

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE SAAD DAHLEB – BLIDA

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

Département des Biotechnologies et Agro-Ecologie

Mémoire de Fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master dans le domaine SNV

Filière : Ecologie et Environnement

Option : Agroenvironnement et bio indicateurs

Présenté par :

DRARENI Belkais & GEURBAI Rima

Thème :

**Priming des semences, Technique de renouvellement des essences
Forestières (*Pinus halepensis*) post d'incendie dans la wilaya de Tipaza.**

Soutenu le : 20/ 09/ 2022

Devant le jury composé de :

| | | | |
|---------------|-----|--------------|--------------|
| Mme. ALLAL L. | PR | Univ Blida 1 | président |
| Mr. ABBAD M. | MCA | Univ Blida 1 | Promoteur |
| Mr. HAMIDI Y. | MCB | Univ Blida 1 | examineur |
| Mr. AROUDJ M. | DOC | Univ Blida 1 | Co-Promoteur |

Année universitaire 2021/2022

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Remerciement

Avant tout, nous remercions le **Dieu**, notre créateur de nos avoir donné la force, la santé, la volonté et le courage afin d'entamer et de terminer ce travail.

En second lieu, nous tenons à remercier notre encadreur Monsieur **ABBAD Mohamed** de nous avoir accueillis et d'avoir accepté de diriger notre travail, ces précieux conseils et son aide sa pleine disponibilité ont été très bénéfiques durant toute la période du travail.

Comme on tient aussi à remercier nos très chers parents pour leur sacrifice, leur patience et leur soutien.

On remercie également le personnel du laboratoire Monsieur **WALID** et Monsieur **Sid Ahmed SNOSI** de nous avoir accueilli parmi eux et travailler avec eux et nous aider à élaborer notre projet de fin d'étude.

A notre examinateur Monsieur **HAMIDI Youcef**

On tient à vous remercier d'avoir accepté d'examiner ce travail, votre participation à ce jugement nous fait un grand plaisir.

Nous adressons nos remerciements aux madame **ALLAL Leila**, professeur à l'université de Blida

Pour l'honneur qu'il nous fait En acceptant de présider le jury de ce travail.

Enfin, un grand merci, à toute personne qui a contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicas

Grâce à **Allah**, et grâce à la force et la patience qu'il nous offrit, qui m'a aidé et m'a donné le courage durant mon parcours académique et d'avoir me donner la volonté pour réaliser cet humble travail.

Je dédie ce travail à mon très cher **papa**, pour son amour, son efficacité, son courage et la meilleure éducation qu'il m'a donnée je lui souhaite le meilleur la bonne santé et longue vie.

A ma très chère **mère** d'or qui a toujours été là pour moi et m'a offert l'amour et la patience durant toute ma carrière d'étude, ainsi que mes frères **Mohammed, Iounas** et **Zouhir**.

A mes tantes et oncles, mes chères cousines et cousins, que Dieu vous garde et vous procure santé et bonheur.

- A mon binôme **Geurbai** et toute sa famille.

A tous mes proches, mes amis et mes camarades de la promo agro environnement bio indicateur, mes copines **Karima** et **Amina**, **Chiraz** et ma chère cousine **Tasadait**.

Sans **Allah**, ce modeste travail n'aurait jamais lieu.

BELKISS...

Dédicace

Avant toute chose je remercie « **Allah** » pour m'avoir donné Laforce, la patience et
le courage pour mener ce travail à son terme

Je dédie cet humble travail avec grand amour, sincérité et fierté

A mes chers parents **Allah** yarhamhom.

A ma chère cousine **Yamina**, la deuxième maman, la flamme de mon cœur, de ma vie et de
mon bonheur... La bienveillance, source de mes efforts, l'amour et la tendresse qui ne cessent
de m'encourager et prier pour moi. Vous m'avez toujours aidé par vos conseils et vos
sacrifices.

A mes frères, **Islam** et **Nabil**. A mes cousines, **Souhila** et **Ghania**

A toute ma famille.

A tous mes professeurs du primaire, du moyen, du secondaire, et de l'enseignement Supérieur

A mon binôme **Drareni**, A tous les amis d'études promotion agroenvironnement et bio
indicateurs.

A toute personne qui m'a aidé d'un mot, d'une idée ou d'un encouragement

Je dis " merci "

Rima.....

Résumé

Ce travail concerne l'effet de la technique de priming sur la fertilité et la germination des graines de pin d'alep de la station sur la dynamique de reproduction de pin d'alep ,après un incendie majeur la récolte des graines brûlées du pin d'alep situé dans la zone du barrage de kaf el –Deir à Damous (Tipaza) d'une arbre nouvellement brûlé . Deux traitements d'hydropriming et de hormoprimer consistant en deux périodes de trempage (24h, 48h) des graines dans ces milieux synthétiques puis séchage et germination en étuve à 25°C ont été testés.

Les résultats obtenus dans le cadre de nos expérimentations démontrent que les graines de pin d'alep prennent du poids après les avoir mises dans des traitements à différentes concentrations de l'acide salicylique (0.69g et 0.138g), Sauf pour le poids des graines des boites pétri témoins(sans priming) qui ne change pas et reste constant .

Différents travaux démontrent l'effet positif de différents types priming sur la performance germination développement et la croissance de certaines espèces végétales sous des conditions défavorable (l'incendie) .

Mots clés : Priming ,pin d'alep ,l'incendie ,germination, l'acide salicylique

Summary

This work concerns the effect of the priming technique on the fertility and germination of pine seeds from the station on the reproduction dynamics of Aleppo pine, after a major fire.

The harvesting of burnt seeds from Aleppo pine located in the area of the Kaf el-Deir dam in Damous (Tipaza) of a newly burned tree. Two hydropriming and hormoprimering treatments consisting of two periods of soaking (24 hours, 48 hours) of seeds in these synthetic media and then drying and germination in an oven at 25 °C were tested.

The results obtained within the framework of our experiments show that the seeds of pin d'alep gain weight after having put them in treatments with different concentrations of salicylic acid (0.69 and 0.138), Except for the weight of the seeds of the control petri dishes (without priming) which does not change and remains constant.

Various studies demonstrate the positive effect of different types of priming on the germination, development and growth performance of certain plant species under dévaforable conditions (fire).

Keywords: Priming, Pin d'alep, fire, germination, salicylic acid.

ملخص

يتعلق هذا العمل بتأثير تقنية التحضير على خصوبة وإنبات بذور الصنوبر من المحطة على ديناميكيات تكاثر الصنوبر الحلبي ، بعد حريق كبير جنى بذور محترقة من الصنوبر الحلبي الواقع في منطقة كافل - سد دير في دموس (تبيازة) لشجرة محترقة حديثاً. تم اختبار معاملتين الهيدروبريمينج وهرموبريمينج تتكونان من فترتين من النقع (24 ساعة ، 48 ساعة) من البذور في هذه الوسائط الاصطناعية ثم تجفيفها وإنباتها في فرن عند 25 درجة مئوية.

أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها في إطار تجاربنا أن بذور الصنوبر الحلبي تكتسب وزناً بعد وضعها في معاملات بتركيزات مختلفة من حمض الساليسيليك (0.69 و 0.138) ، باستثناء وزن البذور أطباق بتري الضابطة (بدون فتيلة). لا يتغير ويبقى ثابتاً.

توضح الدراسات المختلفة التأثير الإيجابي لأنواع مختلفة من التحضير على أداء الإنبات والتطور والنمو لأنواع نباتية معينة في ظل ظروف سيئة (النار).

الكلمات المفتاحية: فتيلة ، صنوبر حلب ، نار ، إنبات ، حمض الساليسيليك.

Liste des abréviations

DGF : Direction générale des forêts.

IFN : Inventaire forestier national.

Méd. : Méditerranéenne.

PA : Pin d'Alep.

ml : millilitre.

H : Heure.

Min : Minute.

L : Litre.

As : Acide salicylique.

°C : Degrés Celsius.

T° : Température.

% : Pourcentage.

Liste des figures

| | |
|--|-----------|
| Figure1 : Ecorce du <i>Pinus halepensis</i> | 6 |
| Figure2 : Cône du <i>Pinus halepensis</i> | 6 |
| Figure3 : Rameaux du <i>Pinus halepensis</i> | 7 |
| Figure4 : Les grains du pin d'Alep..... | 7 |
| Figure5 : Bois du <i>Pinus halepensis</i> | 8 |
| Figure6 : La résine du <i>Pinus halepensis</i> | 8 |
| Figure7 : Les feuilles du pin d'Alep..... | 9 |
| Figure8 : Répartition géographique du pin d'Alep dans le monde..... | 10 |
| Figure9 : Figure représente aire de répartition du <i>Pinus halepensis</i> en Algérie..... | 10 |
| Figure10 : Cycle de fructification du pin d'Alep..... | 11 |
| Figure11 : Coloration anormale des aiguilles due aux piqûres de la cicadelle | 13 |
| Figure12 : Adultes d'hylésine..... | 13 |
| Figure13 : Accouplement des papillons de processionnaire..... | 14 |
| Figure14 : Un pin mort tué par <i>Heterobasidion annosum</i> | 14 |
| Figure15 : Vésicules blanches sur un renflement d'une jeune tige..... | 15 |
| Figure16 : Jeunes fructifications de <i>Fomitopsis pinicola</i> | 15 |
| Figure17 : Chancre présentant une desquamation de l'écorce | 16 |
| Figure18 : Modèle expliquant les mécanismes impliqués dans le phénomène du priming des semences induit Hydropriming et Osmopriming..... | 20 |
| Figure19 : courbe représente les différentes phases de la germination | 31 |
| Figure20 : Matériel Végétal (cônes et graines) de Pin d'Alep..... | 36 |
| Figure21 : pesée les gaines de pin d'Alep avant le trempage..... | 37 |

| | |
|--|-----------|
| Figure22 : Dépôt des boites de pétri par traitement..... | 38 |
| Figure23 : Dépôt des boites de pétri par traitement T1 de 24h..... | 38 |
| Figure24 : Dépôt des boites de Pétri par traitement T1 de 48h..... | 39 |
| Figure25 : Matériels utilisées au laboratoire..... | 40 |
| Figure26 : Préparation de la solution de T2..... | 40 |
| Figure27 : Dépôt des boites de pétri par traitement hormoprining T2 de 24h | 41 |
| Figure28 : : Dépôt des boites de pétri par traitement hormoprining T2 de 48h | 41 |
| Figure29 : Préparation de la solution de T3..... | 42 |
| Figure30 : Dépôt des boites de pétri par traitement T3 de 24h..... | 42 |
| Figure31 : Dépôt des boires de pétri par traitement T3 de 48h..... | 43 |
| Figure 32 : Dépôt des boites pétrie par traitement dans l'étuve 25°C..... | 43 |
| Figure 33 : Opération de séchage graines de pin d'Alep..... | 44 |
| Figure34 : Opération trempage des graines de pin d'Alep dans diffèrent traitements..... | 44 |
| Figure35 : Processus de plantation de graines de pin d'Alep dans le sol..... | 45 |
| Figure36 : tableau représente les poids des graines de pin d'alep (<i>Pinus halepensis</i>)..... | 48 |
| Figure37 : Effet des différents traitements sur le taux de germination des graines de <i>Pinus halepensis</i> après 24h | 48 |
| Figure 38 : Effet des différents traitements sur le taux de germination des graines de <i>Pinus halepensis</i> après 48h..... | 49 |

Table de matière

Remerciement

Dédicace

Résumé

Liste des abréviations

Liste des figure

Introduction 1

Chapitre 1 : Généralités sur le pin d'Alep

| | |
|--|-----------|
| 1. Taxonomie..... | 5 |
| 2. Description de l'espèce..... | 5 |
| 3. Répartition géographique..... | 9 |
| 3.1. Dans le monde..... | 9 |
| 3.2. En Algérie..... | 10 |
| 4. Ecologie de pin d'Alep..... | 11 |
| 4.1. Cycle de reproduction..... | 11 |
| 4.2. Exigences écologique..... | 11 |
| • Température | 11 |
| • Sol | 11 |
| • Pluviométrie..... | 12 |
| • Altitude..... | 12 |
| 5. Facteurs influençant le développement de pin d'Alep..... | 12 |
| 5.1. Facteurs biotiques..... | 12 |

| | |
|---|----|
| 5.1.1. Entomofaune (insectes)..... | 12 |
| • La cicadelle des aiguilles des pins (<i>Haematoloma dorsata</i>)..... | 12 |
| • L’hylésine de pins (<i>Tomicus destruens</i>)..... | 13 |
| • La chenille processionnaire du pin d’Alep (<i>Thaumetopoea pityocampa</i>)..... | 13 |
| 5.1.2. Champignons..... | 14 |
| 5.2. Facteurs à biotiques..... | 15 |
| 6. Préservation et protection des forets de pin d’Alep..... | 16 |
| • Traitement fondé sur BtK (chimique et microbiologique)..... | 16 |
| • Prédation par les mésanges | 17 |
| • Lutte sémio chimique par phéromones sexuelles..... | 17 |
| • La lutte sylvicole..... | 17 |
| • Contrôle mécanique..... | 17 |
| 7. La régénération des forets de pin d’Alep..... | 18 |
| 7.1. La régénération naturelle..... | 18 |
| 7.2. La Régénération artificielle..... | 18 |

Chapitre 2 : Généralités sur le priming

| | |
|--|----|
| 2.1. Définition de priming..... | 20 |
| 2.2. Différents type de priming..... | 21 |
| 2.2.1. Hydropriming (redéshydratation)..... | 21 |
| 2.2.1.1. Simple hydropriming..... | 21 |
| 2.2.1.2. Double hydropriming..... | 21 |
| 2.2.2. Osmopriming (osmo-conditionnement)..... | 22 |
| 2.2.3. Chimiopriming..... | 22 |
| 2.2.4. Hormopriming..... | 23 |
| 2.1.5. Biopriming..... | 23 |

| | |
|--|-----------|
| 2.3. Mécanismes d'amorçage des graines..... | 24 |
| 2.4. Effet de priming..... | 26 |
| 2.5. Les avantages de priming..... | 24 |
| 2.6. Inconvénient du priming..... | 26 |

Chapitre3 :La germination

| | |
|--|-----------|
| 3.1. Notion de la semence..... | 28 |
| 3.2. La qualité des semences..... | 28 |
| 3.3. Notion de la germination..... | 28 |
| 3.3.1. Les types de germination..... | 29 |
| 3.3.1.1. La germination épigée..... | 29 |
| 3.3.1.2. La germination hypogée..... | 29 |
| 3.4. Les conditions de la germination..... | 29 |
| 3.4.1. Les conditions externes..... | 29 |
| 3.4.2. Les conditions internes..... | 30 |
| 3.5. Les étapes de la germination..... | 30 |
| 3.5.1. Phase d'absorption de l'eau..... | 30 |
| 3.5.2. Phase de germination sensu..... | 30 |
| 3.5.3. Phase de la croissance de plantule | 30 |
| 3.6. Dormance des graines | 30 |
| 3.6.1. Dormance embryonnaire | 31 |
| 3.6.1.1. Dormance embryonnaire primaire..... | 31 |
| 3.6.1.2. Dormance embryonnaire secondaire | 31 |
| 3.6.2. Inhibition de tégumentaire..... | 32 |

| | |
|---|----|
| 3.6.3. Dormance morphologique..... | 32 |
| 3.6.4. Inhabitation chimique..... | 33 |
| 3.7. Effet des feux sur la germination des graines..... | 33 |

Chapitre4 :Matériel et méthode

| | |
|---|----|
| 1. Objectif de l'expérience..... | 35 |
| 2. Méthodologie de travail..... | 35 |
| 3. Matériels utilisés..... | 35 |
| 3.1. Appareillages..... | 35 |
| 3.2. Matériel végétal..... | 35 |
| 4. Protocole expérimentale et techniques employées..... | 35 |
| 4.1. Sur terrain..... | 35 |
| 4.2. Au laboratoire..... | 36 |
| 4.2.1. Préparation des solutions..... | 36 |
| 4.2.1.1. Témoins(sans priming)..... | 36 |
| 4.2.1.2. Hydro priming..... | 37 |
| 4.2.1.3. Hormopriming | 38 |
| 4.2.2. Trempage des semences..... | 39 |

Chapitre5 : Résultats et discussion

| | |
|--|----|
| 5.1. Impact de priming sur le poids de germination de pin d'alep | 48 |
| 5.2. Impact de priming sur le taux de germination de pin d'Alep..... | 50 |
| Conclusion..... | 53 |

Références bibliographie

Introduction

Introduction

Le terme forêt désigne un territoire occupant une superficie d'au moins 50 ares (Bois et Boqueteaux) avec des arbres capables d'atteindre une hauteur supérieure à cinq mètres à maturité institut, un couvert arboré de plus de 10% est une largeur d'un moins 20 mètres (IFN, 2009 in Dodane, 2009).

