Revue Agrobiologia
www.agrobiologia.net
ISSN (Print): 2170-1652
e-ISSN (Online): 2507-7627

EFFET DE L'OSMOPRIMING SUR LA STIMULATION DE LA GERMINATION DES GRAINES DE PIN D'ALEP (*PINUS HALEPENSIS* MILL) APRÈS INCENDIE

BOUKLI HACENE Hicham[1*], ABBAD Mohamed[1] et SNOUSSI Sid Ahmed[1]

1. Université de Blida1. Faculté des Sciences de la Nature et de la vie. Département de Biotechnologies. Laboratoire en Biotechnologie des Productions Végétales, B.P. 270, route de Soumaâ, Blida 09000, Algérie.

Reçu le 25/03/2021, Révisé le 30/05/2021, Accepté le 11/06/2021

Résumé

Description du sujet : Notre étude a porté sur l'effet de l'osmopriming sur la germination des graines de Pin d'Alep après incendie, au niveau de deux sites d'étude (en plein incendie et au-delà de 10 m du foyer d'incendie Les graines ont subi deux prétraitements à base de KCl et de NaCl à deux concentrations 05% et 10 % pendant 24H et 48H d'imbibition.
Objectif : Notre objectif c'est l'identification du ou des traitements testés capables d'amélioration la germination des graines de Pin d'Alep ayant subi un incendie de forêt, et ce dans le but du repeuplement des forêts.
Méthodes. Le principe consiste à tremper les graines de cette espèce dans des solutions de NaCl, et de KCl à 5% et à 10% pendant 24 H et 48 H afin de stimuler et d'accélérer le taux de germination des graines issues des deux sites d'étude.
Résultats : Le meilleur taux de germination s'observe au niveau du site 2, situé au-delà de 10 m du foyer d'incendie. A l'inverse le site 1, zone de plein incendie, manifeste un taux de germination nul.
Conclusion : A travers cette expérimentation, nous pouvons noter que le trempage des graines de pin d'Alep dans une solution de NaCl à 5% pendant 48 heures a permis une nette amélioration de la germination de l'ordre de 70% et ce comparativement aux autres traitements testés.
Mots clés : Osmopriming ; *Pinus halepensis* ; NaCl ; KCl ; Incendie ; Germination.

EFFECT OF OSMOPRIMING ON THE STIMULATION OF GERMINATION OF ALEPPINE PINE SEEDS (*PINUS HALEPENSIS* MILL) AFTER FIRE

Abstract

Description of the subject: Our study looked at the effect of osmopriming on the germination of Aleppo pine seeds after a fire, at two study sites (in the midst of a fire and beyond 10 m from the source of the fire). The seeds underwent two pretreatments based on KCl and NaCl at two concentrations 05% and 10% for 24 hours and 48 hours of imbibition.
Objective: Our goal is to identify the treatment (s) tested capable of improving the germination of Aleppo pine seeds after a forest fire, and this with the aim of repopulating forests.
Methods : The principle consists of soaking the seeds of Aleppo pine in solutions of NaCl, and KCl 5% and 10% for 24 hours and 48 hours to stimulate and accelerate the germination rate of seeds from the two study sites.
Results: The best germination rate is observed at site 2, located more than 10 m from the source of the fire. Conversely, site 1, a zone of full fire, showed a zero germination rate.
Conclusion: Through this experiment, we can note that soaking Aleppo pine seeds in a 5% NaCl solution for 48 hours allowed a marked improvement in the germination of around 70% compared to other treatments tested.
Keywords*:* Osmopriming; *Pinus halepensis*; NaCl; KCl; Fire; Germination

