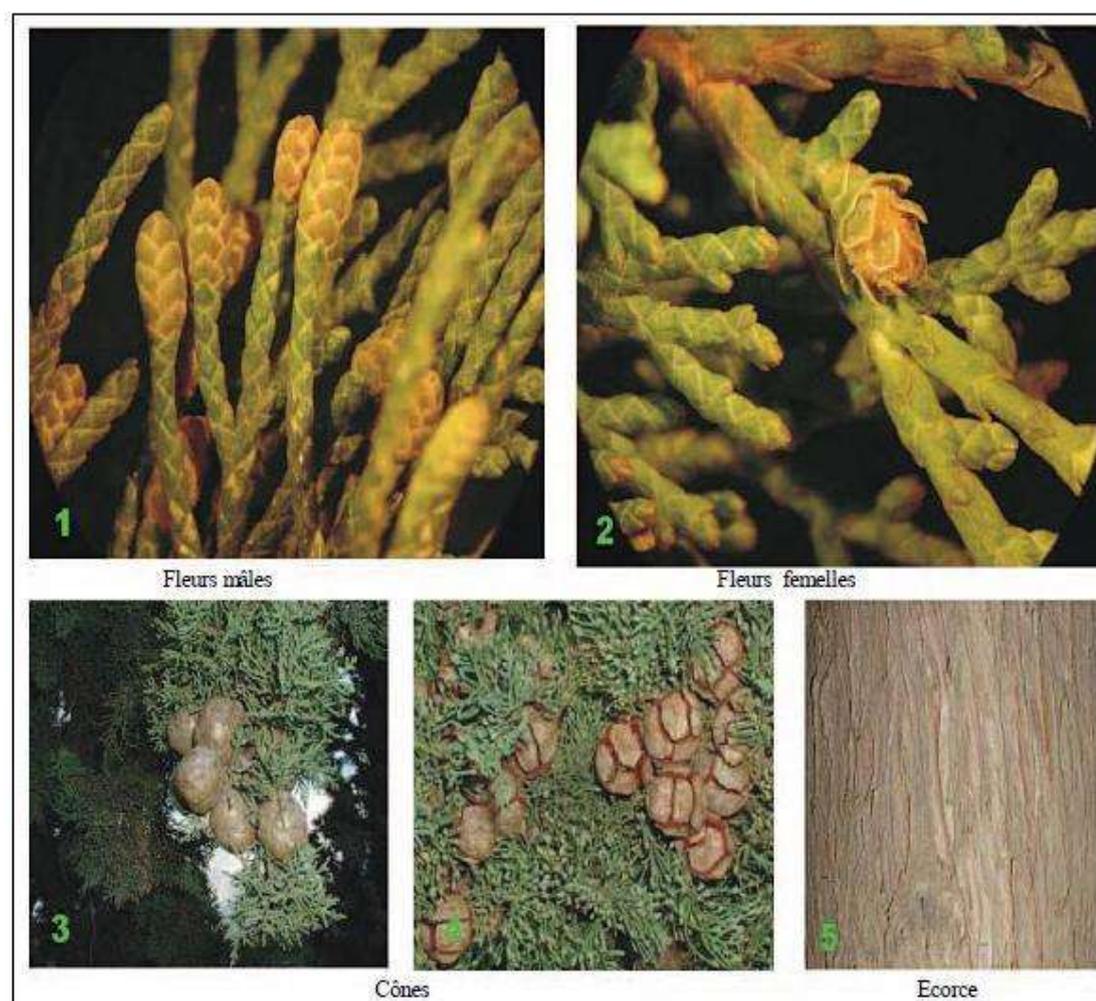


Figure 11: Cyprès vert (*Cupressus sempervirens* L) (Nichane, 2015)

1.2.9. Les effets pharmacologiques

Son examen traite des constituants chimiques, des effets pharmacologiques et thérapeutiques de *Cupressus sempervirens* en tant que médicament à base de plantes prometteur en raison de son innocuité et de son efficacité.

1.2.9.1. Effet antibactérien

L'activité antibactérienne des extraits de méthanol, éthanol et acétate d'éthyle des parties aériennes de *Cupressus sempervirens* a été étudiée contre *S.aureus* (ATCC6538), *B.subtilis* (ATCC6633), *P. aeruginosa* (ATCC6643), *E. coli* (ATCC15224), *K. pneumonia* (MTCC618) et *S. typhimurium* (ATCC13048). Les extraits ont été utilisés en 8 concentrations (1, 2, 3, 5, 7,5, 10, 12,5 et 15 mg / ml). Tous les extraits de *Cupressus sempervirens* ont induit une inhibition de la croissance bactérienne dose-dépendante contre toutes les bactéries testées (Boukhis et al., 2012)

L'activités antibactérienne de *Cupressus sempervirens* a montré une forte activité contre les bactéries Gram positives (zone d'inhibition 9-14 mm pour l'extrait aqueux et 9-12 mm pour l'extrait chloroforme), une faible activité contre les bactéries Gram négatives (zone d'inhibition 1- 6 mm pour l'extrait aqueux et 1-5 mm pour l'extrait chloroformique) (Emami et al., 2005).

L'activité antimicrobienne de l'huile essentielle de *Cupressus sempervirens* a été étudiée contre dix bactéries et champignons (*Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Halomonas elongate*, *Salmonella typhimurium*,

Enterococcus hirae, *Aspergillus niger*, *Trichida albermirae*, *Aspergillus niger* et *Candiidae*) Les résultats ont révélé que l'huile de *Cupressus sempervirens* inhibait la croissance des bactéries sensibles, des champignons filamenteux et des levures. Les valeurs MIC et MCC ont indiqué que l'huile essentielle de *Cupressus sempervirens* était très efficace. De plus, le rapport MIC / MCC a confirmé une activité bactéricide et fongicide de l'huile essentielle. Cependant, l'activité antimicrobienne des huiles essentielles de *Cupressus sempervirens* était plus prononcée contre les bactéries Gram-positives que les bactéries Gram-négatives (Toroglus et al., 2007).

1.2.9.2. Activité antivirale

Extraits éthanoliques de *Cupressus sempervirens* ont été utilisés pour tester leur influence sur les virus de l'herpès (HSV-1). Des monocouches de cellules HeLa ont été infectées par des virus de l'herpès (HSV-1). Activité antivirale des extraits végétaux évaluée en utilisant la méthode Hématoxyline et Eosine et observée au microscope optique. Tous les tests ont été comparés à un contrôle positif, l'acyclovir. Les résultats ont montré que cette plante a une activité antivirale contre le virus HSV-1 (Al-Othman et al., 2012)

1.2.9.3. Effet antiparasitaire

L'extrait à l'éthanol des cônes en poudre de *Cupressus sempervirens*, recueillis à Oxford, Mississippi, a présenté de puissantes activités antiparasitaires. Le fractionnement guidé par un essai biologique utilisant une chromatographie sur couche mince préparative centrifuge a conduit à l'isolement de nombreux diterpènes, la 6-désoxytaxodione (11-hydroxy-7, 9 13- abietatrien-12-one), la taxodione, le ferruginol et le sugiol. La 6-désoxytaxodione (11- hydroxy-7, 9, 13-abietatrien-12-one) et la taxodione ont affiché une puissante activité antileishmaniale avec des valeurs de concentration inhibitrice demi-maximale (CI50) de 0,077 µg / ml et 0,025 µg / ml , respectivement, contre les promastigotes de *Leishmania donovani*, par rapport à ceux des médicaments antileishmaniens standards, la pentamidine (IC50 1,62 µg / ml) et l'amphotéricine B (IC50 0,11 µg / ml (Tumen et al .,2012)

1.2.9.4. Effet insecticide

Des extraits à l'éthanol, à l'acétone et à l'éther de pétrole de feuilles de *Cupressus sempervirens* égyptien ont été testés contre des larves de 3e stade du moustique *Culex pipiens*. Les résultats obtenus ont indiqué que les extraits d'éther de pétrole étaient plus efficaces que les extraits d'éthanol et d'acétone. La toxicité, basée sur les valeurs CL50, était la suivante:

éthanol (CL50 263,6 ppm)> extrait d'acétone (CL50 104,3 ppm)> extraits d'éther de pétrole (CL50 37,8 ppm). Une réduction remarquable du pourcentage de pupaison et de l'émergence des adultes a été obtenue. De plus, tous les extraits ont exercé un effet toxique différé sur les pupes et les adultes après traitement des larves. De plus, divers degrés d'anomalies morphogéniques ont été observés au stade immature et adulte (Moussa et al.,2011).

1.2.9.5. Effet antioxydant

Les extraits de feuilles au chloroforme et au méthanol de *Cupressus sempervirens* ont été testés pour leur activité antioxydante en utilisant le test DPPH. L'activité antiradicalaire de l'extrait au chloroforme (50 µg / ml) était de 6%, tandis que celle de l'extrait au méthanol (50 µg / ml) était de 65% (Benabed, K. H. 2018).

Les activités antioxydantes des feuilles fraîches de *Cupressus sempervirens* par dosage de piégeage de l'oxyde nitrique étaient de 1,17 (mg de quercétine / g d'extrait), par dosage

de pouvoir réducteur était de 2,85 (mg d'acide ascorbique / g d'extrait), par chélation des métaux était de 2,70 (mg d'EDTA / g d'extrait).) et par dosage d'antioxydant phosphomolibdène était de 16,5 (mg d'acide ascorbique / g d'extrait) (Shahid et al., 2013).

L'activité antioxydante de l'huile essentielle de *Cupressus sempervirens* a été évaluée en mesurant l'effet de piégeage des radicaux sur le 2, 2-diphényl-1-picrylhydrazyl (DPPH) et en utilisant le 2, 2'-azinobis (3-éthylbenzothiazoline-6-sulfonate) (ABTS). L'huile essentielle a montré une activité antioxydante élevée (7,7 µg / ml et 2,14 mM de Trolox pour les dosages DPPH et ABTS, respectivement) par rapport au BHT (Al-Snafi, 2016).