La forêt Algérienne d'environ 4 millions d'hectare a été le théâtre de diverses agressions qui ont réduit considérablement sa superficie et provoqué la régression ou la disparition de nombreuses espèces animales et végétales (DGF, 2016). Cependant, les forêts de pin d'Alep couvrent une très grande surface soit 850000 ha (MEZALLI, 2003). Son croissance rapide et leur résistance aux conditions xérique (stress hydrique) (Zavala et Zea, 2004). Cette espèce est très commun dans tous les étages bioclimatiques depuis littoral jusqu'à l'atlas saharien (Leutreuch, 1991).

De nombreux traits de plantes ont été décrits comme des adaptations pour survivre au feu ou se régénérer après celui-ci. Cependant, d'autres traits sont avantageux pour surmonter d'autres perturbations, dont la plupart sont causé par l'homme (Berbéro et al ,1990). Les formations à pin d'Alep sont parmi les plus sensibles à l'éclosion et à la propagation des incendies (Alexandrian et Rigolot, 1992).

Il est connu qu'en région méditerranéenne, les incendies de forêts, quand ils ne sont pas fréquents, favorisent l'extension des conifères (QUEZEL, 1 980). Ainsi, l'extension du pin d'Alep, du pin brutia, voire du pin maritime, par exemple, est certainement, d'après cet auteur, liée à l'occurrence du feu. Après incendie des pinèdes à Pinus halepensis, il s'ensuit très souvent une régénération massive de ce pin, parfois sur d'importantes surfaces avec une densité de plusieurs dizaines de milliers de semis à l'hectare (BOUDY, 1950 ; SOULERES, 1 969 ; SARI, 1 978 ;).

Ce phénomène a suscité la réalisation de nombreuses recherches, dans diverses régions du bassin méditerranéen , notamment KARSCHON (1973), ABBAS et al. (1984), TRABAUD ET al. (1985), BARBERO ET al.(1987) ET MAY (1987). Tous ces auteurs s'accordent aussi à reconnaître une rapide recolonisation des pineraies brûlées par une abondante régénération de ce pin. La production végétale dépend étroitement de la germination des semences qui est une étape cruciale dans le cycle de vie des végétaux supérieurs (CHENG and BRADFORD, 1999) .

De tous les facteurs de dégradation, les incendies sont les plus dévastateurs, entraînant la destruction totale de la végétation sur place. En plus, ils altèrent le sol, enlaidissent le paysage et compromettent souvent la reconstitution végétale (**Benabdeli, 1996**). Parmi toutes les causes de destruction du patrimoine forestier algérien, l'incendie en est le fléau le plus ravageur. Etant donné les conditions climatiques du pays, la constitution des boisements, la mentalité et les habitudes des populations qui vivent à proximité de la forêt (**Bensaid et al., 2006**).

La germination peut être hétérogène vu que les semences ne germent pas toutes de la même manière ni en même temps. On définit la germination comme un terme qui désigne le passage de la semence d'une vie latente à un état actif en conditions naturelles.

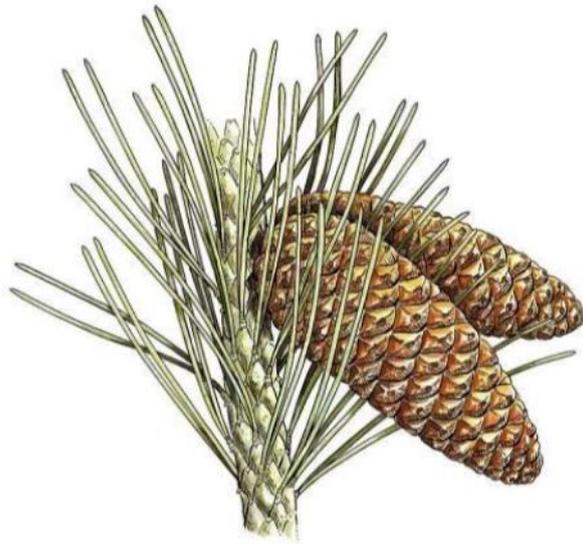
Le Pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill., 1768) est un arbre conifère à durée de vie long, il possède une banque de graines aériennes protégées dans des cônes en bois saturé de résine qui ne s'ouvrent que lorsqu'ils sont exposés à de très fortes températures (**Acherar, 1981**). Les semis croissent rapidement et se reproduisent à un âge très précoce. Les jeunes arbres fournissent beaucoup de ressources pour la production de graines réduisant ainsi leur risque d'immaturité dans le cas d'un feu précoce (**Ne'eman et al., 2004**).

Dans ce domaine, le priming, qui consiste en un traitement prégerminatif, est très étudié et même utilisé afin d'améliorer aussi bien le développement que le rendement des espèces végétales. L'objectif de ce travail consiste à appliquer la technique de priming pour activer et améliorer la germination et le développement des semences de *pinus halepensis*, et repérer la capacité de l'arbre *pinus halepensis* à se régénérer après un incendie.

Ce présent mémoire renferme quatre chapitres. Le premier synthétise les données de recherche collectées sur la bibliographie de pin d'Alep. Le deuxième et le troisième chapitre sont consacrés aux notions générales relatives à la technique de priming et à la notion de germination. Ensuite, un quatrième chapitre est présenté pour exposer les résultats et leurs interprétations, puis le travail s'achève par une conclusion générale et des perspectives.

Recherches bibliographiques

Chapitre 1:
Généralités sur le pin d'Alep



Chapitre 1 : Généralités sur le pin d’Alep

1. Taxonomie

Le pin d’Alep *P. halepensis* Mill., appartenant famille Pinaceae, il est distribué et le plus représentant du genre *Pinus* qui se divise en trois sous-genres (*Pinus*, *Ducampopinus*, *Cembrapinus*) avec 10 sections (*Taedoponderosoides*, *Merknsioides*, *Halepensoides*, *Khasyosilvestroides*, *Parryanoides*, *Kremphioides*, *Armandioides*, *Parvifloroides*, *Stroboides*, *Flexiliodes*) et 250 espèces (Amri et al., 2013), qui se caractérisent par des feuilles en aiguilles et à cônes caduques (Nahal, 1962 ; Kadik, 2006). Cette espèce occupe près de 6,8 millions d’hectares sur l’ensemble du bassin méditerranéen (Duhamel ,1755).

La systématique de pin d’Alep se résume comme suit :

| | |
|---------------------------|-------------------------|
| <i>Règne</i> | <i>Plantae</i> |
| <i>Embranchement</i> | <i>Pinophyta</i> |
| <i>Sous embranchement</i> | <i>Gymnospermes</i> |
| <i>Classe</i> | <i>Pinopsida</i> |
| <i>Ordre</i> | <i>Pinales</i> |
| <i>Famille</i> | <i>Pinaceae</i> |
| <i>Sous famille</i> | <i>Pinoideae</i> |
| <i>Genre</i> | <i>Pinus</i> |
| <i>Sous genre</i> | <i>Eupinus</i> |
| <i>Espèce</i> | <i>Pinus halepensis</i> |

(Quézel et Médail, 2003)

2. Description de l’espèce

Selon Hamrouni et al., (2011), le pin d'Alep est un arbre vivace à feuilles persistantes, d'une hauteur totale de 25 à 27 m, sa durée de vie n'excède pas 150 ans. L’arbre fleurit au printemps et porte des fruits en été âgés de 10 à 12 ans (Hedjal-Chebheb, 2014). Dès son plus jeune âge, le pin d'Alep possède une couronne conique qui se développe au fur et à mesure de sa croissance, La calotte est de forme irrégulière, très brillante et a une couleur jaune-vert typique (Khouja, 2020).

CHAPITRE 1 : GENERALITES SUR LE PIN D’ALEP

- **L'écorce** : Chez les jeunes plantules elle est lisse et gris argenté, les adultes arbres présente des gerçures en écailles sombres (Figure 1) (**Kadik, 1987; Rameau et al., 2008**).



Figure1: Ecorce du *Pinus halepensis* (**Portas, 2017**)

- **Bourgeons** : Sont ovoïdes, aigues d'un brun rougeâtre a écailles libres souvent réfléchies au sommet (**Kadik, 1987**).
- **Cônes** : Cette espèce est monoïque, portant deux types d'inflorescence : des cônes mâles ovoïdes, allongés et de couleur jaune teintée de rouge et des cônes femelles pédonculés roses et violacés (Figure 2) (**Seigue, 1985 ; Rameau et al., 2008**).



Figure 2 : Cône du *Pinus halepensis* (**Boutti, 2017**).

- **Rameaux** : Les branches sont légèrement étalées. Les rameaux sont fins, de couleur vert clair puis gris clair (Figure 3) (**Seigue, 1985 ; Rameau et al., 2008**).



Figure 3 : Rameaux du *Pinus halepensis* (Roubaudi, 2017).

• **Les graines :** L’arbre de pin d’Alep produit une graine comestible, appelée communément « Zgougou », sa forme est ovoïdes bombée à trois angles (Kadri, 2014). Elles sont de petites tailles (0.6 cm), brune grise sur la face (parfois grises mouchetées) et possèdent d’aile 4 fois plus longue que la graine (Figure 4) (Seigue, 1985).



Figure 4 : Les grains du *Pinus halepensis* (Roubaudi, 2017)

• **Le bois :** Il se caractérise par des volutes horizontales fines et non ornées (Figure 5), c’est un excellent bois pour la construction de pilotis ou de bateaux (Venet, 1986).



Figure 5 : Bois du *Pinus halepensis* (Portas, 2017).

• **Résine :** Il s’agit d’un élément végétal chimique complexe semi fluide (Figure 6), l’insoluble dans l’eau produit par l’opération de saignée sert à éliminer les parasites (Portas, 2017).



Figure 6 : La résine du *Pinus halepensis* (Portas, 2017).

• **Les feuilles ou les aiguilles :** Les feuilles sont sous forme d’aiguilles de 1 mm d’épaisseur et d’environ 6 à 10 cm de longueur (Figure 7) (Nahal, 1962). Elles sont groupées par deux, de couleur vert grisâtre et persistantes 2 à 3 ans sur l’arbre (Seigue, 1985 ; Rameau et al., 2008).



Figure 7 : Les feuilles du *Pinus halepensis* (Menand, 2017).

• **Racine** : En fonction d’âge et type d’habitas occupé, plusieurs types sont à distinguées. Ils sont souvent mycorhizés (Kadik, 1987). Le système racinaire des jeunes plantules est pivotant présentant de nombreuses radicelles (chevelues) à croissance rapide. Chez les adultes la racine pivot disparaît peu à peu (Rameau et al., 2008).

3. Répartition géographique

3.1. Dans le monde

C'est un arbre forestier d'importance économique dans de nombreux pays méditerranéens, utilisé pour la production de bois de résine, de produits de santé et de nutrition (Benhizia et al., 2020). Elle s'étend de l'Afrique du Nord notamment le Maroc la Tunisie, l'Algérie et la Libye vers d'autres pays du Moyen-Orient (Liban, Syrie, Palestine, Turquie et Jordanie) (Mauri et al., 2016). Il est aussi présent dans le sud de l'Europe (Est de la France, Nord de l'Italie, Est de la Grèce, Est de l'Espagne), zones côtières de la Croatie, et Albanie (Ferrer Gallego et Farjon, 2019) (Figure 8).

Bouazza (2013) note que cette espèce a une distribution circumméditerranéenne que l'on trouve à l'état spontané autour du bassin méditerranéen sauf l'Egypte.



Figure 8 : Répartition géographique du pin d’Alep dans le monde (Quézel et Médail 2003).

3.2. En Algérie

En l’Algérie, le pin d’Alep est fréquent surtout sur les massifs du Tell littoral et l’Atlas Saharien, Il s’étend à lui seul sur près de 900.000 hectare (Kadri *et al.*, 2015), il occupe 37% de la surface boisée de l’Algérie (Bentouati, 2006). Sa distribution s’étend essentiellement dans la partie septentrionale du pays, exception faite de la région Nord orientale. C’est ainsi qu’il occupe de spacieux peuplements en Oranie (Sidi-Bel-Abbès, Saida, Tlemcen, Tiaret, Ouarsenis) sur le Tell algérois (Médéa, Bibans), sur l’Atlas saharien (Monts des Ouled Nails). Dans le Constantinois, il est surtout localisé dans les Aurès et les Monts de Tébessa où il rejoint la Tunisie par la dorsale (Bouguenna, 2011) (Figure 9).

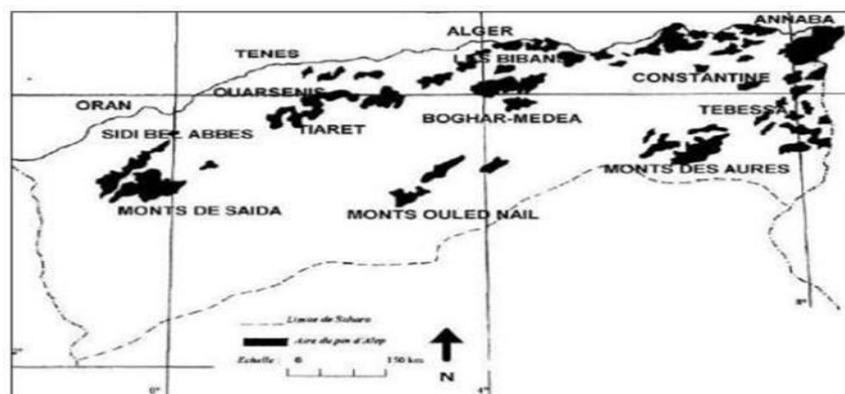


Figure 9 : Figure représente aire de répartition du *Pinus halepensis* en Algérie (Guit *et al.*, 2016).

4. Ecologie de pin d'Alep

4.1. Cycle de reproduction

Le pin d'Alep se reproduit généralement entre 8 et 12 ans (**Boudy, (1950) ; Nahal, 1962**). Selon **Khoja (1993)**, la maturité sexuelle peut commencer dès 2 ans. Cela dépend des conditions environnementales et semble être principalement lié à la croissance de l'arbre : plus l'arbre est fort, plus il peut porter ses fruits rapidement. Le pin d'Alep est une espèce monoïque. Les organes génitaux mâles et femelles sont clairement séparés dans l'architecture de l'arbre. La maturité des graines dure 6-8 mois après la pollinisation, puis les graines de 10-15 mm sont plus claires sur les couleurs ternes virent au brun et le cycle se renouvelle (Figure 10) (**Ladjal, 2012 ; Chambel et al., 2013**).



Figure 10 : Cycle de fructification du pin d'Alep (**Khouja, 2019**).

4.2. Exigences écologique

- **Température**

Le pin d'Alep présente un tempérament robuste et très plastique (**Boudy 1952**). Il s'adapte à des conditions écologiques parfois très difficiles. Est une espèce xérophile et thermophile, héliophile et peut supporter une forte continentalité ainsi que des amplitudes thermiques très élevées et supérieure à 32°C (**Nahal 1962**). Ce même auteur note que le pin d'Alep se développe à des températures moyenne annuelle de 11 à 19c, et peut supporter les températures de-17c à -18c de courte durée .

- **Sol**

Le pin d'Alep préfère les substrats marneux, calcaires et calcaro-marneux. Il ne tolère ni les sols sablonneux dont la perméabilité ne permet pas de retenir de l'eau, ni les bas-fonds limoneux et mais généralement il comporte très mal sur les schistes mais micaschistes (**Seigue, 1985**), Ses meilleurs développement situées sur des sols à réaction basique $7.5 < \text{pH} < 8$.