*Auteur correspondant : BOUKLI HACENE Hicham, E-mail : hichamboukli747@gmail.com

INTRODUCTION

En Algérie, le pin d'Alep est présent dans toutes les variantes bioclimatiques avec une prédominance dans l'étage semi-aride. Sa plasticité et sa rusticité lui ont conféré un tempérament d'essence possédant un grand pouvoir d'expansion formant ainsi de vastes massifs forestiers. Le pin d'Alep avec ses 35% de couverture reste cependant l'espèce prépondérante de la surface boisée de l'Algérie [1]. Occupant la superficie la plus élevée en Algérie, le pin d'Alep constitue la plus grosse masse d'un seul tenant. Il se cantonne essentiellement à l'Est et à l'Ouest du pays [2]. Le pin d'Alep, se retrouve principalement dans les zones semis arides et surtout dans la partie occidentale de l'Algérie, mais également au centre, où il est réputé pour sa grande inflammabilité et son sous-bois dense favorable à la propagation rapide du feu [3]. La forte variabilité climatique combinée aux facteurs anthropiques, a sérieusement affecté les équilibres écologiques des forêts entraînant une dégradation des ressources naturelles, des sols et des agro-écosystèmes [4]. De plus, des dégâts spectaculaires sont causés chaque année par les incendies. L'essence la plus touchée par le feu en Algérie est le pin d'Alep (*Pinus halepensis*), avec 48,36% du total de la surface brulée (période 1985-2010) [5]. Malgré les campagnes de reboisement réalisées annuellement depuis l'indépendance, le taux de boisement en Algérie ne se situe qu'entre 10 et 12% seulement. Ce couvert végétal est agressé annuellement par les incendies de forêt, les attaques parasitaires et par l'action négative de l'homme et ses troupeaux. Aussi, le surpâturage contribue pour une bonne part à la dégradation du couvert végétal principalement dans les écosystèmes fragiles les conduisant à la désertification [6]. Cependant, peu d'études ont porté jusqu'à présent sur le comportement germinatif des semences de cette essence forestière en conditions contrôlées. C'est dans ce contexte et afin d'étudier l'influence de la technique de l'osmopriming par les deux prétraitements à base de NaCl et de KCl testés aux concentrations de 5 et 10% sur la germination des graines de pin d'Alep issues en plein incendie et au-delà de 10 m du foyer d'incendie qu'une expérience a été mise en place afin d'identifier la meilleure germination possible de cette essence forestière de la région de Chréa située en plein cœur du massif Blidéen.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

1. Méthodologie du travail

La préparation des différents traitements utilisés a été réalisée au niveau du laboratoire de Biotechnologies des productions végétales. La germination des graines issues des cônes de Pin d'Alep a été réalisée dans des boites de Pétri stériles imbibées d'eau distillée et mises en incubation dans une étuve à la température contrôlée de 25±1°C.

2. Matériel végétal utilisé

Les graines de Pin d'Alep ont été collectées au niveau de deux sites d'étude 1 et 2, à savoir en plein incendie et au-delà de 10m respectivement et ce au mois de décembre 2019 sur des arbres âgés de la pinède de Hakou-feraoun, commune de Chréa wilaya de Blida (Algérie) dont la latitude est de 36°25'48.68"N , et la longitude est de 2°53'13.46"E. Cette dite forêt a été ravagée par le feu durant l'été 2019.

3. Technique de trempage adoptée des graines de Pin d'Alep

Le trempage des graines issues des deux sites d'étude a été réalisé dans diverses solutions préparées et ce durant 24h et 48 heures d'imbibition. Il a été procédé de la manière suivante : *(i)* Quatre lots de semences ont été pesés et dont leur poids avant trempage ont été notés ; *(ii)* Chaque lot de semences comportait 10 graines/boite, selon 3 répétitions par traitement ; *(iii)* Chaque lot de semences a été imbibé selon le traitement correspondant et mis à l'abri pour son séchage et ce jusqu'à l'obtention du poids sec initiale avant l'opération de trempage par les différents traitements testés ; *(iv)* Une fois ce stade acquis, les graines des quatre traitements sont imbibées d'eau distillée et mises à l'étuve à la température de 25°C, *(v)* Le nombre de graines expérimentées par station se résume à : 4 traitements × 2 temps × 3 lots de 10 graines soit 240 graines au total.