1.2.9.6. Effet anti-cancer

Les huiles essentielles pyramidalis ont été testées sur des cellules de mélanome amélanotique C32 et sur des cellules d'adénocarcinome à cellules rénales, en utilisant le test de Sulforho Lamine B. *Cupressus sempervirens* ssp. L'huile de feuille de pyramidalis a exercé l'activité cytotoxique la plus élevée avec une valeur IC50 de 104,90 microg / ml contre C3 (Boukhris et al., 2012).

L'extrait de fruit éthanolique de *Cupressus sempervirens* a inhibé la prolifération des cellules stromales BPH humaines et l'activité a été localisée dans sa fraction soluble dans le chloroforme et riche en diterpène. Huit diterpènes majeurs isolés de cette fraction présentaient une activité modérée à puissante et le diterpène le plus actif (acide labda-8, 12,14-trién-19- oïque) présentait une CI50 de 37,5 µM (activité antiproliférative contre l'HBP-stromale humaine). cellules). Il a inhibé de manière significative l'activation (phosphorylation) de Stat- 3 dans les cellules stromales BPH et empêché la transactivation des gènes KLK3 / PSA et TMPRSS2 sensibles aux androgènes dans les cellules LNCaP. Labda-8 , une fraction CS riche en acide 12,14-trién-19-oïque a empêché l'hyperplasie prostatique chez le modèle de rat et a provoqué le marquage TUNEL des cellules stromales avec des expressions inférieures d'IGF- I, TGF-β et PCNA, et bcl Rapport -2 / bax. Les tissus humains de l'HBP ont montré une diminution précise de la composante stromale après incubation dans l'acide labda-8, 12,14- trien-19-oïque, ex vivo (Toroglu, 2007).

La taxodione isolée des cônes (fruits) de *Cupressus sempervirens* a montré une puissante activité cytotoxique (PDR, 2000).

Les activités antihépatotoxiques et antimutagènes de l'extrait hydroéthanolique de *Cupressus sempervirens* ont été étudiées dans un modèle expérimental de rat de toxicité hépatique induite par le paracétamol chez le rat, en comparaison avec la silymarine comme

agent de référence. Les résultats ont révélé que le prétraitement avec soit un extrait hydroéthanolique (250 mg / kg / jour, po) ou de la silymarine (50 mg / kg / jour, po) pendant 4 semaines a un bon profil de sécurité chez le rat normal et a montré une hépatoprotection marquée contre dose toxique unique de paracétamol (4 g / .kg pc, po) comme le prouve la baisse marquée des fragmentations d'ADN et l'inhibition du pourcentage d'aberrations chromosomiques dans la cellule de la moelle osseuse (Karkabounas at al.,2003).

1.2.9.7. Effet hypolipidémique

Les effets de l'extrait de cône de *Cupressus sempervirens* sur le profil lipidique ont été étudiés chez des rats Wistar. L'administration orale de l'extrait a entraîné une diminution substantielle du cholestérol total sérique, ce qui était significatif même après 6 semaines de traitement. De plus, ces animaux présentaient des taux de cholestérol total inférieurs par rapport aux témoins après le début du traitement ($p < 0,001$). L'administration de l'extrait a également conduit à une réduction substantielle des triglycérides sériques ($p < 0,05$), comparant 0 semaine à 6-24 semaines. Cependant, aucune différence significative dans les taux de triglycérides n'a été observée entre les animaux CSE et les témoins pendant toute la période d'étude. Aucun changement significatif du taux de cholestérol HDL (Ali et al., 2010).

I.2.10. Usage

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).

D'après Riom (2010), Les principaux produits de cette plante sont des huiles essentielles extraites de branches et de cônes fructifères. Ces huiles ont une variété de propriétés biologiques et peuvent être utilisées pour traiter différentes pathologies, telles que:

- Dans les congestions veineuses qui se retrouve principalement dans : les varices, les hémorroïdes, les œdèmes de membres inférieures, les jambes lourdes aussi dans l'énurésie infantile chez les enfants
- Pour tous les types de toux, en particulier les toux spastiques sèches, cette activité antitussive est due à la présence de terpènes.
- Traitement des bouffées de chaleur chez les femmes ménopausées.
- Ces huiles sont immunostimulantes et peuvent être utilisées pour les maladies chroniques
- Le rôle des huiles essentielles de cyprès dans la régulation de la nervosité

I.2.11. Toxicité et effets secondaires

Les risques pour la santé ou les effets secondaires suite à la bonne administration des doses thérapeutiques désignées ne sont pas enregistrés. L'irritation rénale était probable avec la prise de doses plus importantes (Guide médicinal, 2005).

De nombreuses études ont montré que le pollen de *Cupressus sempervirens* était le principal composant aérospore en hiver et au début du printemps. Une série personnelle de patients rencontrés en 1994-96 à Rome a révélé une incidence de 9,33% de réponses positives au prick-test au pollen de cyprès parmi une population de statut atopique. Cette série comprenait 16 (19,05%) personnes allergiques simples et 68 (80,95%) personnes allergiques multiples. Parmi les premiers symptômes rencontrés étaient la rhinite (62,5%) et l'asthme (37,5%) (Al-Snafi, 2016).

I.2.12. Importance économique

Le Cyprès vert, depuis son existence forme une source vitale des populations et assure une activité économique très importante, du fait de ses qualités remarquables : sa longévité, sa résistance à la compression et sa bonne production de bois.

Le bois de Cyprès possède une bonne valeur technologique pour différentes raisons :

- Durabilité naturelle élevée contre les agents biotiques.
- Variations de dimensions limitées qui le rendent très stable.
- Bonne dureté et résistance qui le rendent adapté pour différentes utilisations.
- Fine texture qui permet un niveau élevé de finition.
- Facilité de collage (Nichane,2015).

A l'époque, en Algérie, Cette espèce est utilisée surtout comme brise-vent dans les régions à risque de vents violents. Pendant la période coloniale, dans la plaine de Mitidja a Blida (25 Km à l'Ouest d'Alger) et celle de Mohammedia (à 65 Km au Sud d'Oran) où il a été planté de vastes champs d'agrumes, les colons français ont utilisé cette espèce massivement afin de border et délimiter ces champs servant comme abris et pour créer un microclimat favorable à la culture des agrumes. Actuellement cette espèce est répandue et utilisée par la population locale comme espèce permettant de délimiter leurs champs (cultures maraîchères, arboriculture, autres...) surtout après le problème de Morcellement (partage et subdivision des terrains agricoles par héritage entre une même famille) (Larbi et Belgherbi, 2007).

Dans les zones montagneuses, cette espèce est rarement utilisée dans les travaux de conservation des sols à risque d'érosion hydrique et éolienne. Ainsi on le trouve partout dans les cimetières musulmans, chrétiens et juifs. Actuellement, le Cyprès contribue à la protection des sols contre les différents types d'érosion (brise - vent) et constitue une aire de loisir, c'est donc un élément de reboisement le plus précieux pour l'Afrique du Nord (Nichane, 2015).

I.2.13. Conclusion

Pour comparaison à d'autres espèces, il serait erronés de prôner la vigueur végétative de cyprès et des préconiser leur utilisations dans un système de cyvculture intensive ce n'est certainement pas là leur vocation.

Bien que les notations réalisées dans les conditions favorables de pépinière présage une croissance supernante dans des stations à sol fertile correctement pourvues en eau et sous climat tempéré. Faute de référence sérieuses dans des tels sites, contentons _nous des observations réalisées dans des situations écologique particulièrement défavorisés ,comme il en existe un grand nombre dans les régions Méditerranée.

Le Cyprès est une des rares essence à se satisfaire de ces conditions ingrates pour valoriser ,en produisant un bois d'excellente qualité de terrain inculte, ce qui ne pourraient se prête à d'autres emplois. Ne serait-ce que pour cette fonction de passe. partout que lui confère sa rusticité naturelle, la vocation forestière de cyprès mérite d'être développé.

Souhaitons tout de même que son emploi ne se limite pas uniquement à des stations écologiquement d'espérer ou il serait dommage de le cantonner, sous Peine de ne pas profiter pleinement des nombreuses ressources de ce genre accommodant

I.3. CHAPITRE III : STERCULIA

I.3.1. Définition

Sterculia pruriens est une espèce d'arbre de la famille des Malvaceae (anciennement Sterculiaceae).

En Guyane, on appelle ce grand arbre Mahot-cochon (créole : « cochon » parce que le Pécari à lèvres blanche consomme ses fruits tombés au sol), Iwisī (Wayãpi), Vit itaibi purubumna, Pakih amahwa (Palikur), Kobe (Paramaka), Tacacazeiro, Xixé (Portugais), Toutou (Galibi). Au Guyana, on le connaît sous les noms de Karabipo, Saraurai (Akawaio), Maho (Arawak), Kara (Macushi (ca)), Ranai (Wapishana), Small leaf maho, Smooth leaf maho, Bushcow maho, Real maho (Créole du Guyana), Omose, Maipyuri omoseri (Caribe). Au Brésil, on le nomme Axixá, Castanha-de-periquito, Capoti, Embira, Envira-quiabo, Ibirá, Tacacazeiro, Xixá, Xixá-brava. (Mondragón, A. 2006).



Figure 12: échantillon type de *Sterculia pruriens* collecté par Aublet en Guyane (Mondragón, A. 2006).