- **Pluviométrie**

Cette espèce présente un développement optimal en les précipitations varient entre 300 et 600 mm et correspondent à un bioclimat semi-aride moyen à hivers frais et froids en Afrique sub-saharienne (**KADIK 1984**).

- **Altitude**

D'après **Laleg, (2017)** le pin d'Alep se rencontre de la basse altitude jusqu'à 2200 m. elle s'étend dans des zones où la pluviométrie annuelle est variable et comprise entre 200 et 1500 mm, les plus belles pinèdes en Algérie se localisent entre 1000 et 1400m d'altitude) dans les massifs de Beni- Oudjana et Ouled- Yagoub (**KADIK, 1987**).

5. Facteurs influençant le développement de pin d'Alep

5.1. Facteurs biotiques

Dans cette partie les différentes interactions (plante-faune) entre cette espèce et le cortège faunistique qui existe dans le biotope peuplé sont présentées.

5.1.1. Entomofaune (insectes)

- **La cicadelle des aiguilles des pins (*Haematoloma dorsata*) :**

Cet insecte piqueur-suceur de 7 à 8 mm de long, aux élytres rouges avec 3 taches noires, est l'un des ravageurs d'importance économique dans le monde entier (Figure 10) (**Kosztarab et Kozar, 1988 ; Watson, 2002 et Ben-Dov et al., 2005**). Il provoque la perte des feuilles ne met pas en question la durabilité de l'arbre et est au maximum un facteur d'affaiblissement.



Figure 11 : Coloration anormale des aiguilles due aux piqûres de la cicadelle (**Brahic, 2012**)

- **L'hylésine de pins (*Tomicus destruens*) :**

Est un insecte scolyte rare vivant entre l'écorce et le bois (Figure 11). Elle représente une menace pour les peuplements de pin d'Alep affaiblis par le gel, la sécheresse ou le passage du feu (**Boutte et Gillmann, 2012**)



Figure 12: Adultes d'hylésine (**Durand Gillmann,2012**)

- **La chenille processionnaire du pin d'Alep (*Thaumetopoea pityocampa*) :**

est le principal ravageur responsable de la défoliateur, apparue après le reboisement dans le cadre de barrage vert elle peut provoquer des défoliations importantes sur pin d'Alep et une perte de production menacent que très rarement (**Démolin et Rive, 1968 ; Ben Jamâaet Jerraya, 1999**).Le cycle de processionnaire de pin d'Alep reste 5 ans (**Huchon et Demolin 1970**) (Figure 12).



Figure 13 : Accouplement des papillons de processionnaire (Martin, 2005)

5.1.2. Champignons

- Le fomes (*Heterobasidion annosum*)

Ce champignon provoque généralement des affaiblissements par la sécheresse ou des blessures par la grêle (Asiegbu et al ,2008) (Figure 13).

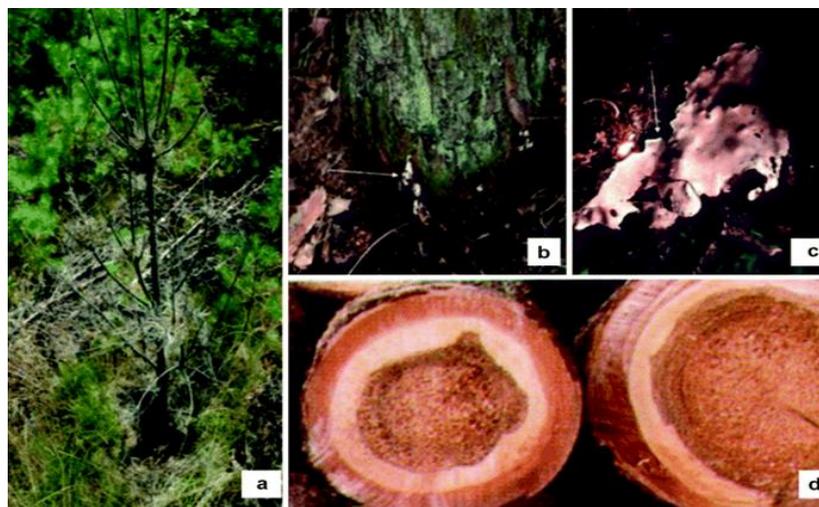


Figure 14 : Un pin mort tué par *Heterobasidion annosum* (Asiegbu et al ,2008).

- La rouille vésiculeuse des rameaux (*Cronartium flaccidum*) :

Le chancre autour du tronc peut causer la mortalité apicale ou complète de l'arbre (Figure 14) (Boutte ,2012).



Figure 15 : Vésicules blanches sur un renflement d'une jeune tige (Boutte ,2012).

- **Tramete pini** (*Phellinus pini*, *le polypore marginé*, *Fomitopsis pinicola*) :

Selon **Boutte et Durand-Gillmann (2012)** ,ce champignon provoque des altérations graves sur les bois, dont une perte financière peut être importante en fonction de l'importance de la pourriture (Figure 15).



Figure 16 : Jeunes fructifications de *Fomitopsis pinicola* (Boutte ,2012)

- **Chancreuse du pin d'Alep** (*Crumenulopsis sororia*) :

D'après **Boutte (2012)** et **Durand-Gillmann (2012)** ce champignon provoque la perte des feuilles du pin d'Alep, en particulier dans les conditions les plus humides au niveau atmosphérique, Et cela provoque des rougeurs, puis les aiguilles tombent dans la masse et les branches sèchent progressivement. Cette dessiccation progresse du bas de la canopée vers le haut, les arbres les plus touchés ayant des feuilles éparées inhabituellement rougeâtres et de nombreuses branches mortes (Figure 16).



Figure 17 : Chancre présentant une desquamation de l'écorce (**Boutte ,2012**).

5.2. Facteurs à biotiques

- **L'incendie**

Les forêts de pin d'Alep sont très complexes et sensibles au feu car elles contiennent des sous-bois riches en espèces hautement inflammables et les cônes favorisent la propagation du feu (**Boudu ,1952**). Selon la Direction Générale des Forêts-DGF- en 2000. 000 hectares ont été détruits par les incendies de forêt dans tout le pays.

- **Chutes de neige lourde**

Selon **Boutte et Durand Gillmann (2012)**, Les chutes de neige cassent les lacunes et les couronnes. Ces dommages favorisent la croissance des insectes sous-corticaux et augmentent le risque d'incendie.

6. Préservation et protection des forêts de pin d'Alep

- **Traitement fondé sur BtK (chimique et microbiologique)**

Les traitements insecticides microbiologiques à base des bactéries et virus qui sont les plus employés. La cible est la chenille qui ingère le produit qui cause sa mort, l'application de ce produit se fait par traitement aérien au cours des premiers stades larvaires (**Martin ,2005**). Le dernier auteur signale que ce type de traitement est non polluant puisqu'il ne persiste pas et qu'il a une spécificité d'action étroite (Lépidoptère).

La première tentative de lutte contre le cortège du pin avec *B. thuringiensis* (Bactospeine 500UI) et des insecticides de contact (DDT, Naled, DDVP + Trichlorfon, Naled + Bromophos) a été faite sur le pin d'Alep dans la Mejez El Bab. L'utilisation des produits BTK

(Ecotech-Pro) a entraîné une réduction de la population et de l'activité des chenilles de plus de 90 % (**Rive et Yana 1967**). Les parcelles traitées n'ont subi qu'une très légère défoliation, alors que les témoins ont perdu tout feuillage (**Ben Jamâa et Jeraaya, 1999**).

- **Prédation par les mésanges**

La lutte intégrée, respectueuse de l'environnement et de la biodiversité, implique l'utilisation d'organismes naturels vivants pour tuer les espèces indésirables, ils peuvent être des prédateurs naturels des traitements à base de bactéries, champignons et virus (**Martin et Brinquin, 2016**). En effet, les mésanges sont des prédateurs naturels communs des chenilles du pin.

Selon **Martin et Brinquin, (2016)** , l'installation, avant la saison de reproduction en automne, de nichoirs artificiels spéciaux, avec une ouverture de 32 mm, est bien adapté à tous les types de mésanges, dans les zones habitées par les chenilles, favorise leur nidification et permet la réduction, par la prédation, de la population de la chenille processionnaire du pin.

- **Lutte sémio chimique par phéromones sexuelles**

Pendant la période de reproduction, les femelles séduisent les mâles en diffusant une phéromone sexuelle appelée pityolure. D’apes (**Martin et al., 2009**) Cette phéromone peut être synthétisée artificiellement ce qui a permis la mise en place de mesures spécifiques pour lutter contre les chenilles du cortège des pins en capturant les mâles par attraction spécifique « pièges de masse » ou en les désorientant en les pulvérisant à fortes doses Environnement « confusion sexuelle». Le piégeage de masse consiste à traverser une surface sensible avec des pièges de masse, une phéromone pour attraper le plus de mâles adultes possible et éviter les rencontres avec les femelles, L’activité des phéromones dure 11 semaines (**Jactel et al., 2006**).

- **La lutte sylvicole**

La diversification des espèces forestières dans les plantations réduit la colonisation des pins (**Martin, 2005**), espèces d'arbres insensibles à la processionnaire peuvent être plantées entre les pinèdes.

- **Contrôle mécanique :**

Cette technique d'élimination des nids, communément appelée désherbage (**Martin et Brinquin, 2016**), utilisez des sécateurs ou des cisailles pour supprimer le frai et la pré-nidification. Cette méthode dépend de la hauteur du nid ou Un tas de sentiers qui doivent

utiliser des plates-formes élévatrices ou des grimpeurs. Cette en conclusion vingt-deux Les nids doivent être détruits par brûlage ou immersion prolongée dans un réservoir rempli d'eau Ajoutez un agent mouillant (par ex. liquide de lavage). Ensuite, il peut être enterré terrain sans risque.

7. La régénération des forêts de pin d'Alep

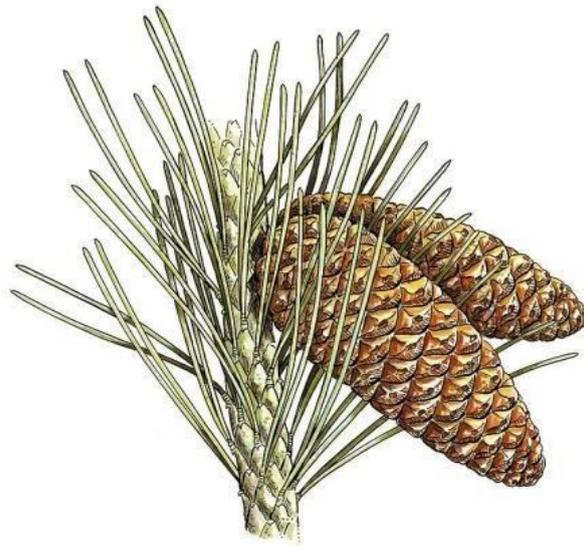
7.1. La régénération naturelle

Cette phénomène est assez délicate, car de nombreuses contraintes pèsent sur la disponibilité des semences, l'installation et la survie des plantules prédation sur l'arbre et surtout au sol où petits rongeurs et fourmis peuvent consommer 70 à 95% des graines, compétition avec la végétation au sol, litière épaisse qui gêne la germination, lumière disponible **(Prévosto et al .2013)**.

7.2. La Régénération artificielle

En Régénération artificielle, les plants doivent être âgés de 1 an en conteneur, la densité de plantation conseillée est de 1 000 plants à l'hectare (environ 3 m x 3 m). Le mode de plantation est en plein découvert sur terrain propre. La reprise est bonne et la croissance s'accélère après 3-5 ans. Les interventions sylvicoles dans les peuplements traités en futaie régulière sont raisonnées en fonction de la fertilité des stations forestières (exposition, microclimat, profondeur du sol...). Elles consistent en des opérations de dépressage (réduction de la densité dans les peuplements jeunes non commercialisables) quand le peuplement a entre 2,5 et 3 m, d'élagage dès que le diamètre à 1,30 m du sol dépasse les 10 à 12 cm et d'éclaircies fortes ainsi que des rotations de 10 à 15 ans, avec un prélèvement de l'ordre de 30 à 40 m³ par hectare **(Prévosto, 2013)**

Chapitre 2 :
Généralités sur le priming



Chapitre 2 : Priming des semences

2.1. Définition

L'amorçage ou endurcissement est une des techniques de pré-semis mieux connu Pour influencer le développement des semis, en régulant les activités métaboliques de la germination avant la percée des radicules (**Bradford, 1986 ; Taylor et al.,1990**), c'est à dire au stade réversible de la germination, Pendant cette phase, la semence peut être redéshydratée tout en gardant sa capacité à germer (**Mazliak, 1998**).

L'amorçage des semences est classé en différents types, à savoir. Hydropriming, osmopriming, halo priming, hormonal priming et biopriming. Il offre de nombreux avantages pour les cultures. Les techniques d'amorçage des semences peuvent faire face à des conditions préjudiciables dans les terres fragiles telles que la protection de l'environnement, le stress thermique, la salinité, le stress nutritif et plus (**Nedunchezhiyan et al., 2020**), Le trempage des graines dans de l'eau distillée et des solutions osmotiques est considéré respectivement comme hydropriming et osmopriming (Figure 18).

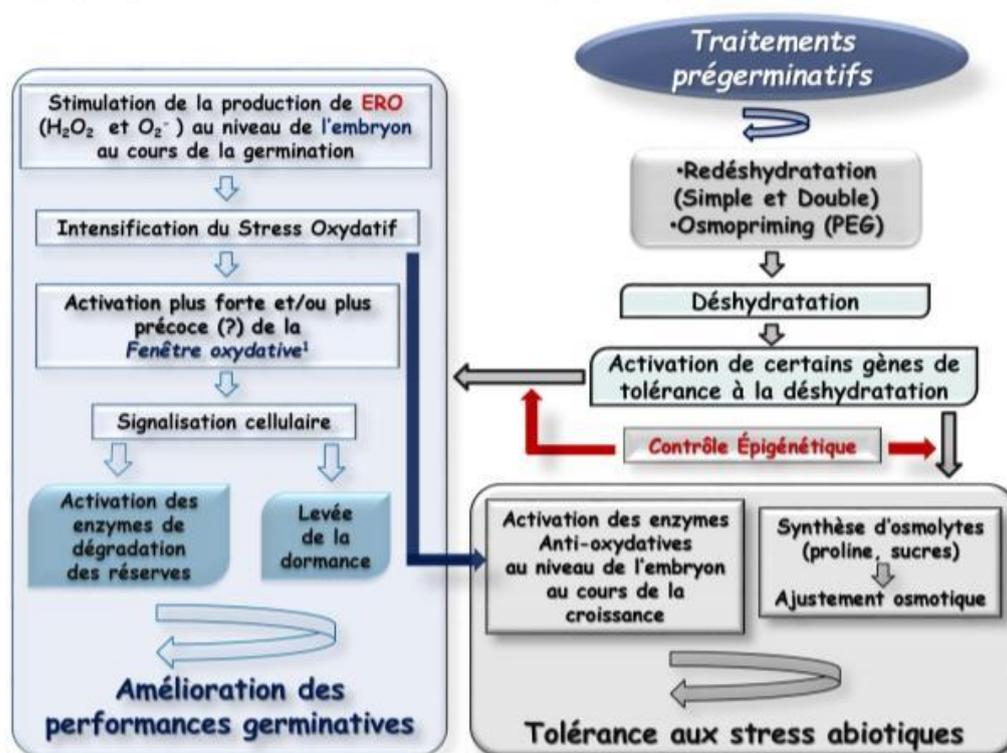


Figure 18 : Modèle expliquant les mécanismes impliqués dans le phénomène du priming des semences induit Hydropriming et Osmopriming (**Boucelha .2015**).