Cette technique d'osmopriming est également connue sous le nom d'amorçage osmotique ou de conditionnement osmotique.

De nombreuses études ont rapporté que l'osmopriming améliore l'établissement du peuplement et la croissance des semis des cultures dans des conditions optimales et sous-optimales [7]. Les graines sont trempées dans quatre solutions ou traitements, à savoir **T1** (KCl à 5%) : **T2** : (KCl à 10%), **T3** (NaCl à 5%) et **T4** (NaCl à 10%).

4. Méthodes d'étude et paramètres mesurés

Les graines sont observées et dénombrées quotidiennement par traitement. Le critère de germination retenu dans notre expérimentation repose sur l'apparition de la radicule de 1mm environ par graine. Les paramètres mesurés sont :

-***Taux de germination finale (%) au niveau des deux sites d'étude*** *:* Sur la base du nombre prévu de graines (Npg), le nombre des graines germées (Ngg) est comptabilisé par traitement, par durée de trempage et ce au niveau de chacune des deux stations d'étude. Le taux de germination (TG%) est calculé selon la formule décrire par Talhi et *al.* [8] :

$$\boldsymbol{T}\ \ aux\ de\ germination\ (TG\%) = \frac{\text{Ngg}}{\text{Npg}} \times 100$$

-*Vitesse de germination des graines au niveau des deux sites d'étude :* La vitesse de germination a été évaluée par le nombre de graines germées quotidiennement par traitement, par durée de trempage et par station d'étude et ce pour une période de 23 jours.

5. Analyse des données

Les résultats ont été soumis à l'analyse de variance à un seul critère de classification à l'aide du logiciel XLSTAT version 2020.5.1.1059. Les valeurs moyennes et l'erreur standard (SE) ont été obtenues à l'aide de logiciel Excel 2013 à partir de 3 répétitions pour tous les paramètres étudiés. La comparaison des moyennes a été faite avec le test de la plus petite différence significative (ou PPDS) à 5%. Une valeur de probabilité (*p*) de 0,05 a été considérée comme statistiquement significative alors qu'une valeur de (*p*) inférieure à 0,05 a été considérée comme hautement significative.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

1. Taux de germination par station d'étude en pourcentage

1.1. Taux de germination des graines de Pinus halepensis au niveau du site 1: plein incendie

La figure 1 représente le pourcentage de germination des graines de pin d'Alep prélevées en plein incendie, en fonction des quatre traitements testés à savoir : KCl et NaCl aux concentrations de 5 et 10 % durant deux périodes d'imbibition 24h et 48h. Les valeurs moyennes du pourcentage de germination (%G) en fonction des périodes d'imbibition (24 et 48heures), nous renseignent que les graines de Pin d'Alep atteignent un pourcentage de germination très faible en présence du KCl et ce quel que soit la concentration testée et ce après 23 jours d'incubation. Ce taux de germination varie entre 6,5 et 10%. La concentration de 10% de KCl améliore le paramètre mesuré au niveau du site 1 (plein incendie). Les graines de Pin d'Alep en présence du NaCl présentent par contre un pourcentage de germination nul 0% (Fig. 1). Aussi, Il y a lieu de noter que les graines de Pin d'Alep ayant subi une imbibition de 48H dans les différents traitements étudiés, n'ont manifesté aucune germination et ce quel que soit le sel utilisé et la concentration testée. (Fig. 1).