ClassificationTableau 4: Classification de *Sterculia* (Aubl.) K. Schum., 18861

Classification APG III (2009)	
Règne	Plantae
Clade	Angiospermes
Clade	Dicotylédones vraies
Clade	Noyau des Dicotylédones vraies
Clade	Rosidées
Clade	Eurosidées II
Ordre	Malvales
Famille	Sterculiaceae
Genre	<i>Sterculia</i>
Espèce	<i>Sterculia pruriens</i>
Classification APG III (2009)	
Ordre	Malvales
Famille	Malvaceae
Sous-famille	Sterculioideae

1.3.2. Description

Sterculia pruriens est un grand arbre haut de 25-30(-35) m, pour un tronc d'environ à 30 cm de diamètre, avec des contreforts peu développés, bas, étalés et épais. Les petits rameaux, branches et jeunes feuilles sont tomenteux-ferrugineux (couvertes de poils bruns et étoilés). L'écorce externe, portant des lenticelles éparses, est de couleur gris-blanchâtre à brun clair, s'exfoliant en plusieurs plaques irrégulières facilement détachables. L'écorce interne (liber) est fibreuse, de couleur rose chair à rouge foncé ou brun orangé, Son bois est blanc (Mondragón, A. 2006)..

Le bourgeon végétatif terminal est long de 3 à 5 mm, de forme ovoïde, hétérotriches, à épaisse couche de poils courts, entrecoupés de poils plus longs, non luisants. Les stipules sont de forme étroitement elliptique, longs d'environ 5 mm, densément poilu, et caduques. Le pétiole est long d'environ 5 à 16 cm, finement pubescent, pulviné à l'apex. Les feuilles sont simples, alternes, entières (non palmées ou lobées), groupées à l'extrémité des branches, à nervation palmée, à marges entières (les feuilles juvéniles sont parfois 3-palmatilobés avec des sinus modérés à profonds, à base tronquée, à sommet court à longuement acuminé, glabre sur la face adaxiale, pubescent sur la face abaxiale, avec des poils étoilés sessiles à 4 rayons apprimés de longueur \pm égale). Le limbe est de forme oblongue-elliptique à elliptique, mesurant 14,5-28 x 6-16 cm, glabre au-dessus (densément pubescent apprimé quand il est jeune), densément pubescents brun rougeâtre avec de petits poils étoilés sur la partie inférieure, à base arrondie, obtuse à tronquée, parfois subcordée, à apex aigu à courtement acuminé, à marges légèrement révolutes. Les nervations tertiaires et d'ordre supérieur sont peu développées et à peine discernable.

Les inflorescences sont des panicules axillaires, lâches, plus ou moins dressés, pubérulents à tomentelleux, longs de 8,5 à 17(25) cm, et comportant plus de 10 fleurs. Inflorescences plus ou moins dressées, lâches, de 8,5 à 17(25) cm de long, finement pubescentes brun rougeâtre, se dressant avec la croissance de feuilles plus récentes et plus petites (environ 6,5 à 9,5 x 35 à 5 cm),

Les fleurs sont zygomorphes, de couleur jaunâtres, unisexuées, avec des fleurs mâles et femelles présentes dans l'inflorescence. Le calice est long d'environ 12 mm, campanulé à 5 lobes étalés, de forme lancéolée à ovale, mesurant 8-10 x 3-4 mm, de couleur verte ou jaune à l'extérieur, rouge rosé à l'intérieur (les fleurs plus âgées devenant entièrement rouge).

Il est densément étoilé-pubescent à l'extérieur, et étoilé- glanduleux-pubescent à l'intérieur , avec de courts poils vermiformes cellulaires sous l'appendice du calice et l'anneau avec des papilles autour de la gorge du calice. Les pétales sont absents. Les fleurs mâles portent un groupe irrégulier d'anthères sessiles au sommet du long tube staminal. Les fleurs femelles portent sur le gynophore 5 carpelles libres devenant ligneux par la suite.

Les fruits sont des follicules, à déhiscence ventrale, à bec acuminé, oblique sur environ 0,3 cm, mesurant (2,6 x 2,1 x 1,7-4 x 3,3 x 2,5(-7 x 5,5 x 4,5) cm, avec un stipe long de 0,7-2,3 cm, pour (0,3-0,5(-0,7) cm d'épaisseur, tomenteux velouté, ridés, de couleur vert rougeâtre à vert jaunâtre. Le gynophore est long de 2 cm. Chaque follicule contient 1 graine(s) blanche(s), de 2-3 cm de diamètre, enchâssée(s) dans des poils épineux jaune doré (Mondragón, A. 2006)..

1.3.3. Répartition

Sterculia pruriens est présent au Venezuela (Delta Amacuro, Bolívar, Amazonas, Mérida, Miranda), au Guyana, au Suriname, en Guyane, en Équateur, au Pérou, et au Brésil (Mondragón, A. 2006)..

1.3.4. Écologie

Sterculia pruriens est un grand arbre commun dans les forêts pluviales, marécageuses et autour des cours d'eau, commun dans les forêts anciennes de Guyane⁴. Il pousse au Venezuela dans les forêts sempervirentes de plaine, forêts galeries, 100–300 m¹³ Il est très commun dans les forêts pluviales, marécageuses, les berges des cours d'eau, les pentes boisées et les forêts de savane des Guyanes (Martin, J. M. 2014).

En Guyane, *Sterculia pruriens* pousse dans les forêts de terre ferme (non inondées), fleurit en septembre, octobre, novembre, et fructifie en novembre. *Sterculia pruriens* fleurit principalement de novembre à février, et fructifie vers mars au Suriname. Il est commun dans les forêts mixtes et secondaires du nord-ouest du Guyana.

Les graines sont disséminées par les rongeurs et les singes.

L'ouverture liée à une coupe sélective a favorisé sa croissance en diamètre dans une station expérimentale du Pará (Brésil).

On a étudié les effets de la litière d'une plantation forestière de *Sterculia pruriens* sur les vers de terre et la microflore du sol. (Martin, J. M. 2014).



Figure 13: *Sterculia pruriens* d'après Aublet, *Sterculia pruriens* d'après Aublet, 1775 Pl. 279 : L'on a grossi le calice, un sommet d'étamine, l'ovaire. La fleur & la graine font de grandeur naturelle, de même que les poils qui sont à la base des capsules. A l'égard des capsules elles sont diminuées des deux tiers. - 1. pédoncule de la fleur. - 2. Espèce de calice à cinq divisions. - 3. Pivotal qui est terminé par un disque en forme de coupe. - 4. Disque en forme de coupe qui porte les étamines & renferme l'ovaire. - 5. Style. - 6. Stigmate. - 7. Disque séparé. Étamines. - 8. Étamine séparée. - 9. Ovaire. Style. Stigmate. - 10. Fruit composé de cinq capsules. - 11. Capsule séparée. - 12. Capsule ouverte en deux valves. Graines enveloppées de poils roux & très piquants. - 13. Graine séparée. (Martin, J. M. 2014).

1.3.5. Utilisations

Le bois de cet arbre est recommandé pour de nombreux usages : intérieur de contreplaqué, face ou contreface de contreplaqué, panneaux de fibre ou de particules, panneau latté, menuiserie intérieure, emballage-caisserie, excellente pâte à papier, coffrage, lambris, charpente légère, meuble courant ou éléments, placage tranché, parquet, sièges, cercueils^{17,18}, charbon de bois et de bois de chauffe (Martin, J. M. 2014)..

Ses fruits peuvent être utilisés pour nourrir la faune. On peut aussi l'employer pour faire des haies (Martin, J. M. 2014)..

Les fibres de l'écorce sont d'une grande résistance (comme les autres Mahots) et peuvent être utilisées pour fabriquer des cordes. Au Guyana, presque toutes les communautés amérindiennes tressent puis commercialisent des paniers de charge, à partir

des racines aériennes de *Sterculia pruriens* var. *pruriens*, avec des sangles de portage de tête faite à partir de lanières d'écorce(Martin, J. M. 2014)..

La cendre de son bois mélangée à du tabac est prisee pour soigner les gros rhumes, notamment chez les créoles de Guyane. Ses feuilles sont réputées avoir des vertus magiques pour faciliter à la chasse au daguet rouge chez les Palikurs⁴. En Colombie, les Taiwano utilisent la cendre des feuilles mélangée à de la graisse ou de l'huile comme onguent capillaire lorsque le cuir chevelu présente des plaies ou des boutons infectés (10) (Mondragón, A. 2006)..



Figure 14: Bois de *Sterculia Pruriens*. (Mondragón, A. 2006).

I.3.6. Utilisation de graine de *sterculia* :

Lez fruits de l'arbre sont consommés, et les écorces peuvent faire partie d'infusion pour contrer les effets du palu.

La plus grande utilisation reste par contre l'utilisation de la gomme, elle s'utilise pour:

- _ transit intestinal
- _stabilisation des sauces des salade
- _ colle pour poche de colostomisés
- _ coupe faim
- _ utilisation cosmétiques pour lisser les cheveux
- _ préparation pour les boues de facturation pour les pétroles de schiste (colle pour dentier)

1.3.7. Informations additionnels :

Disposition particulière :

1_ sur divers sols, dont sols gravillonnaires peu profond

2_ Espèce commune localement mais pas grégaire

3_ Malgré un bon taux de suivre, ne semble pas supporter la concurrence des autres Espèces : énormément de dessèchement de cimes dans la plantation de 30 ans .

4_ planter à grander écartement dans les espace dégagés ou dans le champ

5_ gomme capable d'absorber plus de 250 fois son volume d'eau, gélifiant utilisé en cuisine et dans l'industrie.