Une meilleure tolérance au stress des plantes contre la sécheresse a également été enregistrée en raison de l'amorçage bactérien (*Bacillus thuringiensis*) des graines de blé (Timmusk et al., 2014). Cependant, l'application combinée de substances naturelles et synthétiques est également une pratique courante dans l'amorçage ont découvert que l'amorçage des semences de blé avec des extraits de sorgho et de la benzylaminopurine améliorerait les performances des cultures dans des conditions de sol salin (Bajwa et al., 2018).

2.2. Différents types de priming

Le traitement pré germinatif des graines peut être divisé en deux groupes et subdivisée en plusieurs méthodes (Taylor et al. 1998) :

- Absorption d'eau incontrôlée (activation hydraulique et hormonale).
- Contrôlée (Oslo et chimioprimering).

2.2.1 Hydropriming ou redéshydratation

Les semis à germination rapide peuvent émerger et produire des racines profondes avant que les couches supérieures du sol soient desséchées et en croute. Ce qui permet une bonne implantation et un rendement plus élevé (Suzuki et Khan, 2001). L'hydropriming dans la culture de paddy a amélioré la résistance au stress CO₂ et aux dommages oxydatifs (Nedunchezhiyan et al., 2020).

2.1.1.1. Simple hydropriming :

Cette technique d'amorçage consiste à tremper les graines dans l'eau avant de les semer et peuvent être suivies d'un séchage à l'air des graines (Pill et Necker, 2001). Les semis à germination rapide peuvent émerger et produire des racines profondes avant que les couches supérieures du sol soient desséchées et en croute. Ce qui permet une bonne implantation et un rendement plus élevé (Suzuki et Khan, 2001).

Cette technique est peu coûteuse et évite l'utilisation de produits chimiques qui peuvent être préjudiciables pour l'environnement (McDonald, 2000 ; Ghassemi-Golezani et al., 2008).

2.1.1.2. Double hydropriming :

Une nouvelle méthode de traitement utilisée par Boucelha et Djebbar (2015) est le double amorçage à l'eau, qui consiste à soumettre les graines à un double cycle d'hydratation-réhydratation. Ce nouveau traitement apporte de meilleurs résultats en améliorant très significativement les performances de germination, la croissance et la tolérance au stress du niébé (Boucelha et Djebbar, 2015 ; Boucelha, 2015 ; Boucelha et al., 2019).

2.1.2. Osmoprimering (osmoconditionnement) :

C'est le type de prétraitement de semences le plus communément utilisé. Il consiste à faire subir aux grains un traitement prégerminatif osmotique seul ou suivi d'une redéshydratation D'après (Yari et al., 2010).

Cette hydratation contrôlée des semences est réalisée grâce à des agents osmotisants tels que : le polyéthylène glycol (PEG), les sels (KNO₃, NaCl, KCl) ou les polyols (mannitol) (Bradford, 1986 ; Yari et al. 2010).

Plusieurs auteurs ont montré que les plantules issues de grains osmo-conditionnés avaient une émergence accélérée se traduisant par un taux final d'implantation plus élevé, voire même des effets favorables sur le rendement (Bradford, 1986, Boucelha et Djebbar, 2015). Tandis que l'osmoprimering. L'imbibition des graines à l'aide de phytohormones pour activer le métabolisme des graines est connue sous le nom d'amorçage hormonal. L'amorçage des semences avec des cytokinines (substance de croissance des plantes) a entraîné un stress salin chez le blé (Iqbal et al., 2006) et une tolérance à la sécheresse chez le soja (Mangena, 2020).

2.1.3 Chimiopriming :

Ce type de traitement consiste à imbiber les graines dans des solutions contenant des substances chimiques pendant des durées différentes à des concentrations précises. Ce traitement permet l'activation de certaines voies de signalisation permettant de meilleures performances germinatives. Ceci est possible par l'implication du Ca²⁺ suite à une incubation en présence de CaCl₂, d'une part, et du NO par utilisation du nitroprussiate de sodium.

L'amorçage chimique est un autre type d'amorçage où le traitement des semences est effectué à l'aide de substances naturelles (acides organiques, extraits de plantes, chitosane,

polyamines, mannose, tréhalose, etc.) ou de composés synthétiques (nitroprussiate de sodium, hypochlorite de sodium, etc.) (Lutts et al., 2016).

2.1.4. Hormopriming

Selon le rationnement, une méthode de traitement a été récemment appliquée basée sur l'utilisation de phytohormones telles que l'acide gibbérellique, l'acide salicylique et l'acide indole 3-acétique à des concentrations et des durées précises Traitement des semences (Boucelha et Djebbar, 2019). Le pré conditionnement hormonal est une stratégie d'amorçage pour favoriser la germination Graines dans des conditions de stress (Jisha et al., 2013 ; Massoud et al., 2012 ; Hu et al., 2013).

Par exemple, des graines de seigle (*Secale montanum*) prétraitées avec de l'acide gibbérellique (GA 3) ont augmenté la germination dans des conditions déficientes en eau (Ansari et al. 2013).

2.1.5. Biopriming

Le biopriming est une nouvelle technique de traitement des semences en intégrant d'une part des aspects biologiques, tel que l'inoculation des semences avec un organisme bénéfique pour la protection, et des aspects physiologiques, telle que l'hydratation des semences de l'autre part : Si les semences sont infectées ou contaminées par des agents pathogènes, la croissance fongique peut être renforcée lors de la préparation, entraînant des effets indésirables sur les plantes. Par conséquent, l'amorçage des semences seul ou en combinaison avec une faible dose de fongicide ou d'agents de lutte biologique a été utilisée pour améliorer la vitesse et l'uniformité de l'émergence des semences et réduire les maladies provoquant la fonte des semis. (Reddy .2012).

Les micro-organismes bénéfiques ou les micro-organismes favorisant la croissance des plantes utilisés pour le traitement des semences sont cruciaux pour le biopriming. Les graines d'arachide traitées avec *Pseudomonas fluoresces* ont atténué le stress salin dans les conditions de terrain (Saravanakumar et Samiyappan, 2007).

Une meilleure tolérance au stress des plantes contre la sécheresse a également été enregistrée en raison de l'amorçage bactérien (*Bacillus thuringiensis*) des graines de blé (Timmusk et al., 2014).Cependant, l'application combinée de substances naturelles et

synthétiques est également une pratique courante dans l'amorçage (**Bajwa et al.,2018**) ont découvert que l'amorçage des semences de blé avec des extraits de sorgho et de la benzylaminopurine améliorerait les performances des cultures dans des conditions de sol salin. Choisir une approche d'amorçage adaptée aux contraintes d'un terrain fragile serait pertinent pour lutter contre le stress.

2.3. Mécanismes d'amorçage des graines

L'amorçage expose les graines à des stimuli, en réponse desquels un ensemble de changements biochimiques interdépendants se produit, tels que l'activation d'enzymes, la synthèse de substances favorisant la croissance, le métabolisme des inhibiteurs de germination et la réparation des dommages cellulaires (**Chatterjee et al ., 2018**).

Le processus d'amorçage des graines se déroule en trois étapes (**Marthandan et al., 2020**).

- L'étape (1) : est L'imbibition des graines, où la graine absorbe l'eau rapidement car le potentiel hydrique de la graine est faible.
- L'étape (2): est connue comme la phase d'activation. Cette étape est caractérisée par une série d'événements métaboliques et réparateurs au niveau cellulaire.

La teneur en humidité diminue et les principaux changements documentés au cours de cette étape comprennent la synthèse des protéines, la formation de nouvelles mitochondries, l'activation des enzymes et du système antioxydant et la réparation de l'ADN. L'imbibition des graines est arrêtée après cette étape. La réhydratation pendant l'amorçage des graines induit des changements au niveau cellulaire tels que la division cellulaire, la synthèse d'acides nucléiques, de protéines, la production d'ATP, l'augmentation de l'énergie cellulaire, le rapport ATP/ADP pour les besoins énergétiques, l'accumulation de lipides essentiels, la production d'antioxydants et l'activation de l'ADN mécanisme de réparation (**Lutts et al., 2016**).

Dans le système de réparation des dommages cellulaires, la réparation de l'ADN est la plus cruciale car, en cas de réparation défectueuse, une lésion oxydative peut entraîner la mort cellulaire lors de la germination (**Paparella et al., 2015**).

- L'étape (3) : l'absorption d'eau est rapide et la progression de la racicule

indique que le processus de germination est entré dans la phase de croissance et d'élongation cellulaire (Marthandan *et al.*, 2020). Les changements métaboliques des graines induits par l'amorçage.

2.4. Effet de priming

2.4.1. Sur la germination

Toutes les études sur l'endurcissement ont prouvé que l'amorçage est une méthode efficace pour améliorer les performances germinatives, en donnant des cultures uniformes et homogènes (Ghassemi-Golezani *et al.*, 2010).

Cette germination rapide et synchronisée par une activation des processus pré-germinatifs en provoquant des modifications biochimiques quantitatives et qualitatives au niveau de la semence (Maroufi *et al.*, 2011). Telles que la réparation des membranes et de la synthèse des acides nucléiques (ADN et ARN) (Jowkar *et al.*, 2012). Une forte synthèse et activation des enzymes impliquées dans la dégradation et la mobilisation des réserves (Wattanakulpakin *et al.*, 2012), ainsi qu'une activation de l'endo-B-mannase qui est l'enzyme responsable de la levée de la dormance (Varier *et al.*, 2010).

Des études antérieures ont bien montré que l'endurcissement permet la levée de la dormance des semences par l'activation de l'endo-B-mannase qui est l'enzyme responsable de la synthèse de l'éthylène (hormone libérée par l'éthylène au sein des tissus de l'embryon recouverts par l'endosperme et cela serait suffisant pour permettre la dégradation de l'albumen pour la levée de la dormance) (Toorop *et al.*, 1998).

2.4.2. Sur la dormance

Le traitement pré germinatif peut lever la dormance même à des températures non optimales par le relâchement de la région testa l'endosperme (Siriwitayawan *et al.*, 2003).

2.4.3. Sur la respiration

Il a été montré chez certaines espèces que l'hydropriming et l'osmopriming par le PEG induisent une modification considérable de l'activité respiratoire qui s'accompagne d'une augmentation marquée du nombre de mitochondries, de la quantité

d'adénosine triphosphate ATP, de la charge énergétique et du rapport ATP/ADP au niveau des tissus embryonnaires des graines traitées (Corbineau *et al.*,2000).

2.5. Les avantages de priming

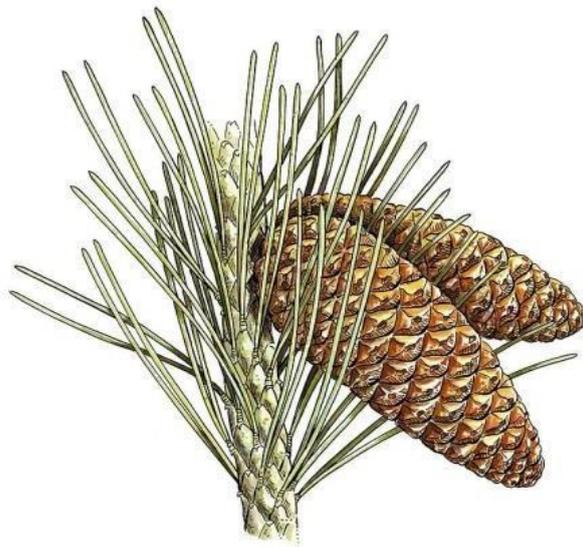
D'après Heydecker (1978) et Kheddache (2005), les traitements de prégermination permettent :

- La levée de la dormance.
- La synchronisation des semences au même stade physiologique.
- L'Amélioration de la croissance des plantules et leur tolérance aux stress abiotiques.
- Une meilleure croissance avec une floraison précoce.

2.6. Inconvénient du priming

Un effet négatif de l'hydropriming a été montré par plusieurs auteurs, notamment Boucelha, (2015) qui note que la longévité des semences traitées est souvent réduite

Chapitre 3 :
Généralités sur la germination



Chapitre 3 : La germination

3.1 Notion de la semence

Le terme semence signifie Matériel ou organe végétal tels que graine, bouture bulbe, greffon rhizome, tubercule. C'est une étape importante du cycle de vie de la plante, qui est capable de survivre à une période (**Multon, 1982**). Elle comprend :

- **L'enveloppe** : qui encercle la semence.
- **L'albumen** : tissu constitué de cellules remplis de semence d'amidon (**Boulal et al, 2007**).
- **L'embryon** : Il s'agit de la structure essentielle de la semence.
- **Le cotylédon** : absorber et mobiliser les réserves nutritionnelles du semis (**Hopkins, 2003**).

3.2. La qualité des semences

Selon **Chaux et Foury, (1994)**, pour mener aux résultats meilleurs en culture un lot de semences doit être :

- **Propre** : la spécificité pure (la propriété de la matière inerte ou des semences étrangères).
- **Conforme à la variété retenue** : C'est le degré de conformité d'un lot variété, défini par une série de caractères morphologiques et physiologiques.
- **Faculté germinative** : C'est le pourcentage de graines susceptibles de produire des pousses normales.

3.3. Notion de la germination

Chaux et Foury,(1994) ont défini la germination par l'enlèvement et le développement de l'embryon de la semence des organes essentiels qui, pour les espèces considérées comme prouvant l'adéquation de la semence à la production des plantes normales. Elle est également définie comme un phénomène naturel qui se produit lorsque les graines trempent dans l'eau (**Baumgartner, Emonet, 2007**) et entraîne l'activation d'enzymes dans la gaine.

3.3.1. Les types de germination

3.3.1.1. La germination épigée

Selon **Ammari, (2011)**, ce type de germination est caractérisé par une élévation des cotylédons à partir du sol comme il y a une augmentation rapide de la tige, Le premier entre-nœud est l'épi cotyle, et les premières feuilles au-dessus des cotylédons sont les feuilles primaires.

3.3.1.2. La germination hypogée

Selon **Ammari (2011)** le tige est laissé dans le sol, il ne se développe pas et les cotylédons restent sous le sol.

3.4. Les conditions de la germination

3.4.1. Les conditions externes

- L'eau : Pour germer, il faut de l'eau en quantité suffisante. Il pénètre par l'action capillaire dans les enveloppes, Il est remis en solution dans les réserves du grain, pour être utilisée par l'embryon, et fait gonfler leurs cellules, (**Zahi et Lamara., 2019**).
- L'oxygène : La germination a besoin d'oxygène (**Diehl, 1975**), pour une utilisation métabolique par l'embryon, un peu d'oxygène peut être suffisant pour permettre la germination, La présence d'oxygène permet l'activation des processus respiratoires et mitotiques. (**Meyer et al., 2004., Anzala, 2006**).
- La température : Participation directe et il est compte avec la germination se situe à l'intérieur d'une gamme assez large, Elle devrait être idéale pour encourager la germination et éviter les températures trop basses (**Gate et Giban, 2003**).
- La lumière : Elle inhibe la germination des graines à photosensibilité négative et stimule celles à photosensibilité positive (**Anzala, 2006**).

3.4.2. Les conditions internes

- Les nutriments : Disponibilité de l'amidon, des protéines, des lipides et des nutriments pour l'embryon de la graine grâce à l'activité d'enzymes et de voies spécifiques.
- Longévité : La durée maximale pendant laquelle les graines restent vivantes et restent puissantes varie considérablement d'une espèce à l'autre.
- La maturité : toutes les parties constitutives des graines sont complètement différentes morphologiquement et matures.

3.5. Les étapes de la germination

Elle se subdivise en 3 phases distinctives (Figure 18) :

3.5.1. Phase d'absorption de l'eau

Selon **Anzala (2006)** c'est la partie rapide où vous prenez les graines et les mettez dans l'eau, les graines absorbent l'eau et gonflent pour augmenter la consommation d'oxygène (augmenter l'intensité de la respiration), On lui attribue l'activation des enzymes mitochondriales.

3.5.2. Phase de germination sensu stricto

Heller et al., (2000), notent que cette étape est caractérisée par la domination de la pénétration de l'eau dans cette phase, les graines peuvent être drainées et irriguées de manière réversible sans aucun dommage visible à leur viabilité cette phase est également relativement courte de 12 à 48 heures.