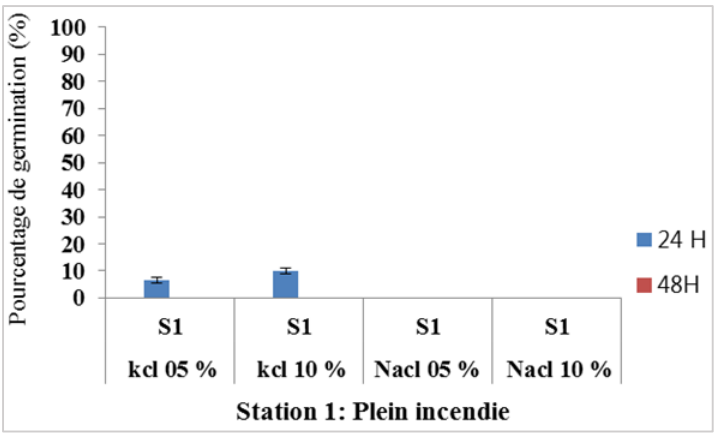


Figure 1 : Effet des traitements sur le taux de germination des graines de *Pinus halepensis* de la station 1 en plein l'incendie.

A travers les résultats de la figure 1, nous pouvons dire que l'effet de cristallisation des graines, reste le phénomène majeur qui influence le pouvoir germinatif des graines prélevées au niveau de la station 1 (plein incendie). Aussi, on peut également clarifier, et confirmer que l'incendie reste le facteur négatif qui inhibe le pouvoir germinatif des graines et ce au niveau de tous les traitements testés en raison de l'absence du taux d'humidité minimum , nécessaire au déclenchement de la première phase de la vie d'une graine , autrement dit la phase de germination des espèces forestières. Selon les travaux de Dadach [9], la particularité du climat méditerranéen qui se définit par son caractère saisonnier de température et de précipitations, ce qui conduit à une période estivale chaude en été et une période humide fraîche en hiver et avec peu de précipitations n'excédant pas 400 mm par an a des répercussions importantes sur la physiologie de la germination des plantes, car les conditions de sécheresse estivale limitent la disponibilité de l'eau et donc la germination. A l'inverse les températures fraîches d'hiver limitent également la germination pendant la saison avec une haute disponibilité de l'eau [10]. En outre, le déficit hydrique est une contrainte majeure limitant la production végétale dans le monde entier. Il affecte aussi négativement la germination des graines et diminue ou même inhibe complètement l'émergence des plantules [11].

Sous la sécheresse, la germination et l'établissement des semis s'inhibent en raison de la baisse du potentiel hydrique, qui se traduit par la baisse de l'absorption de l'eau [12] .

1.2 Taux de germinations des graines de la station 2, au-delà de 10 mètres de la zone d'incendie

La figure 2 représente le pourcentage de la germination des graines de pin d'Alep prélevées au-delà de 10 m de la zone d'incendie en fonction des quatre traitements testés à savoir : KCl et NaCl aux deux concentrations de 5% et 10% durant deux périodes d'imbibition 24h et 48h. Les résultats montrent qu'après 23 jours d'incubation, on enregistre un taux de germination relativement élevé par rapport à la station 1 (plein incendie) et ce quel que soit que le sel utilisé et la concentration testée. Ceci, peut s'expliquer d'un côté par la distanciation non négligeable entre le lieu de prélèvement des graines et le foyer d'incendie et de l'autre côté par la présence d'un taux d'humidité minimum nécessaire à l'amorçage de la germination des graines. Aussi, selon les résultats illustrés dans la figure 2, l'effet temps de trempage des graines pendant 48h présente les meilleures performances de la germination par apport au trempage de 24h. Egalement, il a été observé à travers les résultats présentés que la concentration de 5% améliore remarquablement la germination du Pin d'Alep quel que soit le sel testé. Néanmoins, le NaCl à 5% stimule la germination de l'espèce étudiée comparativement au KCl à la même concentration.