6_ nombreux usages en pharmacopée

7_ Écorce : fabrication des cordes

8_ fourragère

Performance à 30 ans en mélange

Suivre. -0.5%

Croissance diamétrique +56 mm

PARTIE EXPERIMENTAL

I.4. Partie pratique : Sterculia

I.4.1. objectif de travail

- Notre travail consiste à l'étude de l'effet du stress salin et hydrique sur la germination de Sterculia
- de biologie de la faculté des sciences de la nature et de la vie de l'université Dr. Moulay tahar. Saida
- cours de mon expérimentation, j'ai utilisé des grains de l'arbre de sterculia, les graines ont été récolté en novembre (2023) sur des arbres adultes qui se trouvent à l'état naturel dans la région de Saida.
- J'ai conserve les graines dans un sachet de congélation jusqu'à leur utilisation

I.4.2. site d'expérimentation :

je réalisais mon travail au sein du laboratoire du département de biologie du la faculté des sciences de la nature et de la vie de l'université Dr. Moulay tahar. Saida

I.4.3. Matériel végétales et conditions de culture :

au cours de mon expérimentation, je utilisé des grains des arbres de sterculia, les graines ont été récolté en janvier (2024) sur des arbres adultes qui se trouvent à l'état naturelle dans les région dans la wilaya de s'aida



Figure 15: graines de sterculia (CHIKHI, 2024)

Je conserve les graines dans un sachet de congélation jusqu'à leur utilisation



Figure 16: graines de sterculia conserve dans une saché de congilation (CHIKHI, 2024)

I.4.4. préparation des graines :

Les étapes suivantes sont nécessaires pour faire germé les semences :

- choix des semences
- uniformisation des graines (plus grande calibre)

Après sélection des grains , la levée de la dormance est une étape primordial. Pour cela nous avons adopté les pré traitements suivants :

- Mettez les grains dans l'eau froide pendant 24h
- Mettez les graines dans l'eau froide pendant 48h
- Mettez les grains dans l'eau froide pendant 72h
- Mettez les grains dans l'eau tiède pendant 24h
- mettez les graines dans l'eau chaud
- T.moin

I.4.5. pré germination :

- Les tests de germination ont été réalisée dans des boîtes de pétri en plastique de 8 cm de diamètre contenant du coton imbibé d'eau distillé (chaque boîte comprend 10 grains avec quatre (4) répétions



Figure 17 : germination des grains dans les boîtes de pétri (CHIKHI, 2024)
Les boîtes sont déposées dans une étuve réglée à 15C ° pendant 20 à 25
jour . Les grains ont été arrosés par l'eau distillée.



Figure 18: pré_germination des grains de sterculia (CHIKHI,2024)

RESULTATS ET DISCUSSIONS

I.5. Résultats et discussions

I.5.1. Taux de germination :

Ce paramètre est utilisé afin d'analyser la capacité germinative, il est exprimé par le rapport entre le nombre de grains germés sur le nombre total de graines incubées (Côme, 1970, Amouni et Fyad la mech, 2012)

$$G(\%) = 100(\text{NGG}/\text{NTG})$$

Ou:

- G(%) Représente le pourcentage de germination
- NGG Représente le nombre de grains germés
- NTG Représente le nombre totale des grains incubées

I.5.2. Germination de sterculia

Tableau 5: Taux de germination de sterculia en fonction de différents températures 15_25C°

	1 ^{er} jour	Dernier jour (45jours)	total
Pendant 24H	0	Aucune changement	0
Pendant 48H	0	Aucune changement	0
Pendant 72H	0	Aucune changement	0
Tiade	0	Aucune changement	0
Chaude	0	Aucune changement	0
Timoin	0	Aucune changement	0

I.5.2.1. Discussion :

Le tableau 5 représente les variations des taux de germination des graines de *sterculia* en

fonction de différentes températures (15 à 25°C) pendant 30 jours.

En remarque que les grains n'ont pas germés avec les prés traitements utilisés suite de la dureté de l'enveloppe de la graine (dormance tégumentaire).

Pour soulevé ce problème nous avons procédé à l'utilisation de l'eau bouillante à 45°C

Le résultat est présenté dans le tableau 6 .

Tableau 6: Tableau des variations des taux finaux de germination des graines en fonction de températures 30°C

	1 ^{er} jour	12eme jour	15eme jour	19eme jour	Dernier jour (27jours)	total
50 graines	0	3	7	9	12	12

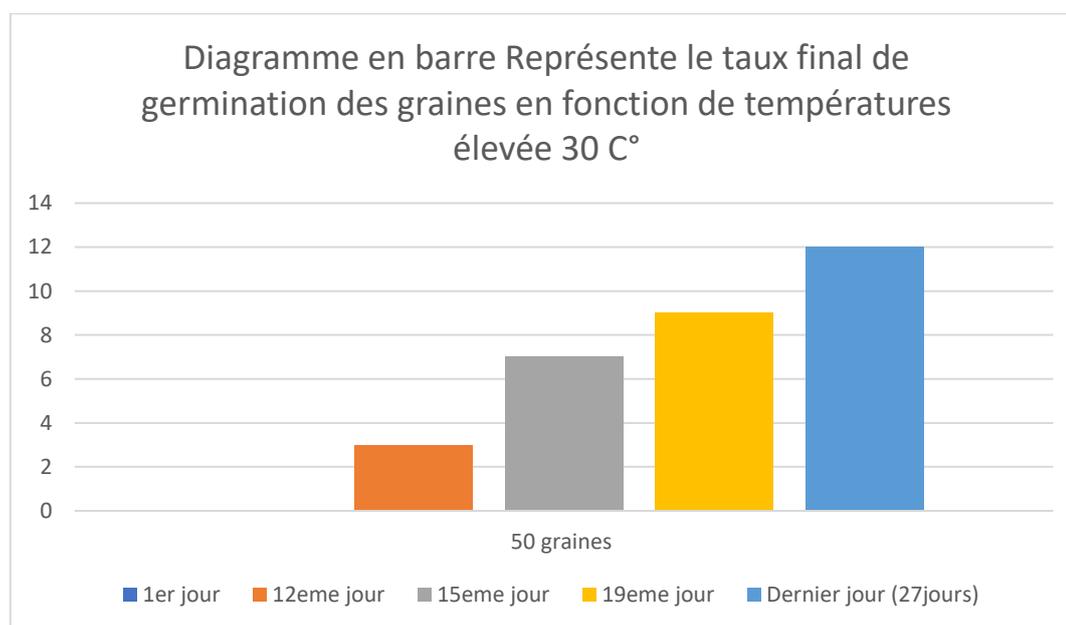


Figure 19: Diagramme en barre Représente le taux final de germination des graines en fonction de températures élevée 30 C°

_ l'observation de la figure affiche le taux final de germination des grains de *sterculia*. Il est a noter que le taux de germination commence à partir du septième jour et augmente depuis 15 jour jusqu'à 28 jour , révèlent respectivement les résultats suivants :

6%,14%,18%,24% de grains germées

1.5.3. Cyprès vert

1.5.3.1. Méthode et Matériel

1.5.3.1.1. le Cyprès vert :

Le Matériel végétales utilisé lors de cette expérimentation consiste en des grains de cyprès vert (Cupressus sempervirens)

Mon travail consiste à l'étude des effets de stress salin (NaCl) et hydrique (PEG_6000) sur la germination des grains

Pour les testes de germination (les prés traitements , nous avons utilisés des graines de cyprès vert récolté dans la région de Saida.

1.5.3.1.2. préparation des graines pour les testes de germination :

Les graines mises à germer sont disposés dans les boîtes de pétri stérile de 8 cm de diamètre sur une couche de coton à raison de 10 graines par boîte.



Figure 20: Les graines de Cupressus sempervirens dans l'étuve (début de la germination)

1.5.3.2. Testes de germination :

- Protocole expérimentale :

Pour chaque traitement, 100 graines sont utilisées et disposés dans les boîtes de pétri (Fig A et B) chaque boîte contient 10 graines. Les graines de chaque boîte de pétri sont imbibé avec d'eau de robinet pour les lots témoins ainsi que les grains traitées au stres salin. Le même volume des différentes solutions salin est appliquée sur les graines ,également les mêmes quantité des différentes solutions de PEG_6000. Le comptage des grains germées est effectuée régulièrement chaque 24h cette opération a duré 25_30 jour

- Les testes de germination des grains de cyprès vert soumis au stress salin :

_ les solutions salines utilisé dans ce travail sont préparés à base d'eau distillés et de NaCl. Les essais de germination comportent 6 traitement salin , les concentration choisi sont : 1g/l_ 2g/l _ 3g/l _ 4g/l _ 5g/l _ 6g/l , en plus du lots témoins imbibé à l'eau distillés.

- Les testes de germination des grains de cyprès vert soumis au stress hydrique

Le stress hydrique est induit par le PEG_6000

1.5.4. Définition du PEG:

Le PEG est un polymere non ionique hydrosolubles non perméable pour les cellules. Il est utilisé pour induire un déficit hydrique car il réduit la disponibilité en eau sans causer de dommages physiologique (Romo et al.2001)

Tableau 7:caractéristiques du PEG_6000

Specification	PEG 6000
ASPECT	Solide blanc
Poids moleculaire	5400-6600
PH	5.7
Point de fusion	57+- 2
Viscosité	12,0 -16,0

1.5.4.1. préparation des solutions de PEG_6000

Pour créer un traitement hydrique je utilisais des solutions de PEG_6000 aux concentrations suivantes : 12,5g/l _ 25g/l _ 37,5g/l _ 50g/l

Les tests de germination ont été menés dans une étuve au laboratoire à 30 C° les graines germées sont quotidiennement observées, comptées et enregistrées.

1.5.5. Paramètres étudiés :

1.5.5.1. Estimation de taux final de germination :

- sur la base du nombre total des graines utilisées (Nt)

Je calcule le pourcentage des graines en germination (Nî) selon la relation

$$TG = Nî \times 100 / Nt$$

1.5.5.2. indice de tolérance (IT) :

Afin de déterminer la tolérance des génotypes, un indice (IT) a été déterminé. Il est égal au rapport du taux de germination noté sous stress sur celui du Témoin, il a été considéré que les plantes tolérantes ont un indice de tolérance plus élevé que les plantes sensibles (Amouri et al .2015)

1.5.5.3. précocité de la germination :

En général, chaque espèce dispose d'une précocité de germination spécifique à sa nature, car même placée dans les mêmes conditions expérimentales, le début d'apparition de la radicule à

travers la membrane n'aura pas lieu en même temps chez toutes les graines (Renard et al.1975) . Ce paramètre est déterminé lorsque je observe les premières graines germées. Dans ce cas, la précocité de la germination est exprimée par le taux de premières graines germées correspondant à l'intervalle de temps entre le semis des graines et les premières graines germées (Belkhodja, 1996).