3.5.3. Phase de la croissance de plantule

Cette phase se caractérise par une grande absorption d'eau et une augmentation de la consommation d'oxygène (respiration) (**Anzala ,2006**). Il s'agit en effet d'un processus de croissance affectant la racine puis la tige .Il faut faire la distinction entre l'activité métabolique du jeune semis qui se développe à partir de l'embryon, la germination est terminée lorsque la radicule émerge des téguments des semences.

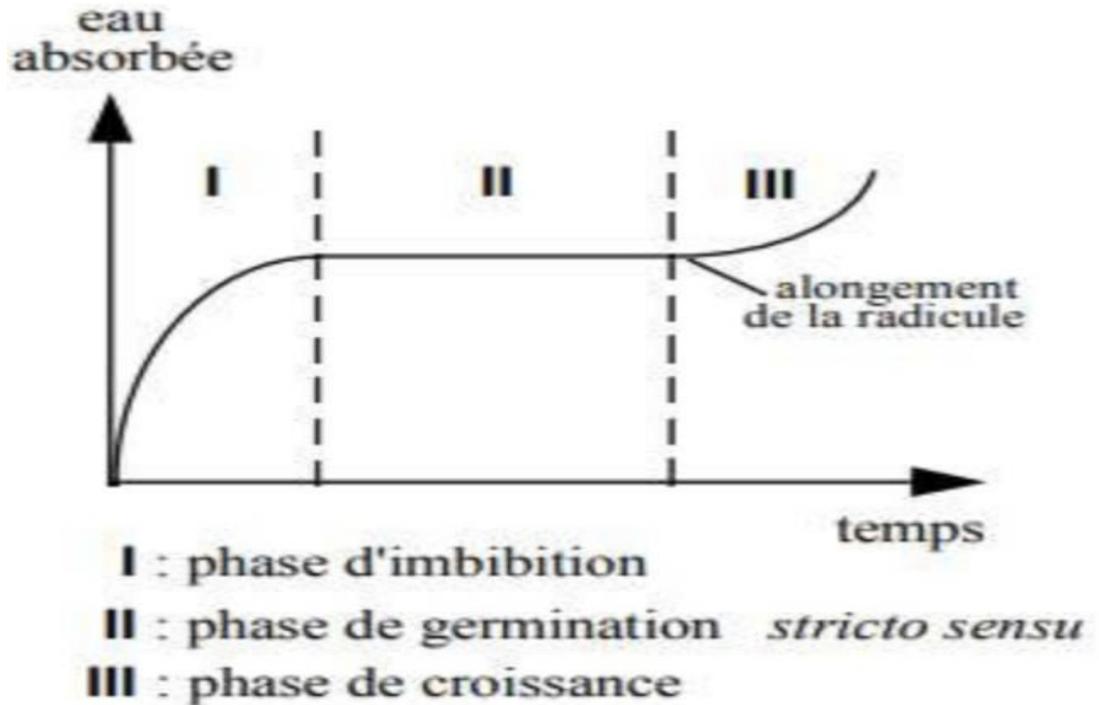


Figure 19 : courbe représente les différentes phases de la germination (Come, 1982).

3.6. Dormance des graines

Phénomène temporaire qui touche les graines dont l'embryon est toujours vivant, définie comme incapacité d'une graine viable à germer dans des conditions favorables (Bewley 1997 ; Finsh Savage et Leubner – Metzger 2006). La dormance étant régulée à différents phase de développement en interaction avec les facteurs environnementaux, il est difficile de détecter à quel moment les déférences génétique et physiologique s'établissement. Cette difficulté survient par ce que toute les tests de dormance sont basés sur la germination des graines qui est le résultat de l'équilibre entre la degré de la dormance est la capacité de l'embryon à surmonter la dormance (Finsh Savage et Leubner – Metzger 2006).

3.6.1. Dormance embryonnaire

3.6.1.1. Dormance embryonnaire primaire

L'embryon peut être dormant au moment de la récolte des semences (Chaussat et al., 1975).

3.6.1.2. Dormance embryonnaire secondaire

D'après **Djennde et Attalaoui (2019)**, Ce type de dormance correspond à la perte de l'aptitude à germer sous l'influence des facteurs défavorables à la germination.

3.6.2. Inhabitation de tégumentaire

Selon **Soltner, (2001)**, Les dormances tégumentaires peut résulter de : l'imperméabilité à l'eau ou à l'oxygène ou les deux, c'est le cas des « graines dures » La suppression de l'inhibition de la couche de graines est un facteur adaptatif important pour la survie de l'espèce car elle permet de maintenir le stock de graines et la viabilité dans le sol. **Mazliak ,(1982)** déclare que les inhibitions de la gaine peuvent être facilement définies par : les graines sont enveloppées ; Complètement imperméable à l'eau Les téguments ne sont pas suffisamment perméables à l'oxygène Les téguments sont trop résistants pour que l'embryon puisse les déchirer.

3.6.3. Dormance morphologique

D'Après **Djennde et Attalaoui., (2019)**, la dormance morphologique est due à la présence d'un embryon sous développé au moment de la dissémination des graines. La germination ne peut avoir lieu tant que l'embryon n'est pas arrivé au terme de sa croissance.

3.6.4. Inhabitation chimique

Selon **Mazliak, (1982)** Les Inhabitations chimique sont plus rare dans les conditions naturelles. Leur nature exacte reste inconnue, car elles n'ont pas souvent été isolées.

3.7. Effet des feux sur la germination des graines

Le feu est le principal facteur de formation des types de plantes dans le monde entier qui jouent un rôle clé dans l'organisation et l'évolution des écosystèmes. Il s'ensuit que de nombreuses espèces de plantes développées réagissent à la persistance et à l'adaptation, mais ces adaptations dépendent davantage du régime d'incendie que du feu lui-même (**Pausas et Keeley, 2009**).

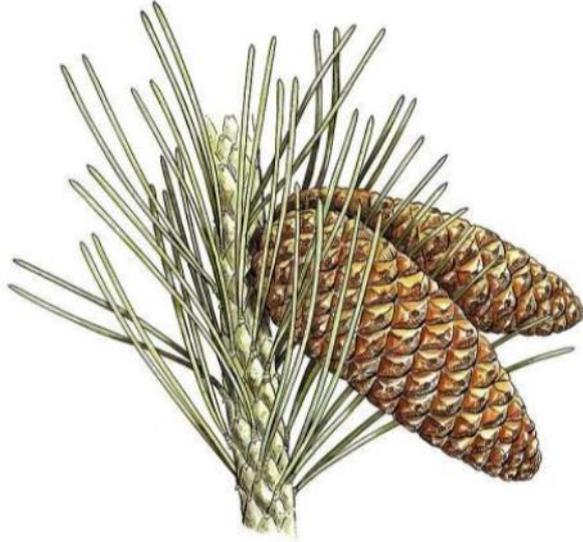
Le régime des feux est défini entre autres par l'intensité et la fréquence des feux. Les paramètres dominants qui déclenchent différentes stratégies d'adaptation au feu comprennent différentes caractéristiques liées au feu. Ces caractéristiques améliorent le taux de survie des arbres. L'intensité du feu affecte la qualité et la quantité de cendres sous la canopée brûlée des pins d'Alep. L'oxydation complète de la litière végétale produit une cendre minérale gris blanchâtre riche en cations solubles (**Liodakis et al., 2005**).

L'oxydation partielle laisse les éléments organiques carbonisés, foncés et encore riches en carbone (**Bodí et coll., 2014**). En effet, l'épaisseur de la couche de cendres décroît de la tige jusqu'au bord du rebord de la couronne, selon l'asymétrie radiale de la litière accumulée avant le feu.

Selon (**Paula et al., 2009**), L'augmentation de l'épaisseur des cendres peut inhiber la germination des graines en raison d'un pH plus élevé et d'un potentiel osmotique plus faible.

En outre, le remplacement répété de peuplements par les feux de forêt peut réduire la croissance et la capacité de reproduction. en raison d'un retard dans le début de la reproduction des pins et d'une réduction du nombre de pins reproducteurs et de cônes poussant par arbre (**Eugenio et al., 2006 ; Espelta et al., 2008**).

Chapitre 4 :
Matériels et méthode



1. Objectif de travail

Notre travail consiste à Traiter de semence de pin d'Alp pour augmenter la faculté germinative de cette essence forestière d'intérêt écologique. Priming : il s'agit de prétraitement de semence soit par

- H₂O
- Hormone (acide salicylique)
- Sels

Agents physique (T°C., lumière)

2. Méthodologie de travail

La réalisation de notre expérimentation a été effectuée in vivo sur les graines de *Pinus halepensis* Mill dans les boîtes pitre mises dans une étuve à la température de 25°C disponible au niveau de laboratoire des recherches de département de biotechnologie des productions végétale de l'université Saad Dahlab Blida de 1.

3. Matériels utilisés

3.1. Appareillages

- Balance de précision.
- Béchers .
- Boîtes de pétrie stériles .
- Etuve réglée à 25°C.
- Agitateur magnétique.
- Papier absorbant .
- Micropipette .
- Balance analytique.

4. Protocol expérimentale et techniques employées

4.1. Sur terrain

Le matériel végétal dans notre expérimentation est *Pinus halepensis* Mill, les graines sont récoltées dans la zone du barrage de Kaf el-Deir à Damous, Etat de Tipaza au 29 avril 2022.

Les graines sont récoltées dans forêts a un récent d'incendie , récolter des cônes de pin d'Alep, puis placer les cônes au soleil pendant deux jours, puis casser le pin d'Alep et nous extrayons les graines et les récupérons dans un sac de plastique.



Figure 20 : Matériel Végétal (cônes et graines) de Pin d'Alep (original,2022)

4.2. Au laboratoire

4.2.1. Préparation des solutions

Nous avons pris 210 graines qui a déjà brûlé et nous pesons à l'aide de la balance analytique et on les met en boîtes pétries (chaque boîte contient 10 graines).



Figure 21 : pesée les gaines de pin d'Alep avant le trempage (original,2022)

➤ 4.2.1.1. Témoins (sans priming)

Prenez les boîtes de petrie et mettez dans chacune d'elles 10 graines de pin d'alep brulée que nous avons préalablement pesées sans les soumettre à aucun traitement (sans priming).

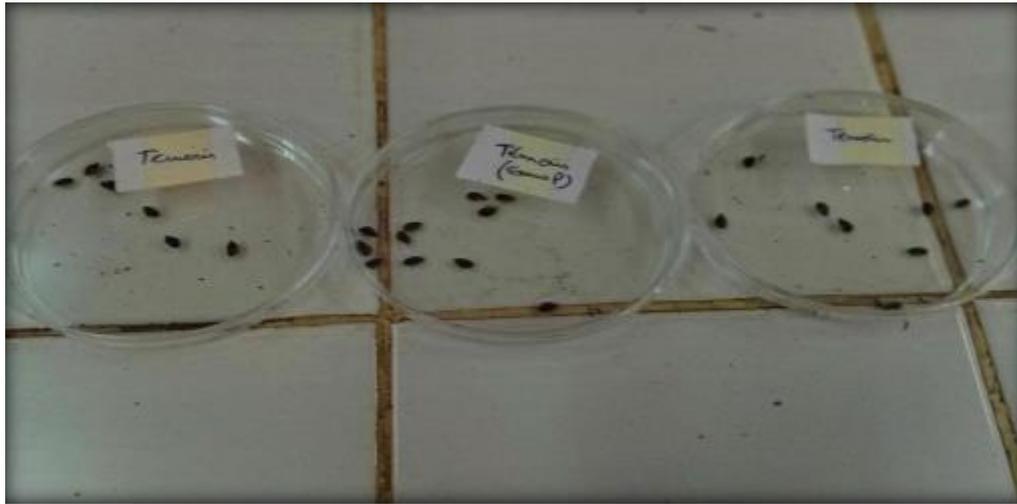


Figure 22 : Dépôt des boîtes de pétri par traitement (photo originale,2022)

4.2.1.2. Hydro priming (T1)

➤ Pour la solution T1

On apporte 6 boîtes pétrie chacune elles contiennent 10 graines pesé d'avance et on remplit la boîte avec 10ml d'eau distillé.

➤ Pour la solution T1 de 24h

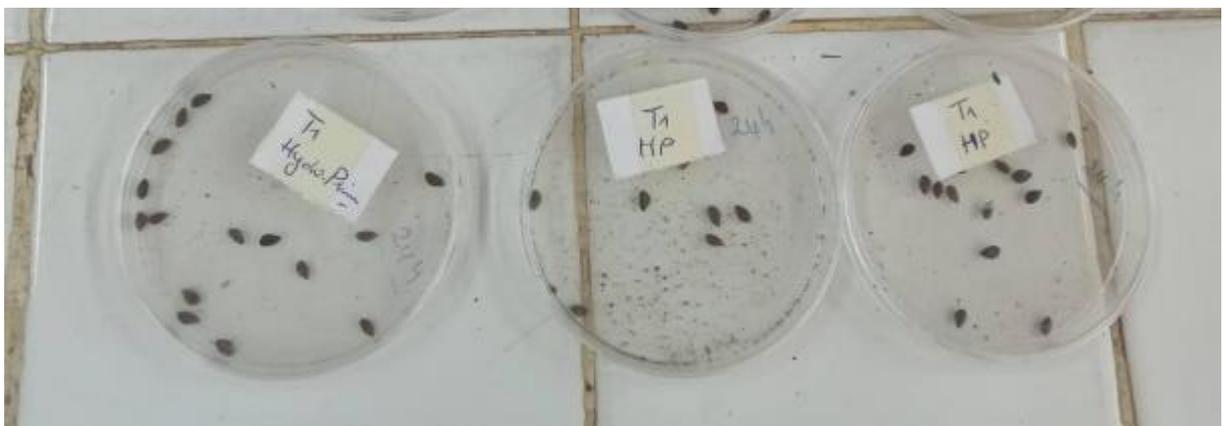


Figure23 : Dépôt des boîtes de pétri par traitement T1 de 24h (photo originale,2022)

➤ Pour la solution de T1 de 48h



Figure 24 : Dépôt des boîtes de Pétri par traitement T1 de 48h (originale,2022)

4.2.1.3. Hormopriming

➤ Pour La première solution T2

- ✓ Pipeter 100ml d'eau distillé.
- ✓ Peser 0,069 g d'acide salicylique l'aide de la balance de précision .
- ✓ Mélanger 100ml de l'eau distillée avec 0.069g d'acide salicylique en coup Bécher.
- ✓ Bien agiter à l'aide d'un agitateur magnétique.

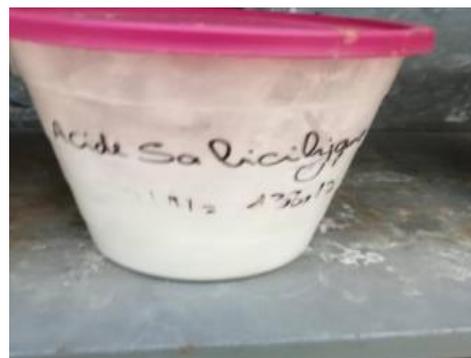




Figure 25 : Matériels utilisées au laboratoire (photo originale,2022).



Figure 26 : Préparation de la solution de T2

- ✓ Pipeter 10ml avec la micropipette de cette solution
- ✓ Ajouter à 6 boites pétrie (chaque boîte contient 10ml) contenant 10 graines pesé d'avance et on les laisse se mouiller.

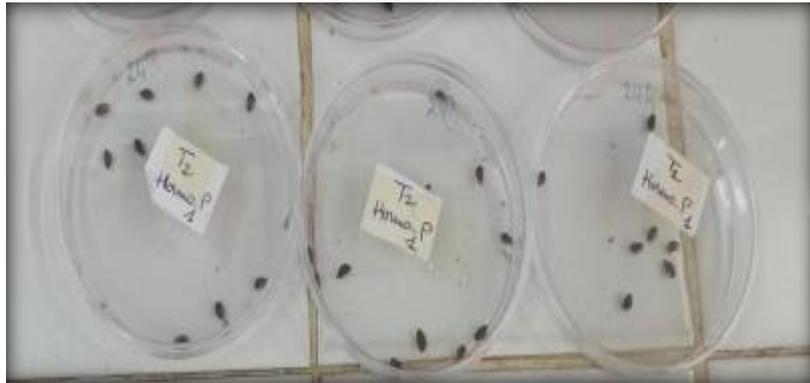


Figure 27 : Dépôt des boîtes de pétri par traitement hormoprimering T2 de 24h (photo originale,2022).