1.5.6. Résultats et discussions

effet des stress salin et hydrique sur la germination :

1. variation des taux de germination final (G%) et indice de tolérance (IT):

L'impact des stress salin et hydrique sur le comportement germinative peut être considéré comme un bon indicateurs du degré de tolérance des plantes vis à vis de ces deux contraintes . Bien qu'il ne reproduise pas intégralement le comportement des plantes, en condition de stress le taux de germination je renseigne de manière plus ou moins précise sur leur aptitude a tolérer le stress .

_ le taux de germination est rapporté dans les figures 1,2 les résultats indiquent que le pourcentage de germination des cyprès étudiées est variable en fonction du type d'osmoticum utilisé de la concentration imposée et de la variété elles B même.

Tableau 8: Le taux de germination de cyprès vert dans la période de 25 jr en fonction de différents concentration de NaCl

	1	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	TOTAL
1g	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0/25
2g	0	1	1	1	2	3	3	4	4		5	6	6	6/25
3g	0	2	4	4	6	6	8	8	10	11	12	12	12	12/25
4g	0	1	1	2	2	2	3	4	4	5	5	6	6	6/25
5g	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3	3/25
6g	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0/25

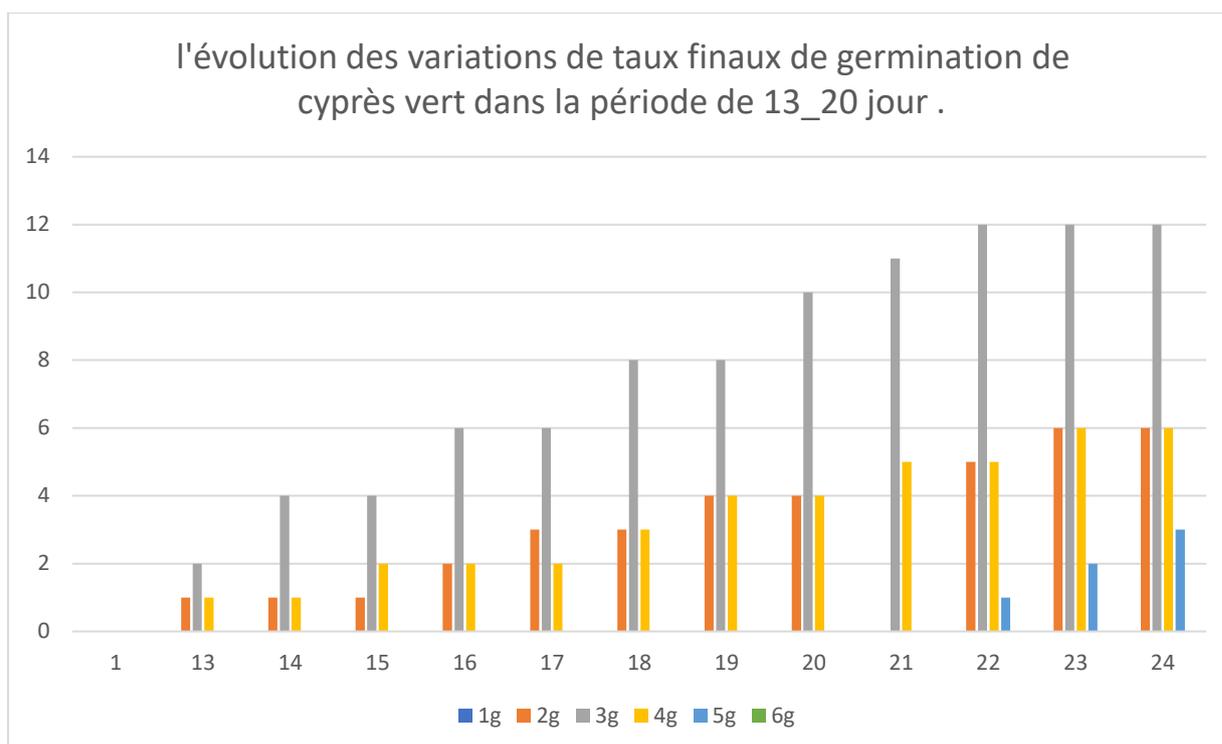


Figure 21: évolution de la capacité de germination avec différentes conditions de stress salin (NaCl à 1g/l_ 2g/l_ 3g/l _ 4g/l _ 5g/l _ 6g/l) chez les grains de cypres vert étudiées

La figure met en exergue l'évolution des variations de taux finaux de germination de cypres vert dans la période de 13_20 jour . Il est remarqué que les grains ont commencé à germer après 13 jour de pré _ traitement.

En effet , les graines imbibé à l'eau distillés affichent un taux de germination 15% de graines germées

_ globalement, en absence de stress l'ensemble des grains testées ont germées

En condition des stress salin pour une concentration de 2g/l et 3g/l de NaCl. Le taux de germination reste assez élevée avec des valeurs 5% _ 10% tandis que en présence de 1g/l _ 5g/l la capacité de germination est diminué et en 6g_l la capacité de germination est inexistant.

Tableau 9: variations des taux finaux de germination des graines de cyprès vert en fonction de stress hydrique au PEG_6000

	1 ^{er} jour	12 ^{eme} jour	15 ^{eme} jour	21 ^{eme} jour	25 ^{eme} jour	Total sur 40
12.5 g/l	0	0	0	0	0	0
25 g/l	0	0	1	3	4	4
37.5 g/l	0	1	1	5	6	6
50 g/l	0	0	0	0	0	0

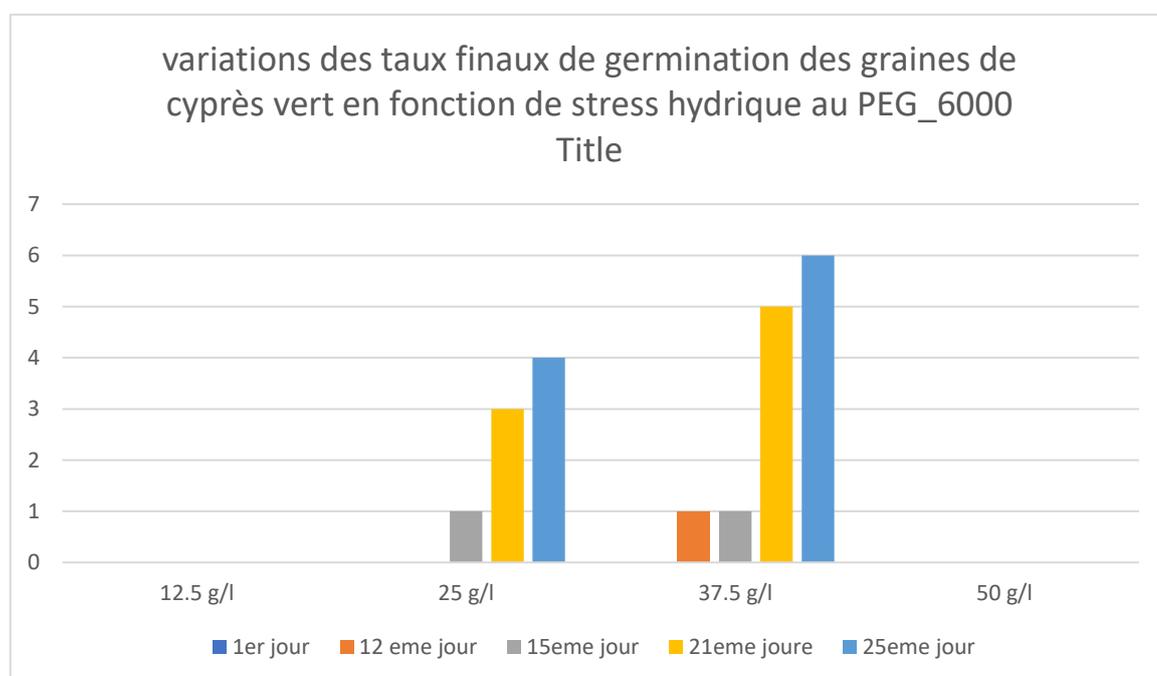


Figure 22: variations des taux finaux de germination des graines de cyprès vert en fonction de stress hydrique au PEG_6000

La figures présente les variations des taux finaux de germination des grains de cyprès vert en fonction de l'intensité de la concentration en PEG_6000

Le taux de germination enregistré pour le lots étudiées à 25g/l (10%) est rapproché de la moyenne enregistré chez la dose 37,5g/l (15%) alors que la différence, avec ce dernier, devient plus accentuée pour le lot imbibé 12,6g/l et 50g/l (0%) des grains n'est pas germé

Discussion :

Au terme de mon travail, il en ressort que le stade de germination est sensible aux stress abiotique. Je note un ralentissement du processus de germination en fonction de l'augmentation de la salinité et du déficit hydrique

Les variations de la germination des graines enregistrés dans les conditions expérimentale que je venais de décrire font appel à un certain nombre de réflexions. En effet , la germination est régulière par des caractéristiques génotypiques mais aussi par les conditions environnementale en particulier, par la disponibilité de l'eau dans le sol et la présence des sels (Gutterman, 1993)

D'après (Prado et al 2000) la diminution de taux de germination des grains soumis à un stress salin serait a un processus de dormance osmétique développée sur ses conditions de stress représentant ainsi une stratégie d'adaptation à l'égard de contraintes environnementale.

Selon les mêmes auteurs la conversion de polycarbo hydrate en sucre soluble jouant le rôle de régulation osmotique au niveau du cellule embryonnaire en phase de germination et alors inhiber.

D'après poljakoff et al (1994) et Khan et al(2001) .l'effet de la salinité sur la germination et généralement attribué au effet osmotique due à la diminution du potentiel soluté du sol ou des effets de toxicité dus à l'absorption et / ou à l'accumulation à certains ions sous forme de sodium et chlorure des travaux de Souhail et Chaabane (2009) signalent que la germination de *Atriplex halimus*, *A. canescens* et *A. nummularia*.

Des espèces appartenant également à la famille des Amaranthaceés est inhiber à partir d'une concentration de 8g de NaCl

D'après Haljaoui et al , 2007 , une forte concentration en chlorure de sodium peut entraîner l'accumulation des ions de Na⁺ et Cl⁻ dans l'embryon, et contribuer ainsi à l'altération des processus métabolique de la germination voi même à la mort de l'embryon par excès d'ions.

dans mon expirimentation l'augmentation de la concentration de NaCl dans le milieu chez les graines traités à provoqué une prolongation de la période de germination aussi

L'étude effectuée montre que le NaCl ralentit la vitesse de germination des graines et diminuer leur capacités de germinative ce retard peut-être expliquer par le temps nécessaire

à la graine de mettre en place l'ajustement de sa précision osmotique cellulaire interne (Bliss et al , 1986).

Les perturbations observées pourraient être expliquées par une diminution de potentiel osmotique de milieu suite à l'ajout de sel. Chrib et al (2011) , ont expliqué que ce retard pourrait être dû à l'altération des enzymes et des hormones qui se trouvent dans la graine

Dans les résultats on observe une diminution de la longueur de la racine avec l'augmentation de la concentration en NaCl. D'après Neuman(1995) La salinité peut rapidement inhiber la croissance des racines et donc la capacité de l'absorption de l'eau et la nutrition minérale essentielle de sol. Le stress salin inhibe la croissance des pousses plus que les racines de beaucoup d'espèces.

Les racines sont directement en contact avec la salinité de sol et les constituants de la première ligne de défense contre le stress salin . Les plantes ayant un système racinaire long sont capables d'absorber plus d'eau et s'échapper avec les zones salines (Ben rebiha et al 1987)

Il est à signaler également que mon résultat indique un effet dépressif de PEG_6000 sur le pouvoir germinatif des grains, quel que soit le concentration administrée ceci concorde avec les résultats des travaux intérieurs

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Conclusion générale

Les stress abiotique affecte le développement et le bon fonctionnement des plantes, ces dernières disposent toutes de même de mécanismes d'adaptation leur permettant de supporter ces contraintes environnementales

Dans le cadre de ce travail, je vais eu comme objectif d'étudier l'effet de stress salaire et de stress hydrique sur la germination des graines de deux variétés *sterculia* et le Cypèrès vert à différents concentration de NaCl (1g/l,2g/l,3g/l, 4g/l, 5g/l , 6g/l) et de PEG_6000 (12,5g/l, 25g/l, 37,5 g/l , 50g/l)

L'étude de la réponse au stress salin et hydrique chez les deux types tester révéle que le 2 contraintes affectent l'ensemble des paramètres mesurés selon l'analyse de la variable étudiée le Cypèrès vert semble être capable de tolérer des concentrations des NaCl et de PEG 6000 allant jusqu'à 10 % et respectivement avec taux de germination finale de 15 % et 10 %

En conclusion l'étude a montré que le deux types étudiés en utilisant des stratégies de tolérance assez similaires mais les différences qui existent se situer au niveau de temps de germination.

Il serait judicieux de prendre cet assai en multipliant les variétés étudiée et en poursuivant l'expérimentation jusqu'à un stade avancé de développement de la plante

Car il est à noter que même les halophytes sont sensibles aux stress durant la phase de germination qui est un phase décisive durant la vie des plantes . La germination des grains est un ensemble de processus métabolique aboutissent à l'émergence de la radicule. Ce stade de développement est considéré comme une étape critique dans l'établissement des semis et anisi la détermination d'une production agricole réussie.

Aussi, il serait préférable d'entreprendre des essais similaires dans des conditions naturelles (champ affectées par la salinité) ou dautre facture environnementaux comme les hautes températures et le stress hydrique intervenant en même temps

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques

-
- Abdelmoula, R., Medoukali, R., & Benterrouche, I. E. (2008). Effet du déficit hydrique sur l'accumulation de certains composés organiques (Doctoral dissertation, Université de jjel).
 - Academic Press, San Diego (CA). 772 p.
 - Alem, M. A., & Douglas, L. J. (2005). Prostaglandin production during growth of *Candida albicans* biofilms. *Journal of medical microbiology*, 54(11), 1001-1005.
 - Alem, M., Alem, N., Cohen, H., England, T., Hamedi, N., Moussazadeh, M., ... & Shen, G. Q. (2002). Diagnostic value of detection of IgM antibodies to *Helicobacter pylori*. *Experimental and molecular pathology*, 72(1), 77-83.
 - Ali, I., Rehman, K. U., Ali, S. I., Yousaf, J., & Zia, M. (2010). Corporate social responsibility influences, employee commitment and organizational performance. *African journal of Business management*, 4(13), 2796.
 - Allen, J. (1995). *Natural language understanding*. Benjamin-Cummings Publishing Co., Inc..
 - Al-Othman, Z. A., Ali, R., & Naushad, M. (2012). Hexavalent chromium removal from aqueous medium by activated carbon prepared from peanut shell: adsorption kinetics, equilibrium and thermodynamic studies. *Chemical engineering journal*, 184, 238-247.
 - Al-Snafi, A. E. (2016). The pharmacological activities of *Cuminum cyminum*-A review. *IOSR Journal of pharmacy*, 6(6), 46-65.
 - Anjum, S. A., Xie, X., Wang, L., Saleem, M. F., Man, C., & Lei, W. (2011). Morphological, physiological and biochemical responses of plants to drought stress. *African journal of agricultural research*, 6(9), 2026-2032.
 - Banks, J. A. (2004, December). Teaching for social justice, diversity, and citizenship in a global world. In *The educational forum* (Vol. 68, No. 4, pp. 296-305). Taylor & Francis Group.
 - BASKIN C.C., BASKIN J.M., 2001- Seeds - Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination. Academic Press, San Diego.666 p.
 - Baskin, J. M., and C. C. Baskin. 2004. A classification system for seed dormancy. *Seed Science Research* 14:1-16.
 - Beck, E., & Ziegler, P. (1989). Biosynthesis and degradation of starch in higher plants. *Annual review of plant biology*, 40(1), 95-117.

- Belfakih, M., Ibriz, M., & Zouahri, A. (2013). Effet de la salinité sur les paramètres morphophysologiques de deux variétés de bananier (*Musa acuminata* L). *Journal of Applied Biosciences*, 70, 5652-5662.
- Ben Yahmed, J. (2013). Etude des propriétés de tolérance au déficit hydrique et au stress salin de génotypes appartenant au genre *Poncirus* et au groupe des mandariniers (Doctoral dissertation, Montpellier SupAgro).
- Benabed, K. H. (2018). Composition chimique et activité antioxydante des huiles essentielles et extraits phénoliques de deux espèces de la famille des *Lamiaceae* (Doctoral dissertation).
- Benaicha, M., Allam, M., Dakhouché, A., & Hamla, M. (2016). Electrodeposition and characterization of W-rich NiW alloys from citrate electrolyte. *International Journal of Electrochemical Science*, 11(9), 7605-7620.
- Bendou, T., & Irid, F. (2023). Etude ethnobotanique des plantes médicinales dans la wilaya de Tizi-Ouzou (commune de Beni Douala et Tizi-Gheniff) (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).
- Benkhellef, I. (2016). Stratégies génomiques pour une meilleure tolérance au stress hydrique chez le blé dur (*Triticum durum* Desf). Mémoire de Master. Université des Frères Mentouri Constantine. Algérie.
- Benkrinah Khadija Hafiani Asya, S. S. (2018). Etude de paramètres morphologiques, physiologiques et biochimique due aux stress hydrique chez trois variété du blé dur (*Triticum durum* Desf).
- Bensalem, S., & Havelund, K. (2005, November). Dynamic deadlock analysis of multi-threaded programs. In *Haifa Verification Conference* (pp. 208-223). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- BEWLEY J.D., 1997- Seed germination and dormancy. *Plant Cell* 9:1055-1066.
- Blais, R. (1986). Flore pratique. FeniXX.
- Boukhris, M., Bouaziz, M., Feki, I., Jemai, H., El Feki, A., & Sayadi, S. (2012). Hypoglycemic and antioxidant effects of leaf essential oil of *Pelargonium graveolens* L'Hér. in alloxan induced diabetic rats. *Lipids in health and disease*, 11, 1-10.
- Bousba, R., Baum, M., Djekoune, A., Labadidi, S., Djighly, A., Benbelkacem, K., ... & Ykhle, N. (2012). Screening for drought tolerance using molecular markers and phenotypic diversity in durum wheat genotypes. *World Appl Sci J*, 16(9), 1219-26.