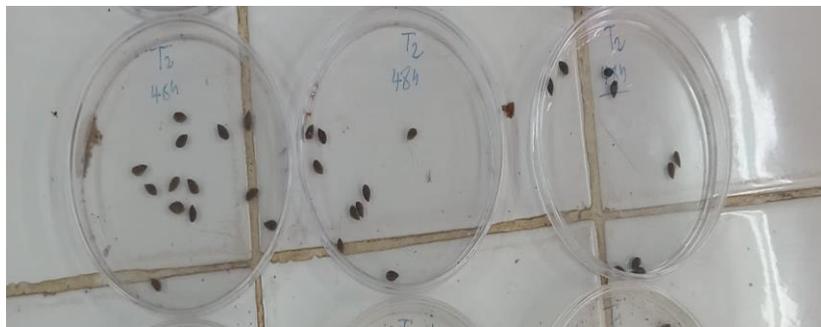


Figure 28: Dépôt des boîtes de pétri par traitement hormoprimering T2 de 48h (photo originale,2022).

➤ **Pour La deuxième solution T3**

- ✓ Pipeter 100ml d'eau distillé.
- ✓ Peser 0,138 g d'acide salicylique à l'aide de la balance précision.
- ✓ Mélanger 100ml de l'eau distille avec 0.138g d'acide salicylique en coupe bécher.
- ✓ Agiter à l'aide d'un agitateur magnétique.



Figure 29 : Préparation de la solution de T3(photo originale,2022)

- ✓ Pipeter 10ml avec la micropipette de cette solution et on l'ajoute à 6 boites pétrie (chaque boite contenant 10 graines pesé d'avance) et on les laisse se mouiller.
- ✓ L'acide salicylique protège de la déshydratation et de la chaleur et joue un rôle important dans l'absorption des ions et l'équilibre hormonal en plus d'accélérer le processus de photosynthèse .



Figure 30 : Dépôt des boites de pétri par traitement T3 de 24h (photo originale,2022)



Figure 31 : Dépôt des boires de pétri par traitement T3 de 48h (photo originale ,2022)



Figure 32 : Dépôt des boites pétrie par traitement dans l'étuve 25c (photo original,2022).

- ✓ Peser les poids des graines de pin d'Alep à l'aide de la balance de précision et les laisser sécher jusqu'à ce qu'elles retrouvent leur poids initial avant trempage (**déshydratation**).



Figure 33 : Opération de séchage graines de pin d'Alep (photo original,2022).



Figure 34 : Opération trempage des graines de pin d'Alep dans différents traitements (photo originale,2022).

- ✓ Une fois que les graines sont passées au premier poids, nous les prenons et les mettons dans les plaques de semences (alvéoles) qui contiennent la tourbe (c'est le meilleur pour la croissance du pin d'Alep « La tourbe favorise l'enracinement des plantes ») et on les arrose tous les jours, parce que le pin

d'alep est une plante à croissance rapide avec des racines profondes, il a besoin d'être arrosé légèrement en grande quantité intervalles fréquents pour grader les racines humides, surtout en été parce que c'est une plante qui aime l'ombre .

- ✓ Le pin d'alep ne doit pas être planté à un degré Celsius supérieur à 29.5°C.



Figure 35 : Processus de plantation de graines de pin d'Alep dans le sol (photo originale,2022).

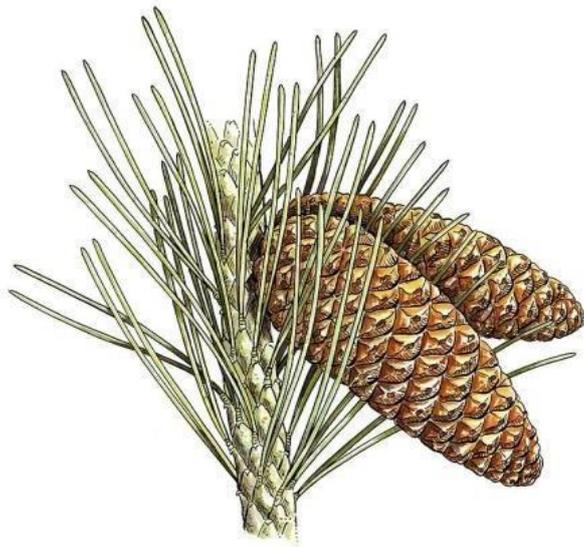
4.2.2. Trempage des semences

Le trempage des graines a été réalisé dans 3 solutions différentes en 3 temps à savoir 24heures,48heures comme la manière suivante :

- ✓ Étiqueter les boîtes pétries selon les différents traitements et pour chaque temps de trempage.
- ✓ 3 répétitions de 10 graines chacune par lot ont été retenues.
- ✓ Poids initial ce qui est important à savoir pour revenir à ce poids après trempage et séchage des graines.
- ✓ Mettre les boîtes pétries dans une plaque de laboratoire

- ✓ Le nombre de boite petrie par lot :3 traitements *2temps*3 *3lot de 10graines
chacun=18.

Chapitre 5:
Résultats et discussion



5.1. Impact de priming sur les poids de pin d'alep (*Pinus Halepensis*)

- Le nombre total des graines = 210

| | Temois | HP | ASMm | ASMm |
|---------------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|
| | T0 (sans priming) | T1(hydropriming) | T2(hormopriming) | T3(hormopriming) |
| poids avant les trempages | 0,19 | 0,19 | 0,15 | 0,14 |
| | 0,15 | 0,15 | 0,14 | 0,14 |
| | 0,19 | 0,18 | 0,17 | 0,16 |
| poids après 24h | 0,19 | 0,2 | 0,16 | 0,17 |
| | 0,15 | 0,17 | 0,17 | 0,16 |
| | 0,19 | 0,19 | 0,19 | 0,17 |
| poids après 48h | 0,19 | 0,22 | 0,23 | 0,22 |
| | 0,15 | 0,21 | 0,2 | 0,22 |
| | 0,19 | 0,22 | 0,25 | 0,21 |
| poid min | 0,15 | 0,15 | 0,14 | 0,14 |
| poid max | 0,19 | 0,22 | 0,25 | 0,22 |
| poid moyenne | 0,175454545 | 0,190909091 | 0,186363636 | 0,177272727 |

Figure 36 : tableau représente les poids des graines de pin *d'alep* (*Pinus halpensis*) après les trempages

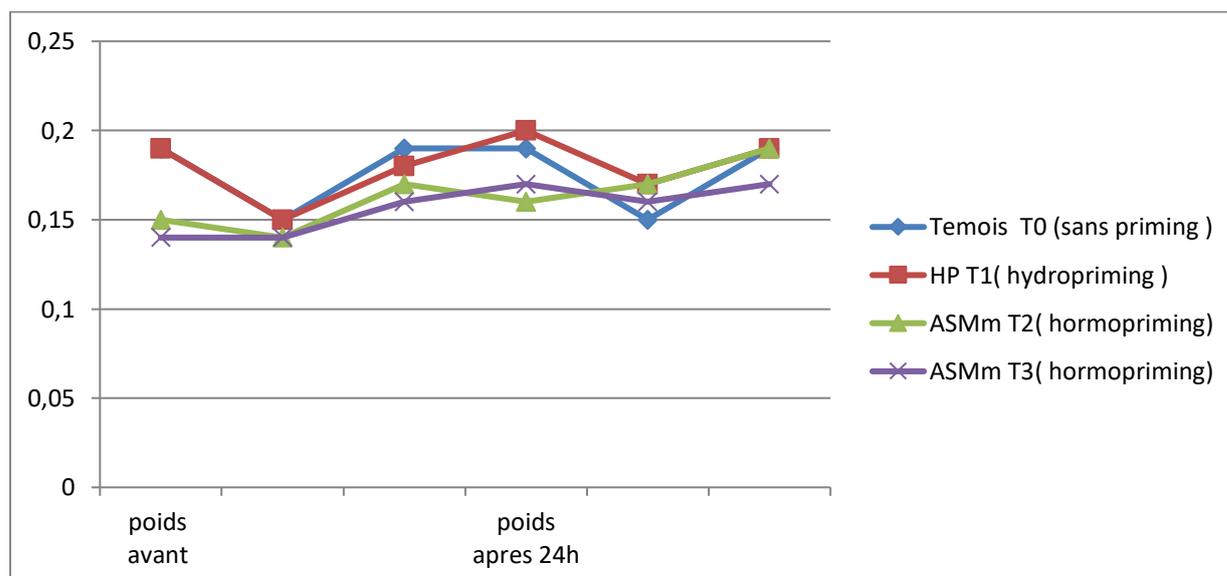


Figure 37 : Effet des différents traitements sur le taux de germination des graines de *Pinus halepensis* après 24h

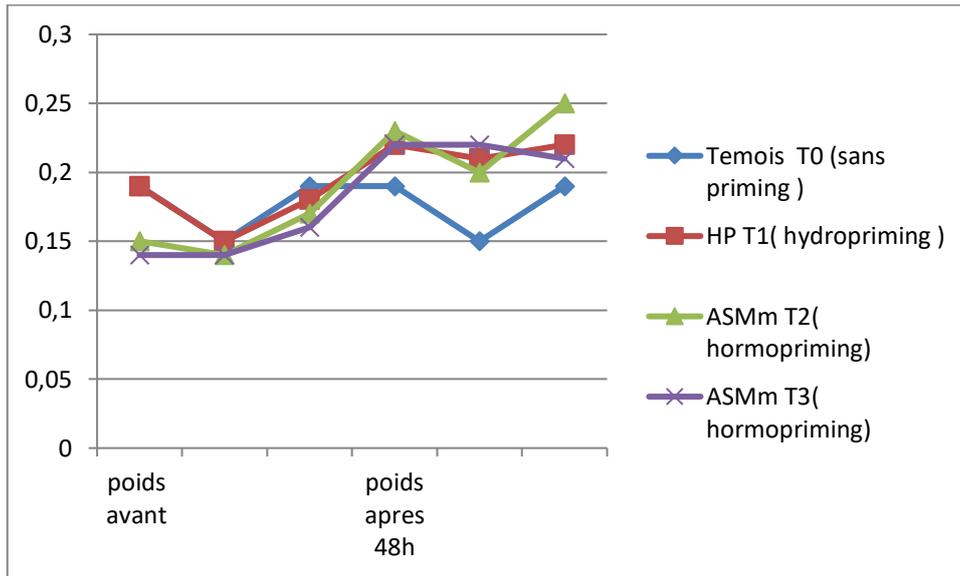


Figure 38 : Effet des différents traitements sur le taux de germination des graines de *Pinus halepensis* après 48h

Interprétation

D'après les résultats obtenus du tableau et des deux courbes, on peut dire qu'avec le temps les graines de pin d'Alep passent, prise de poids et particulièrement en trempage hormopriming après qu'on les ait mis dans des traitements contenant de l'acide salicylique, le grain absorbe l'acide salicylique qui améliore la survie des plantes lors de la restauration écologique et contribue à protéger les plantes du stress thermique et de la sécheresse. C'est une hormone végétale secondaire qui a de nombreux effets sur la croissance et le développement des plantes en régulant les processus physiologiques, y compris l'induction de la floraison. À l'exception du poids des boîtes de Pétri témoins (sans amorçage) qui ne change pas et reste constant.

- ❖ En raison des conditions inappropriées au laboratoire, les graines de pin d'Alep n'ont pas poussé après plusieurs tentatives et pendant de longues périodes. Nous mentionnons les raisons suivantes :

- ✓ La température élevée dans le laboratoire et la sécheresse des graines tout ce qui a été semé .
 - ✓ Mauvaise qualité de les graines et leur extraction sans maturité .
 - ✓ Semis des graines en dehors des périodes naturelles de germination .
- ❖ Nous avons recherché différents traitements d'amorçage sur différentes espèces de plantes et avons obtenu les résultats suivants :

5.2. Impact du priming sur taux de germination de pinus *Pinus Halepensis*

- ❖ Divers travaux montrent que le technique de priming quel que soit le type de prétraitement amélioré et stimuler taux de germination et conduit à une altération de la croissance des plantules.

(**BOUKLI et al,2021**) noter la germination de pin d'alep d'après 24 jours d'incubation des graines de Le pin d'Alep atteint un bon pourcentage germination (45%) quelle que soit la concentration et le sel testée. Cela peut s'expliquer da cause une distance considérable entre le point de collecte des semences et un foyer et de l'autre côté à la présence d'un taux minimum d'humidité nécessaire pour initier la germination planter.

Effet de temps de trempage les graines semblent meilleures pendant 48 heures efficacité de germination 75% par rapport à 24 heures de trempage. Grace à la concentration NaCl 5% qui améliore la concentration une pousse exceptionnelle du pin d'Alep.

(**NEDJIMI et al ,2014**) noter les taux de germination des graines de pin d'Alep pour les prétraitements au froid et à l'eau chaude sont plus de 70% des graines ont germées dès le 1er jour sont respectivement de 55% et 67%. Au 15ème jour, les taux de germination sont de 46 %, 55 %, 67% et 89 % respectivement pour le témoin Tandis que les graines stratifiées dans le sable légèrement humecté ont germées avec un taux

de 80,13 %. La germination atteint son maximum, soit 89 %. **BASKIN ET BASKIN** représentent qu'au cours de la stratification, les systèmes enzymatiques sont activés et les réserves nutritives de la graine sont métabolisées en formes assimilables.

Cependant la durée de stratification des graines est un facteur crucial qui influe sur la germination

Et (**FERHAT et BEKKAR ,2020**) informez nous sur la germination sur les graines de pin durant 24h, un bon pourcentage de germination (varie entre 20% et 60%) ; T1 60% et T5 50%.

- Après 48h l'incubation des graines de pin d'alep observe un taux de germination élevé (80 %), Ceci explique aux taux d'humidité des graines en raison de leur prélèvement des cônes à proximité du lieu d'incendie.

- Par contre :

(**MOHAMMEDI et al ,2021**) en France noter les taux de germination observée chez les graines de blé dur sous l'effet de l'extrait (*aqueux d'ulva rigida*) montre un effet stimulation contrasté selon la degré de concentration des traitements · durant 10 jour montre un bon pourcentage de germination (varie entre 100% et 60%) ; T1 100% et T4 50 % , obéissant à un gradient négative 1ml /0.5ml /0.3ml/0.2ml, après 4 jour , la concentration 0.2ml atteint son niveau maximum par rapport aux autres concentration et marque le 100% . dans 10 jour la concentration 0.3ml marque 82% afin de 2 ème jour concentration 0.5ml enregistrer 60 % , Les graines amorcées dans l'eau (témoin) marquent de taux de germination le plus faible pendant 10 jours affichant un taux de 82% par rapport aux concentrations d'extrait aqueux d'U. rigida.

Les résultats ont indiqué l'efficacité de l'extrait aqueux d '*ulva rigida* en tant qu 'agent de priming.

Conclusion : le synthèse bibliographe montre taux de germination de pin d'alep signifie différent.

- D'autres travaux qui montrent l'effet positif de priming sur la germination d'autres espèces végétales.

(**BAAZIZE et al ,2021**) noter un effet positif sur la germination de l'espèce haricot vert (*Phaseolus vulgaris L.*) d'une concentration de 90 mmol/l de KCl, CaCl₂ et ZnSO₄ (T4 et T5) (osmopriming) avec le pourcentage de germe ont augmenté de 80 % à 100% (dans condition de stress salin) : l'osmopriming améliore le rendement des semences traitées après plantation en milieu salin , et ce à travers augmentation de l'indice de vigueur graines qui représentent un rapport entre la taille semis et taux de germination.

En outre un effet positif noter sur l'espèce gombo (*Abelmoschus Esculentus. L*) (hormopriming) sur taux de germination : l'apport hormonal joue un rôle dans la réponse des espèces et capacité au augmentation germinative (**YAKOUBI,2014**).