-
- Boyer, J. S. (1982). Plant productivity and environment. *Science*, 218(4571), 443-448.
 - Brahim, M., Boukhalifa, K., & Moussaoui, A. (2017). Deep learning for tomato diseases: classification and symptoms visualization. *Applied Artificial Intelligence*, 31(4), 299-315.
 - Campalans, A., Messeguer, R., Goday, A., & Pagès, M. (1999). Plant responses to drought, from ABA signal transduction events to the action of the induced proteins. *Plant Physiology and Biochemistry*, 37(5), 327-340.
 - Chaib, H., Kriker, A., & Mekhermeche, A. (2015). Thermal study of earth bricks reinforced by date palm fibers. *Energy Procedia*, 74, 919-925.
 - Charalabopoulos, K., Karkabounas, S., Charalabopoulos, A. K., Papalimneou, V., Ioachim, E., & Giannakopoulos, X. (2003). Inhibition of benzo (a) pyrene-induced carcinogenesis by vitamin C alone and by vitamin C/vitamin E and selenium/glutathione. *Biological trace element research*, 93, 201-211.
 - Corbineau, F., Picard, M. A., & Côme, D. (1993, August). Germinability of leek seeds and its improvement by osmopriming. In VII International Symposium on Timing Field Production of Vegetables 371 (pp. 45-52).
 - Crosaz, Y. (1995). LUTTE CONTRE L'EROSION DES TERRES NOIRES EN MONTAGNE MEDITERRANEENNE. CONNAISSANCE DU MATERIEL VEGETAL HERBACE ET QUANTIFICATION DE SON IMPACT SUR L'EROSION (Doctoral dissertation, Université de droit, d'économie et des sciences-Aix-Marseille III).
 - Cuin, T. A., & Shabala, S. (2007). Amino acids regulate salinity-induced potassium efflux in barley root epidermis. *Planta*, 225, 753-761.
 - DADACH, M. (2016). Recherche des conditions optimales de la germination des graines de quelques labiées du mont de Tessala (Ouest Algérien) et perspectives de conservation (Doctoral dissertation).
 - Denden, M., Bettaieb, T., Salhi, A., & Mathlouthi, M. (2005). Effet de la salinité sur la fluorescence chlorophyllienne, la teneur en proline et la production florale de trois espèces ornementales. *Tropicultura*, 23(4), 220-225.
 - Divya, M., Kiran, G. S., Hassan, S., & Selvin, J. (2019). Biogenic synthesis and effect of silver nanoparticles (AgNPs) to combat catheter-related urinary tract infections. *Biocatalysis and agricultural biotechnology*, 18, 101037.

-
- Dubos, P., Courtois, H., Pannetier, B., Wilhelm, F. K., Zaikin, A. D., & Schön, G. (2001). Josephson critical current in a long mesoscopic SNS junction. *Physical Review B*, 63(6), 064502.
 - Dumortier, G., Grossiord, J. L., Agnely, F., & Chaumeil, J. C. (2006). A review of poloxamer 407 pharmaceutical and pharmacological characteristics. *Pharmaceutical research*, 23, 2709-2728.
 - Dumortier, G., Grossiord, J. L., Agnely, F., & Chaumeil, J. C. (2006). A review of poloxamer 407 pharmaceutical and pharmacological characteristics. *Pharmaceutical research*, 23, 2709-2728.
 - Dumortier, G., Grossiord, J. L., Agnely, F., & Chaumeil, J. C. (2006). A review of poloxamer 407 pharmaceutical and pharmacological characteristics. *Pharmaceutical research*, 23, 2709-2728.
 - Dumortier, G., Grossiord, J. L., Agnely, F., & Chaumeil, J. C. (2006). A review of poloxamer 407 pharmaceutical and pharmacological characteristics. *Pharmaceutical research*, 23, 2709-2728.
 - EMAMI, S. A., HASANZADEH, K. M., Rahimizadeh, M., FAZLI, B. B., & Assili, J. (2005). Chemical constituents of *Cupressus sempervirens* L. cv. *Cereiformis* Rehd. essential oils.
 - Enright, P. L., Newman, A. B., Wahl, P. W., Manolio, T. A., Haponik, F. E., & Boyle, P. J. (1996). Prevalence and correlates of snoring and observed apneas in 5,201 older adults. *Sleep*, 19(7), 531-538.
 - Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N. S. M. A., Fujita, D. B. S. M. A., & Basra, S. M. (2009). Plant drought stress: effects, mechanisms and management. *Sustainable agriculture*, 153-188.
 - Farrar, J. L. (1996). *Les arbres du Canada*. Les Editions Fides.
 - Fendi, I., Mohamedi, K., & Saadani, H. (2019). Amélioration de la tolérance des plantes de blé dur au stress salin par l'apport de microbiote racinaire PGPR isolée des écosystèmes steppiques (Doctoral dissertation, université ibn khaldoun-tiaret).
 - Fenner M, Thompson K. 2005. *The ecology of seeds*. Cambridge University Press.
 - Fenner M, Thompson K. 2005. *The ecology of seeds*. Cambridge University Press.
 - Fillion, L. C. (1884). *Atlas d'histoire naturelle de la bible d'après les monuments anciens et les meilleures sources modernes et contemporaines destiné à faciliter l'intelligence des saintes écritures*. Librairie Briday.

-
- Finch-Savage, W. E., & Leubner-Metzger, G. (2006). Seed dormancy and the control of germination. *New phytologist*, 171(3), 501-523.
 - Finch-Savage, W. E., & Leubner-Metzger, G. (2006). Seed dormancy and the control of germination. *New phytologist*, 171(3), 501-523.
 - Foley, R. (2001). *Intellectual trust in oneself and others*. Cambridge University Press.
 - Foley, R. (2001). *Intellectual trust in oneself and others*. Cambridge University Press.
 - Goldschmidt, P., Rostane, H., Saint-Jean, C., Batellier, L., Alouch, C., Zito, E., ... & Chaumeil, C. (2006). Effects of topical anaesthetics and fluorescein on the real-time PCR used for the diagnosis of Herpesviruses and *Acanthamoeba keratitis*. *British Journal of Ophthalmology*, 90(11), 1354-1356.
 - Gouia, H., Ghorbal, M. H., & Touraine, B. (1994). Effects of NaCl on flows of N and mineral ions and on NO₃-reduction rate within whole plants of salt-sensitive bean and salt-tolerant cotton. *Plant Physiology*, 105(4), 1409-1418.
 - Gouranton-Lagier, M., Cheynel, A., Navarro, R., & Sulmont, G. (2009). Le pollen: sa vie, son œuvre. *Revue Française d'Allergologie*, 49(2), 96-106.
 - Hassani, A., Dupuis, A., & Skorobogatiy, M. (2008). Porous polymer fibers for low-loss Terahertz guiding. *Optics express*, 16(9), 6340-6351.
 - Hassouna, F. (2006). *Etude des mécanismes de phototransformation de polymères hydrosolubles en milieux aqueux* (Doctoral dissertation, Université Blaise Pascal-Clermont-Ferrand II).
 - Helliot, B., Swennen, R., Poumay, Y., Frison, E., Lepoivre, P., & Panis, B. (2003). Ultrastructural changes associated with cryopreservation of banana (*Musa spp.*) highly proliferating meristems. *Plant Cell Reports*, 21, 690-698.
 - Hong, H., Torous, W., & Valkanov, R. (2007). Do industries lead stock markets?. *Journal of financial economics*, 83(2), 367-396.
 - Hopkins, D. (2003). *School improvement for real*. routledge.
 - Hopkins, D. (2003). *School improvement for real*. routledge.
 - Ingram, B. L., Ingle, J. C., & Conrad, M. E. (1996). A 2000 yr record of Sacramento–San Joaquin river inflow to San Francisco Bay estuary, California. *Geology*, 24(4), 331-334.
 - Janowska, J., Gargas, J., Ziemka-Nalecz, M., Zalewska, T., Buzanska, L., & Sypecka, J. (2019). Directed glial differentiation and transdifferentiation for neural tissue regeneration. *Experimental neurology*, 319, 112813.

-
- Jayasuriya, K. G., Baskin, J. M., Geneve, R. L., Baskin, C. C., & Chien, C. T. (2008). Physical dormancy in seeds of the holoparasitic angiosperm *Cuscuta australis* (Convolvulaceae, Cuscutaceae): dormancy-breaking requirements, anatomy of the water gap and sensitivity cycling. *Annals of Botany*, 102(1), 39-48.
 - Khales, A., & Baaziz, M. (2006). Etude des peroxydases d'écotypes d'*Opuntia ficus indica* L. en relation avec le développement dans les conditions de stress salin. Congrès international de Biochimie.
 - Kismoune, S., & Benabdelkader, M. E. (2021). L'effet de l'extrait aqueux de cyprès sur la croissance de champignon *Phytophthora infestans* (Doctoral dissertation, Université-Jijel-).
 - Kismoune, S., & Benabdelkader, M. E. (2021). L'effet de l'extrait aqueux de cyprès sur la croissance de champignon *Phytophthora infestans* (Doctoral dissertation, Université-Jijel-).
 - Kpinkoun, J. K., Zanklan, S. A., Komlan, F. A., Mensah, A. C., Montcho, D., Kinsou, E., & Gandonou, C. B. (2019). Évaluation de la résistance à la salinité au stade jeune plant de quelques cultivars de piment (*Capsicum* spp.) du Bénin. *Journal of Applied Biosciences*, 133, 13561-13573.
 - Levigneron, A., Lopez, F., Vansuyt, G., Berthomieu, P., Fourcroy, P., & Casse-Delbart, F. (1995). Plants facing salt stress.
 - Li BL and Foley ME. 1997. Genetic and molecular control of seed dormancy. *Trends in Plant Science* 2: 384–389.
 - Li, X., Baskin, J. M., & Baskin, C. C. (1999). Anatomy of two mechanisms of breaking physical dormancy by experimental treatments in seeds of two North American *Rhus* species (Anacardiaceae). *American Journal of Botany*, 86(11), 1505-1511.
 - Lorin, H. (1913). L'Afrique du Nord: Tunisie, Algérie, Maroc. A. Colin.
 - Maas, E. V., & Poss, J. A. (1989). Salt sensitivity of cowpea at various growth stages. *Irrigation Science*, 10, 313-320.
 - Maas, E. V., & Poss, J. A. (1989). Salt sensitivity of cowpea at various growth stages. *Irrigation Science*, 10, 313-320.
 - Maggio, A., Miyazaki, S., Veronese, P., Fujita, T., Ibeas, J. I., Damsz, B., ... & Bressan, R. A. (2002). Does proline accumulation play an active role in stress-induced growth reduction?. *The plant journal*, 31(6), 699-712.