En parallèlement, c'est notre espèce quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*) montre un effet positif sur le taux de germination (élevée), quelle que soit la variété ; l'hydropriming permet d'accélérer la germination des graines de quinoa dans des conditions de germination favorables (eau Distillée) (**LAABAS et BALOUTA,2020**).

Conclusion générale

Conclusion

L'objectif de cette étude est de voir l'effet de priming et renouveler des essences forestières post d'incendie dans la wilaya de Tipaza.

Notre étude a consisté à imbibé les graines de pinus halepensis dans le traitement des différentes concentrations de $C_7H_6O_3$ pendant deux temps différents 24h et 48h pour activer le taux de germination.

Les résultats obtenus montrent que la technique de priming stimule et accélère la germination et la croissance des espèces végétales en peu de temps.

Dans notre travail, d'après les résultats obtenus auprès des chercheurs, il a été démontré que la technique du priming et particulièrement le traitement hydropriming (Le double hydropriming) (H_2O distillée) unique garantit les meilleurs résultats. Cette méthode est très efficace pour améliorer et activer la production végétale dans des conditions défavorables après l'incendie. C'est une technique simple et peu coûteuse qui évite l'utilisation de produits chimiques qui peuvent être indésirables pour l'environnement et la santé humaine. Aussi certaines des conséquences de l'endurcissement, notamment du double hydrogradage, peuvent être dues à des phénomènes épigénétiques qui jouent un rôle déterminant dans l'adaptation des plantes à l'environnement.

De ce travail et des résultats d'autres recherches nous concluons que le pin d'Alep est une espèce qui pousse et se régénère très bien dans les zones exposées au feu.

Le taux de germination en conditions de stress hydrique donne toujours une image plus ou moins précise du comportement des cultivars testés.

Comme perspective de cette étude, réaliser les travaux pratiques dans un laboratoire optimal et choisir le bon moment pour la germination et le développement de pin d'Alep (conditions climatiques)

Référence Bibliographique

- **A., Behers , L., et al. (2014).** Drought-tolerance of wheat improved by rhizosphere bacteria from harsh environments: enhanced biomass production and reduced emissions of stress volatiles. PLoS ONE. 9:e96086. doi:10.1371/journal.pone.0096086
- **Abbas H ., Barbero M. et Loisel R., (1984).** Réflexion sur le dynamisme actuel de la régénération du pin d'Alep dans les pinèdes incendiées en Provence calcaire (de 1973 à 1979). Eco l .Méd it., 1 0 (3/4): 85-1 04.
- **ACHERAR M., 1981 :** La colonisation des friches par le Pin d'Alep (*Pinus halepensis* dans les basses garrigues du Montpelliérains. Thèse, doctorat 38me cycle, Académie de Montpellier, U.S.T.L., 210 p.
- **ALAOUI D A, . LAARIBYA S, GMIRA N ., (2011).** Production, croissance et modèles de conduite sylvicoles des principales essences (le pin maritime et le pin d'Alep) de reboisement au Maroc. P 17.
- **ALEXANDRAIN D et RIGOLOT E.,1992.** Sensibilité du pin d'Alep l'incendie p14.
- **AMMARI S., (2011) -** Contribution à l'étude de germination des graines des plantes sahariennes broutées par le dromadaire. Mémoire d'ingénieur, 46p
- **AMRI, I., HMAROUNI, L., HANANA , M., GARGOURI , S., FEZZANI , T., JAMOSSI, B., 2013.** Chemical composition, physico-chemical properties, antifungal and herbicidal activities of *Pinus halepensis* Miller essential oils. Biol. Agric. Hortic. 29, 91–106.
- **ANSARI O., AZADI M. S., SHARIF –ZADEH F. and YOUNSESI E. 2013.** Effect of hormone priming on germination characteristics and enzyme activity of mountain rye (*Secale montanum* seeds under drought stress conditions. J. Stress Physiol Biochem 9: 61-71
- **ANZALA F.j., (2006).** Contrôle de la vitesse de la germination chez les maïs (*zea mays*) étude de la voie de biosynthèse des acides aminés issus de l'aspartate et recercl de QTLS thèse de doctorat université d'Angers 148p
- **ASIEGHBU F et ADOMAS A et STENLID J ., (2008)** Conifer root and butt rot caused by *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.s.l. p.15

- **BAAZIZE N SNOUSSI S et SALADIN G., 2021** . Amélioration de la germination et de la résistance du haricot (*PHASEOLUS VULGARIS L.*) a la salinité par la technique de priming p 8
- **BAJWA , A. A., FAROOQ , M., and NAWAZ A. (2018)**. Seed priming with sorghum extracts and benzyl aminopurine improves the tolerance against salt stress in wheat (*Triticum aestivum L.*). *Physiol. Mol. Biol. Plants* 24, 239–249.doi: 10.1007/s12298-018-0512-9
- **BARBERO M., BONJRN G., LOISEL R. et QUEZEL P., 1990** - Changes and disturbances of forest ecosystems caused by human activities in the western part of the Mediterranean basins. *Vegetation*, 87 : 151- 1 73.
- **Barbero M., Et AL (1987)** .Incidence of exogenous factors on the regeneration of *Pin u s halepensis M i ll.* after fires. *Eco l . Médit.*, 13 (4):51-56
- **BAUMERTNER M et EMONT.F., (2007)**. Les graines germer haute école de santé Genève filière diététique
- **BEN JAMAA M.L. & JERRY A. 1999**. Essai de lutte contre la processionnaire du pin : *Thaumetopoea pityocampa Schiff.* (Lep., *Thaumetopoeidae*) à l'aide de *Bacillus thuringiensis Kurstaki* (ECOTECH-PRO). *Annales de l'INRGREF*, 3 : 3-12.
- **BEN –DOV , Y. MILLER , D. R. et G. A. P. GIBSON ,, 2005** : Un catalogue systématique des cochenilles du monde disponible en ligne
- **Benabdeli K., (1996)** – Aspects physionomico-structuraux et dynamique des écosystèmes forestiers faces a la pression anthropozoogene dans les mots de Tlemcen et les monts de Dhaya. *Algerie occidentale .doct .es-sci.univ.DjilaliLiabes de sidi Bel Abbes .356p*
- **BENHIZIA T ., LEBBAL S., ABENDIZ E ., ZERABI MA (2020)** Action du couvert forestier du pin d'alep (*pinus halepensis mill*) sur la redistribution des pluies sous un bioclimat semi – aride de l'est algérien .in *Annales de l'inrgef* (vol .21,pp 17-34)

- **Bensaidet al.,(2006)** les forêt d’algérie de Césarée l’aromaine ce jour, Forêt méditerranéenne.n°3, septembre,2006,pp :267-274
- **BENTOUATI A., 2006.** Croissance, productivité et aménagement des forêts de pin 39 ; Alep (*Pinus halepensis* M.) du massif de Ouled Yagoub (Khenchela-Aurès). Agronomie. (Doctoral dissertation, Université El Hadj Lakhder, Batna, Algerie). 116 p.
- **BEWELEY . (1997).** Seed germination and dormancy. *The Plant Cell*, 9 : 1055-1066p.J. Bouchon, J. Toth, Étude préliminaire sur les pertes de production des pinèdes soumises aux attaques de la processionnaire du pin *Thaumetopoea Pityocampa* Schiff, *Ann. Forest SCI.* 28 (3) (1971) 323–340.
- **BODI , M. B., MARTIN , D. A., BALFOUR , V. N., Santín, C., Doerr, S. H., Pereira, P., et al. (2014).** Wildland fire ash: production, composition and eco-hydro-geomorphic effects. *Earth Sci. Rev.* 130, 130–127. doi: 10.1016/j.earscirev.2013.12.007
- **BOUCELHA L. (2015).** Compréhension des mécanismes régissant l’endurcissement des graines de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. Thèse de Doctorat, Université Houari Boumediene, Alger, Algérie, 166 p.
- **BOUCELHA L., DJEBBAR R. (2015).** Influence de différents traitements de prégermination des graines de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. sur les performances germinatives et la tolérance au stress hydrique. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 19(2): 132-144
- **BOUCELHA L., DJEBBAR R. and ABROUS-BELBACHIR O. (2019).** *Vigna unguiculata* (L.) Walp. seed priming is related to redox status of plumule, radicle and cotyledons. *Functional Plant Biology.*, DOI : 10.1071/FP18202
- **BOUDY P. 1950.** *Economie Forestière Nord-Africaine.* Ed. Larose, Paris.
- **Boukhris- Bouhachem S., Souissi R., Sellami H. & Hullé M., 2012.** Diversité des espèces de pucerons et évolution des populations des espèces vectrices. *Proceedings du 23ème Forum International des Sciences biologiques et Biotechnologie, Hammamet, Tunisie, 21-24 mars.*
- **BOUDY P., (1952).** *Guide du forestier en Afrique du Nord.* 505p
- **BOUDY P., 1950.** *Guide du forestier en Afrique du Nord.* Édition la maison rustique. 505p.

- **BOUDY P., 1950.** Guide du forestier en Afrique du Nord. Édition la maison rustique.505p
- **BOUGUENNE , S., 2011.** Diagnostic écologique, mise en valeur et conservation des pineraies de *Pinus halepensis* de la région de Djerma (Nord-est du parc national de Belezma, Batna). Agronomie. (Mémoire de magister . Université El Hadj Lakhdar, Batna, Algérie). 162 p.
- **BOUKLI HACENE H., ABBAD M et SNOUSSI S A., (2021).** Effet de l'osmoprimer sur la stimulation de la germination des graines de pin d'alep (*pinus halepensis mill*) après l'incendie. P9
- **BOULAL , H., ZAGHOUANE O., EI MOURID M. REZUIS S.,2007** guide pratique de la conduite des céréales d'automne (blé et orge) dans la Maghreb (algerie, Maghreb, Tunisie) ED, ITGC, INRA, INCARDA 176p.
- **BOUTTE , B., DURAND –GILLMANN , M., (2012).** Pin d'Alep les principaux problèmes sanitaires. p4.
- **BOUZZA F., 2013 :** Intérêt de la mycorhization contrôlée du Chêne vert (*Quercus ilex L.*) et du Pin d'Alep (*Pinus halepensis Miller*) par deux espèces de Terfez, en conditions gnotoxéniques et axéniques. Université d'Oran Essenia Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie Département de Biotechnologie. 99 pages
- **BRADFORD K.J. (1986).** Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions. Hort Science., 21: 1105-1112
- **BRINQUIN , A S., MARTIN J C., (2016).** Recherche de solution respectueuses de l'environnement pour la gestion des risques entomologique en forêt et en zone non agricole, UEFM. INRA. Centre de recherche paca.13p.
- **CHAMBEL , M.R., CLIMENT , J., PICHOT , C., DUCCI , F., 2013.** Mediterranean Pines (*Pinus 1062 halepensis Mill. and brutia Ten.*), in: Pâques, L.E. (Ed.), Forest Tree Breeding in 1063 Europe: Current State-of-the-Art and Perspectives, Managing Forest Ecosystems. 1064 Springer Netherlands, Dordrecht, pp. 229–265. https://doi.org/10.1007/978-94-007-1065-6_146-9_5

- **CHATTERJEE , N., SARKAR , D., SANKAR , A., SUMITA , P. A. L., SINGH , H. B., SINGH , R. K.,et al. (2018).** On-farm seed priming interventions in agronomic crops. *Acta Agric. Slov.* 111, 715–735. doi: 10.14720/aas.2018.111.3.19
- **CHAUSSAT R, Le DEUNFF Y., (1975) b** -Microflora and seed deterioration in viability of seeded. Chapman and Hall Londres, 59-93.
- **CHAUX c. et FOURY c., 1994.** maitrise des facteurs de production, qualité et les traitements des semences, mise en culture par semis en place in production légumière. Tome 1- généralité. Tec et doc. Lavoisier pp277-431-445
- **Cheng Z., Bradford K.J. (1999).** Hydrothermal time analysis of tomato seed germination responses tpriming treatments. *Journal of ExperimentalBotany.*, 33: 89-99.
- **COME D., (1982)** - Influence de la réfrigération et de la congélation sur la qualité et l’aptitude.
- **CORBINEAU F., OZBINGOL N., VINELAND D., Come D., 2000.** Improvement of tomato seed germination by osmopriming as related to energy metabolism. In black M, Bradford KJ, Vasquez-Ramos J (Eds). *Seed biology Advances and Applications :proceeding of the sixth international Workshop on seeds, Merida ,Mexico ,1999.*New York,NY:cabi.467-474
- **DEMOLIN, G. et Rive, J.L. 1968.** La Processionnaire du pin en Tunisie. *Ann. De I.N.R.F. Tunisie 1968, Vol.1 Fasc.1, 19p*
- **DGF, 2016.** « Stratégie forestière à l’horizon 2035 », Edition 2016.
- **DIEHL . H., (1975).** Agriculture général ; technique saisonnière de la production végétale 2eme Édition. pp 55-57
- **DJENNDE et ATTALAOUI ., (2019).** Effets de la salinité sur la germination des graines dePeganum harmala. *Univ Msila. 60P.*
- **DODANE C., (2009).** Les nouvelles forêts du massif central : enjeux sociétaux et territoriaux. Thèse, Doct. Univ. École normale supérieure Lettres et sciences humaines de Lyon. 12p.

- **ESPELTA , J. M., VERKAIK , I., EUGENIO , M., and LIORET , F. (2008).** Recurrent wildfires constrain long-term reproduction ability in *Pinus halepensis* Mill. *Int. J. Wildland Fire* 17, 579–585. doi: 10.1071/WF07078
- **EUGENIO , M., VERKAIKM , I., LIORET , F., and ESPELTA , J. M. (2006).** Recruitment and growth decline in *Pinus halepensis* populations after recurrent wildfires in Catalonia (NE Iberian Peninsula). *For. Ecol. Manage.* 231, 47–54. doi: 10.1016/j.foreco.2006.05.007
- **FERHET Y et BEKKER N.,2020.** Impact de priming sur la germination de 3s graines de pin d’alep (*pinus halepensis*) dans la region chrea.p 71
- **FERRER-GALLEGO , P.P., FARJON , A., 2019.** (2726) Proposal to conserve the name PINUS 1145 HALEPENSIS (Pinaceae) with a conserved type. *TAXON* 68, 1368–1369. 1146 <https://doi.org/10.1002/tax.12170>
- **FINCH –SAVAGE , W. E., and G. LEUBNER –METZGER e., 2006.** Seed dormancy and the control of germination. *The New phytologies* 171 :501-23.
- **GATE P et GIBAN M.2003.** Stades du blé. Ed. Paris, ITCF. 68p
- **GHASSEMI –GOLEZANI K., CHADORODOOZ –JEDDI A., NASRULLAHZADEH S., MOGHADDAM M.(2010).** Influence of hydro-priming duration on field performance of pinto bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars. *African Journal of Agricultural Researc.*, 5(9): 893-897p
- **GHASSEMI –GOLEZANI K., SHEIKHZADEH –MOSADDEGH P., VALIZADEH M. (2008).** Effects of hydro-priming duration and limited irrigation on field performance of chickpea. *Res.J. Seed Sci.*, 1: 34-40
- **GUIT , B., NEDJIMI , B., CHAKALI i, G., GUIBAL I, F., 2016.** État sanitaire des peuplements de Pin d’Alep (*Pinus halepensis* Mill.) dans le massif forestier de Senalba (Djelfa, Algérie). *Revue d’écologie Halimus cas de Mostaganem et Orange.* 12.19P.
- **HAMROUNI, L., HANANA , M., GHAZI , G., AINI, R., KHOUJA , M.L., (2011).** Essais de multiplication du Pin d’Alep. *Forêt méditerranéenne* 32, 271-276.
- **HEDJAL –CHEBHEB , M., 2014.** Identification des principes actifs des huiles essentielles de quelques résineux et plantes aromatiques de provenance Algérienne et Tunisienne. *Etude de leurs activités biologiques à l’égard d’un*

insecte ravageur des graines stockées, *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera : Bruchidae). Ph. D. Thesis, Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques,