-
- MAHROUZ, F. (2013). Effet du stress salin sur la croissance et la composition chimique de l'*Atriplex canescens* (Doctoral dissertation, UNIVERSITE KASDI MERBAH-OUARGLA-).
 - MAROUANE, H. (2022). Effet du stress hydrique sur la biomasse microbienne de la rhizosphère et les composantes technologiques d'une culture céréalière (Doctoral dissertation, Université Ibn Khaldoun-Tiaret-).
 - Martin, J. M. (2014). Diversité des termites xylophages en Guyane française: Influence de l'attractivité de l'essence de bois, de la saison et du milieu (Doctoral dissertation, Antilles-Guyane).
 - Maury, A. J., André, P., Men'shchikov, A., Könyves, V., & Bontemps, S. (2011). The formation of active protoclusters in the Aquila rift: a millimeter continuum view. *Astronomy & Astrophysics*, 535, A77.
 - Mondragón, A. (2006). Morphological characterization of pollen exine of seven *Sterculia L.* species. *Bioagro*, 18(3), 139-143.
 - Munns, R., James, R. A., & Läuchli, A. (2006). Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. *Journal of experimental botany*, 57(5), 1025-1043.
 - Nath, K., Jajoo, A., Poudyal, R. S., Timilsina, R., Park, Y. S., Aro, E. M., ... & Lee, C. H. (2013). Towards a critical understanding of the photosystem II repair mechanism and its regulation during stress conditions. *FEBS letters*, 587(21), 3372-3381.
 - Neffar, S., Chenchouni, H., Beddiar, A., & Redjel, N. (2013). Rehabilitation of degraded rangeland in drylands by prickly pear (*Opuntia ficus-indica L.*) plantations: effect on soil and spontaneous vegetation. *Ecologia Balkanica*, 5(2).
 - Nguyen, N. T., Wereley, S. T., & Shaegh, S. A. M. (2019). *Fundamentals and applications of microfluidics*. Artech house.
 - Nichane, M., & Khelil, M. A. (2015). Climate changes and water resources in Algeria: vulnerability, impact and strategy of adaptation. *Algerian Journal of Arid Environment*, 5(1), 56-62.
 - Nichane, M., & Khelil, M. A. (2015). Climate changes and water resources in Algeria: vulnerability, impact and strategy of adaptation. *Algerian Journal of Arid Environment*, 5(1), 56-62.
 - Nikolaeva, M. G. (1977). Factors controlling the seed dormancy pattern.

-
- Ouerghi, Z., Cornic, G., Roudani, M., Ayadi, A., & Brulfert, J. (2000). Effect of NaCl on photosynthesis of two wheat species (*Triticum durum* and *T. aestivum*) differing in their sensitivity to salt stress. *Journal of Plant Physiology*, 156(3), 335-340.
 - Ouhaddach, M., Elyacoubi, H., Douaik, A., & Rochdi, A. (2018). Morphophysiological and biochemical responses to salt stress in wheat (*Triticum aestivum* L.) at the heading stage. *Journal of Materials and Environmental Sciences*, 9(6), 1899-1907.
 - Prasanna, B. M. (2016). Developing and deploying abiotic stress-tolerant maize varieties in the tropics: challenges and opportunities. *Molecular Breeding for Sustainable Crop Improvement: Volume 2*, 61-77.
 - Price, A. H., & Hendry, G. A. F. (1991). Iron-catalysed oxygen radical formation and its possible contribution to drought damage in nine native grasses and three cereals. *Plant, Cell & Environment*, 14(5), 477-484.
 - Radhouane, L., Aissa, N., & Romdhane, L. (2014). Effets d'un stress hydrique appliqué à différents stades de développement sur l'aspect quantitatif et qualitatif des semences chez un écotype autochtone de sorgho grain (*Sorghum bicolor*). *Journal of Applied Biosciences*, 74, 6149-6156.
 - Redondo-Gómez, S., Wharmby, C., Castillo, J. M., Mateos-Naranjo, E., Luque, C. J., De Cires, A., ... & Enrique Figueroa, M. (2006). Growth and photosynthetic responses to salinity in an extreme halophyte, *Sarcocornia fruticosa*. *Physiologia Plantarum*, 128(1), 116-124.
 - Rejili, M., Vadel, A. M., Guetet, A., & Neffatti, M. (2007). Effect of NaCl on the growth and the ionic balance K^+/Na^+ of two populations of *Lotus creticus* (L.)(Papilionaceae). *South African Journal of Botany*, 73(4), 623-631.
 - Saint-Côme, C., Acker, G. R., & Strand, F. L. (1982). Peptide influences on the development and regeneration of motor performance. *Peptides*, 3(3), 439-449.
 - Samy, A. M., van de Sande, W. W., Fahal, A. H., & Peterson, A. T. (2014). Mapping the potential risk of mycetoma infection in Sudan and South Sudan using ecological niche modeling. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 8(10), e3250.
 - Sarda, P., Moreira, M., & Staudacher, T. (1999). Argon-lead isotopic correlation in Mid-Atlantic Ridge basalts. *Science*, 283(5402), 666-668.
 - Schmidt, L. 2000. Guide to Handling of Tropical and Subtropical Forest Seed. Pages 1-511. Danida Forest Seed Centre Denmark

-
- Shahid, M., & Mohammad, F. (2013). Perspectives for natural product based agents derived from industrial plants in textile applications—a review. *Journal of cleaner production*, 57, 2-18.
 - Shrivastava, M., Srivastava, P. C., & D'souza, S. F. (2016). KSM soil diversity and mineral solubilization, in relation to crop production and molecular mechanism. *Potassium solubilizing microorganisms for sustainable agriculture*, 221-234.
 - Slama, A., Ben Salem, M., Ben Naceur, M., & Zid, E. (2005). Les céréales en Tunisie: production, effet de la sécheresse et mécanismes de résistance. *Sécheresse*, 16(3), 225-229.
 - Slama, A., Ben Salem, M., Ben Naceur, M., & Zid, E. (2005). Les céréales en Tunisie: production, effet de la sécheresse et mécanismes de résistance. *Sécheresse*, 16(3), 225-229.
 - Slama, R., Bouyer, J., Windham, G., Fenster, L., Werwatz, A., & Swan, S. H. (2005). Influence of paternal age on the risk of spontaneous abortion. *American Journal of Epidemiology*, 161(9), 816-823.
 - Srivastava LM. 2002. *Plant Growth and Development. Hormones and Environment*.
 - Stewart, W. D. P. (1969). Biological and ecological aspects of nitrogen fixation by free-living micro-organisms. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B. Biological Sciences*, 172(1029), 367-388.
 - Tardieu, F. (2005). Plant tolerance to water deficit: physical limits and possibilities for progress. *Comptes rendus. Géoscience*, 337(1-2), 57-67.
 - Toroglu, S. (2007). In vitro antimicrobial activity and antagonistic effect of essential oils from plant species. *Journal of Environmental Biology*, 28(3), 551-559.
 - Tunnacliffe, A., & Wise, M. J. (2007). The continuing conundrum of the LEA proteins. *Naturwissenschaften*, 94(10), 791-812.
 - Villegas, D., Aparicio, N., Blanco, R., & Royo, C. (2001). Biomass accumulation and main stem elongation of durum wheat grown under Mediterranean conditions. *Annals of Botany*, 88(4), 617-627.
 - Virilouvet, L., Jacquemot, M. P., Gerentes, D., Corti, H., Bouton, S., Gilard, F., ... & Coursol, S. (2011). The ZmASR1 protein influences branched-chain amino acid biosynthesis and maintains kernel yield in maize under water-limited conditions. *Plant physiology*, 157(2), 917-936.

-
- Virlovet, L., Jacquemot, M. P., Gerentes, D., Corti, H., Bouton, S., Gilard, F., ... & Coursol, S. (2011). The ZmASR1 protein influences branched-chain amino acid biosynthesis and maintains kernel yield in maize under water-limited conditions. *Plant physiology*, 157(2), 917-936.
 - Wang, R., Von Bothmer, R., Dvorak, J., Fedak, G., Linde-Laursen, I., & Muramatsu, M. (1994). Genome symbols in the Triticeae (Poaceae).
 - Wang, S. J., Liu, Q. M., & Zhang, D. F. (2004). Karst rocky desertification in southwestern China: geomorphology, landuse, impact and rehabilitation. *Land degradation & development*, 15(2), 115-121.
 - Wang, W., Vinocur, B., & Altman, A. (2003). Plant responses to drought, salinity and extreme temperatures: towards genetic engineering for stress tolerance. *Planta*, 218, 1-14.
 - Xu, G., O'Connell, P., Viskochil, D., Cawthon, R., Robertson, M., Culver, M., ... & Weiss, R. (1990). The neurofibromatosis type 1 gene encodes a protein related to GAP. *Cell*, 62(3), 599-608.
 - Yamaguchi-Shinozaki, K., & Shinozaki, K. (1993). Arabidopsis DNA encoding two desiccation-responsive rd29 genes. *Plant physiology*, 101(3), 1119.
 - Yeo, A. R. (1983). Salinity resistance: physiologies and prices. *Physiologia plantarum*, 58(2).
 - Yokota, T., Lu, Q. L., Morgan, J. E., Davies, K. E., Fisher, R., Takeda, S. I., & Partridge, T. A. (2006). Expansion of revertant fibers in dystrophic mdx muscles reflects activity of muscle precursor cells and serves as an index of muscle regeneration. *Journal of cell science*, 119(13), 2679-2687.
 - Young JA et Young CG. 1986. *Collecting, Processing and Germinating Seeds of Wildland Plants*. Timber Press, Portland (OR). 236 p.
 - Zerrad, W., Maataoui, B. S., Hilali, S., El Antri, S., & Hmyene, A. (2008). Etude comparative des mécanismes biochimiques de résistance au stress hydrique de deux variétés de blé dur. *Lebanese Science Journal*, 9(2), 27-36.