- **HELLER R., ESNAULT R et LANCE C., (2000).** Physiologie végétale II développement. ED DUNOD. Paris pp64-260.
- **HEYDECKER W., HIGGINS J. et GULLVIER R. L. 1973.** Accelerated germination by osmotic seed treatment. *Nature* 246:42-44
- **HOPKINS W G., 2003 :** Physiologie végétale. 2ème édition. De Boeck, Bruxelles : 461-476.<https://doi.org/10.1080/01448765.2013.764486>
- **HU Y. F., ZHOU G., NAX F., YANG A., Nan W., ZHANG Y., LIJL and BIYR ., 2013.** Cadmium interferes with maintenance of auxin homeostasis in *Arabidopsis* seedlings. *J. Plant Physiol.* 170: 965-975.
- **HUCHON H., DEMOLIN G. (1970).** La bioécologie de la processionnaire du pin. Disperséon potentielle, dispersion actuelle. *Rev. For. Fr.* [en-ligne] XXII, n°spécial « La lutte biologique en forêt », 220-234. [Http://documents.irevues.inist.fr] (Consulté le 10 Mars2016).
- **IQBAL , M., ASHRAF M., and JAMIL , A. (2006).** Seed enhancement with cytokinins: changes in growth and grain yield in salt stressed wheat plants. *Plant Growth Regul.* 50, 29–39.doi: 10.1007/s10725-006-9123-5
- **JISHA , K. C., VIJAYAKUMARI , K., and PUTHUR, J. T. (2013).** Seed priming for abiotic stress tolerance: an overview. *Acta Physiol. Plant.* 35, 1381–1396. doi: 10.1007/s11738-012-1186-5
- **JOWKAR M., GHNBARIA ., MORADFI F., HEIDARI M., 2012.** Alterations in seed vigor and antioxidant enzymes activities in *silybummarianum* under seed priming with KNO₃.*J.Med.Plants Res .,6(7) :1176-11804*
- **KADIK B, (1987).** Contribution à l'étude du pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill) en Algérie. *Ecologie, dendrométrie, morphologie.* Ed. O.P.U ; 580 p.
- **KADIK L., 1984 –** Contribution à l'étude phytoécologique des formations à *Pinus halepensis* Mill. Dans le Séalba Chergui et Gharbi (Atlas Saharien). Thèse de doctorat du 3ème Cycle. U.S.T.H.B. pp 6-25

- **KADIK -ACHOUBI L., 2005.** Étude phytosociologique et phytoécologique des formations à pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) de l'étage bioclimatique semi-aride algérien. Thèse de Doctorat. USTHB, Alger, 341 p.
- **KADIK L. 2006.** Étude phytosociologiques et phytoécologique des formations à pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) de l'étage bioclimatique semi-aride algérien. Thèse de Doctorat. USTHB, Alger, 341 p.
- **KADIK L., 1984.** Phyto-écologie des formations à pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) du Senalba Chergui et Gharbi Thèse Doct.3ème P cycle. Univ. H. BOUMÉDIENE Sciences. Bab Ezzouar.281p + ann
- **KADRI , N., 2014.** Graines de pinus sp.: cartirisation physico-chimique et activité anticancéreuse., . Université Abderrahmane Mira-Bejaia-, p. 170.
- **KADRI , N., KHETTAL , B., AID , Y., KHERFELLAH , S., SOBHI , W., BARRAGAN –MONTERO , V., 2015.** Some physicochemical characteristics of pinus (*Pinus halepensis* Mill., *Pinus pinea* L., *Pinus pinaster* and *Pinus canariensis*) seeds from North Algeria, their lipid profiles and volatile contents. Food chemistry 188, 184-192 p
- **KADRI , N., KHETTAL , B., YAHIAOUI –ZAIDI , R., BARRAGAN – MONTERO , V., MONTERO , J.-L., 2013.** Analysis of polar lipid fraction of *Pinus halepensis* Mill. seeds from North Algeria. Industrial Crops and Products 51, 116-122
- **KHOUJA M.L. 1993.** Influence de l'enlèvement des cônes sur la croissance en hauteur du pin d'Alep. Note de recherches de l'Institut National de Recherches Forestières de Tunisie : 15 p.
- **KHOUJA . M.L. 2020.** Le pin d'Alep en Tunisie : Ecologie, Gestion et Usages. P. 10-16-19.
- **KOSZTARAB, M. et F. Kozar., 1988.** Cochenilles d'Europe centrale. Akademiai Kiado. p. 456.
- **LAABAS K et BALOUTA A ,2020.** Influence de différents traitements de prégermination des graines de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Sur les performances germinatives et la tolérance au stress hydrique P 55
- **LADJAL S., 2012.** Activité antimicrobienne des métabolites secondaires des champignons endophytes isolés du Pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) de la

région de M'sila. Diplôme Magister en biologie végétale Option valorisation des ressources végétales, Faculté des sciences de la nature et de la vie, Département d'écologie et biologie végétale, Algérie, 101 p.

- **LALEG A .,2017**. Contribution à l'étude de la productivité du pin d'Alep dans forêt De Zariffet (Wilaya de Tlemcen). Mémoire Master en Foresterie. Univ Abou Bekr Belkaid Tlemcen., p (4-11).
- **LEUTREUCH N., 1991**– Les reboisements en Algérie et leur perspectives d'avenir. O.P.U. pp 271-274.
- **LIODAKIS , S., KATSIKIANNIS , G., and KAKALI , G. (2005)**. Ash properties of some dominant Greek forest species. *Thermochim Acta* 437, 158–167. doi : 10.1016/j.tca.2005.06.041
- **Lutts S., Benincasa P., Wojtyla L., Kubala S., Pace R., Lechowska K., Quinet M.,Garnczarska M. (2016)**. Seed Priming: New Comprehensive Approaches for an Old Empirical Technique. In: Susana Araujo, Alma Balestrazzi (Eds.), *New Challenges in Seed Biology-Basic and Translational Research Driving Seed Technology*.<https://doi.org/10.5772/64420>
- **Lutts S., Benincasa P., Wojtyla L., Kubala S., Pace R., Lechowska K., Quinet M.,Garnczarska M. (2016)**. Seed Priming: New Comprehensive Approaches for an Old Empirical Technique. In: Susana Araujo, Alma Balestrazzi (Eds.), *New Challenges in Seed Biology-Basic and Translational Research Driving Seed Technology*. Contaminated soil. *Water Air Soil Pollution*. 2014;225:1-15. DOI:10.1007/s11270-014-1905-1
- **MANGENA , P. (2020)**. Effect of hormonal seed priming on germination, growth, yield and biomass allocation in soybean grown under induced drought stress. *Indian J. Agricult. Res.* 54:441. doi: 10.18805/IJARE.A-441
- **MARTHANDAN , V., GEETHA , R., KUMUTHA , K., RENGANATHAN , V. G., KARTHIKEYAN , A.,and RAMALINGAM , J. (2020)**. Seed priming: a feasible strategy to enhance drought tolerance in crop plants. *Int. J. Mol. Sci.* 21:8258. doi: 10.3390/ijms21218258
- **MARTIN J.C., (2005)**. La processionnaire du pin : *Thaumetopoea pityocampa* (Denis et Schiffeüller). *Biologie et protection des forêts. Synthèse des recherches Bibliographiques et des connaissances*, INRA Avignon

- **MARTIN , J.C. BONNET , C. MAZET , R. 2009.** La processionnaire du pin : vers un contrôle écologique et raisonné. In : conférence sur l'entretien des espaces verts, jardins, gazons, forêts, zones aquatiques et autres Zones Non Agricoles. Angers (France) : AFPP, Association Française de Protection des Plantes, p 9
- **MASOOD A., IQBAL N. and KHAN N. A. 2012.** Role of ethylene in alleviation of cadmium induced capacity inhibition by Sulphur in mustard. *Plant Cell Environ* 35: 524-533
- **MATOUFI K., FARAHANIH .A., MORADI O .,2011.** Increasing of seedling vigor by hydro priming method in cowpea (*Vignasinensis* L) *Advanc. Int. Environ.bio.*, 5(11) :3668-3671
- **MAURI , A., LEO , M.D., de RIGO , D., CAUDULLE , G., 2016.** *Pinus halepensis* and *Pinus brutia*. 1223 Eur. Atlas For. Tree Species 2.
- **MAZLIAK P. 1998.** *Physiologie végétale II : Croissance et Développement.* Hermann ed, Paris
- **MAZLIAK P., (1982) -***Physiologie végétale, croissance et développement.* Tome .2.Ed. Hermann éditeurs des sciences et des arts, collecte méthodes, Paris. p 575
- **MCDONLD M.B. (2000).** Seed priming. In Black M and Bewley J.D. (eds.), *Seed technology and its biological basis.* Sheffield Academic Press Ltd, Sheffield, England, pp. 287-325.
- *Mediterranean pines Pinus halepensis* Mill. and *P. brutia* Ten. in Greece.p 9
- **MEYER S, REEB C, BOSDEVEIX R., (2004) -** *Botanique, biologie et physiologie végétale.* Ed. Moline, Paris, 461p.
- **MEZALLI M., 2003.** « Forum des Nations Unies sur les forêts » (3ème session, Genève). Alger : Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural et Direction Générale des Forêts, 9 p
- **MOHAMMED , A., YAKHLAF , M. H. S., BENKRADIDJA , H., MERAH , O., & DJAZOULI , Z. E. (2021).** Priming des Semences: Approches par l'Utilisation d'Extrait Aqueux d'Algue Verte *Ulva Rigida* (C. Agardh, 1823). *Agrobiologia*, 11(1), 2366-2376.

- **NAHAL I, (1962).** Le pin d'Alep. Étude taxonomique, phytogéographique, écologique et sylvicole. *Annales de l'école Nationale des Eaux et Forêts* .**19** (4), pp.533-627
- **NEDJIMI .1 ,DIFI M et HADDIOUI A ., (2014).** Effets des différents prétraitements sur la germination des semences de pin d'alep (*pinus halepensis mill*). P6
- **NE'EMEN G., GOUBTIZ S., NATHAN R. (2004).** Reproductive traits of *Pinus halepensis* in the light of fire - a critical review. *Plant Ecology*, 171: 69-79.
- **PAPARELLA , S., ARAUJO , S. S., ROSSI , G., WIJAYASINGHE , M., CARBONRA , D., and BALESTRAZZI , A. (2015).** Seed priming: state of the art and new perspectives. *Plant Cell Rep.* 34, 1281–1293. doi: 10.1007/s00299-015-1784-y.
- **PAULA S., ARIANOUTSOU , M., KAZANIS , D., TAVSANOGLU , Ç., LIORET , F., BUHK , C., et al. (2009).** Fire-related traits for plant species of the Mediterranean Basin. *Ecology* 90:1420. doi: 10.1890/08-1309.1
- **PAUSAS J. G., and KEELY , J. E. (2009).** A burning story: the role of fire in the history of life. *BioScience* 59, 593–601. doi : 10.1525/bio.2009.59.7.10.
- **PILL WG., NECKER AD., 2001.** The effects of seed treatments on germination and établissement of Kentucky bluegrass (*Poa pratensis* L.). *Seed Sci. Technol.* 29 : 65-72
- **PREVOSTO B C RIPET A, BOUSQUET ET M VENNETIER (2013).** (Visionnage extrait),carte d'identité botanique du pin d'alep . Le pin d'Alep en France, 17 fiches pour gérer,, Paris, Editions Quae, 2013, 159 ISBN 9782-7592-1972-Envprésentation en ligne [archive]).
- **PREVOSTO B, (2013).** le pin d'alep en France ,que p.69.
- **Quezel P.,(1973)** Le pin d'Alep est les essences voisines: répartition et caractères écologiques généraux, sa dynamique récente en France méditerranéenne.*Forêt méditerranéenne*, 8(3):158-170

- **QUEZEL P. et MEDAIL F., (2003).** Ecologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen. Ed. Lavoisier. Paris : 571 p.
- **RAMEAU C et Mansion D et DUME GUBERVILLE C et BARDAT J et BRONU E et KELLER R ., (2008)** Flore forestière française tome 3, région méditerranéenne :guide écologique illustre .p 500.
- **REDDY P., 2012.,** Biopriming of seeds. In : Recent advances in crop protection. Springer, New Delhi. 978-81-322-0723-8.
- **RIVE , J.L. & YANA A. 1967.** Essai de lutte contre la processionnaire du pin en Tunisie à l'aide de *Bacillus thuringiensis*. Inst. Nat. Rech. Forest. Tunisie. Note Technique N°8.
- **SARAVANKUMAR D., and SAMIYAPPAN , R. (2007).** ACC deaminase from *Pseudomonas fluorescens* Mediated Saline Resistance in Groundnut (*Arachis hypogea*) Plants. *Journal of Applied Microbiology*, 102, 1283-1292. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2672.2006.03179.x>
- **Seigue A., (1985).** Le foret circumméditerranéen et ses problèmes. *Ed Maisonneuve et Larose*, paris,502p 209. Texte accessible en ligne sur <http://ip30.eti.uva.nl/bis/diaspididae.php>.
- **SIRIWITAYAWAN G.,Dutt M., Kester S., Downie B., Genever R., 2003.** Ageing in tomato reduces the capacity of seed to produce ethylene, while priming increszsethylene evolution during germination. *the biology of seeds :Recent Research Advances., CAB International.*pp.441-446
- **SOLTNER D., (2000) :** Les bases de la production végétale. Tome III la plante et son amélioration, 3e édition Paris. P189
- **SOULERES G., (1969).** Le pin d'Alep en Tunisie : *Annales de l'Inst. Nat. Rech. Forest. Tunisie.* Vol 2. Fasc.1. 126 p
- **SUZUKI H., KHAN AA., 2001.** Effective temperatures and duration for seed humidification in snapbean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Seed Sci. Technol.* 28 : 381-389.

- **TAYLOR A. G., HARMAN G. E. 1990.** Concepts and technologies of selected seed treatments. *Ann. Rev. Phytopathology* 28 :321-339
- **TAYLOR A.G., ALLEN P.S., BENNETT M.A., BRADFORD K.J., Burris J.S., MISRA M.K. (1998).** Seed enhancements. *Seed Science Research.*, 8: 245-256.
- **TIMMUSK ` , S., ABD EI-DAIM , I. A., COPOLOVICI , L., TANILAS , T., KANNASTE ,TOOROP P.E., VAN –AELST A.C., HILHORST H.W.M.,1998.** Endosperm cap weakening and endo-pmannanase activity during priming of tomato (*Lycopersicon esculentum* cv. Moneymaker) seed are initiated upon crossing threshold water potential. *Seed Science Research.*,8 :483-491
- **Trabaud L, Michels C et G rosman j., (1985) .** Recovery of burnt Pin halepensis Mill . forests. I I. Pine reconstitution after wi l dfi re. E l sevier science publ., Amsterdam Forest Ecology and Management, 1 3 : 1 67-1 79. Troumb is A.et Trabaud
- **VARIER A., VARI A.K., DADLANI M. (2010).** The subcellular basis of seed priming. The authors are in the Indian Agricultural Research Institute. *Current Science.*, 99(4-25):450-456p
- **VENET , J., (1986).** Identification des outils et méthodes utilisées à Dynafor concernant la Dendrochronologie.
- **WATSON , G.W. 2002.** Arthropodes d'importance économique : Diaspididae du monde. pp.
- **YAKOUBI F .,2014.** réponse hormonale des graines du gombo (*Abelmoschus esculentus* .L) sous stress salin p 99.
- **YARI L., AGHAALIKAMI M., KHAZAEI F. (2010).** Effect of seed priming duration and temperature on seed germination behavior of bread wheat (*Triticum Aestivum* L.). *Journal of Agricultural and Biological Science.*,5(1): 1-6
- **ZAHI et LAMARA .,2019.** Effet de la salinité sur la germination et la croissance d'Atriplex
- **ZAVALA M., ZEA E., (2004).** Mechanisms maintaining biodiversity in Mediterranean pine-oak forests: insights from a spatial simulation model. *Plant Ecol.* 171 : 197-207.
- **Le site :** <http://www.tela-botanica.org/bdtx-nn-75290-illustrations>