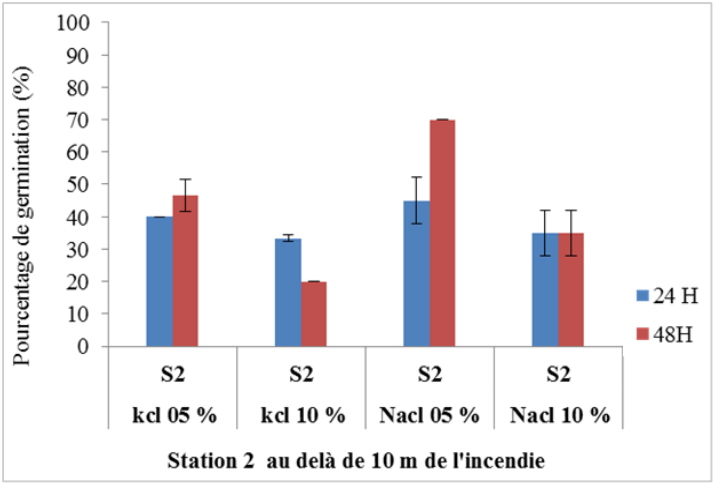


Figure 2 : Effet des traitements sur le taux de germination des graines de *Pinus halepensis* de la station 2 au-delà de 10 m de l'incendie

Nos résultats concordent avec ceux des travaux de Gaudreault [13] relatifs à l''amorçage qui est une technique d'hydratation et qui consiste à faire tremper les semences dans l'eau ou une solution, occasionnant une hausse de la vitesse de germination des graines. Les effets rapportés sont toutefois très variables entre les espèces, les variétés, les lots de graines et les conditions de traitement. Lorsque les graines sont imbibées et ensuite soumises à une période de déshydratation, les semences viables retiennent l'eau imbibée durant une plus longue période que les semences non viables, ce qui permet de les séparer selon leur densité. Cette technique a montré son efficacité chez l'épinette blanche (*Picea glauca* [Moench] Voss), le pin blanc (*Pinus strobus* L.), le pin gris (*Pinus banksiana* Lamb.) et le pin tordu (*Pinus conforta* Dougl. Ex Loud.), permettant une augmentation importante du pourcentage de germination des lots de semences forestières suite à l'élimination des graines de faible qualité [14].

1.3 Synthèse des taux de germinations des graines des deux stations d'étude

Les figures 3 présente le pourcentage de germination des graines de pin d'alep (*Pinus halipensis)* dans deux station étudiées (S1: Plein incendie; S2: au-delà de 10m de l'incendie) issues de la technique de l'osmopriming et ce par l'utilisation de deux type de sels KCl et NaCl à 5% et 10%.

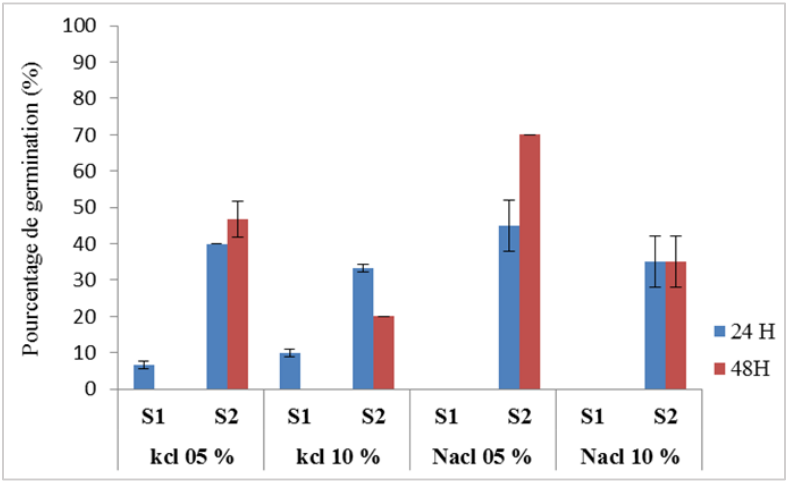


Figure 3 : Pourcentage de germination des graines de pin d'alep (*Pinus halipensis) au niveau des* deux station d'étude par la technique d'osmopriming

L'analyse des résultats de la figure 3 montrent que l'augmentation des concentrations de KCl et de NaCl sont inversement proportionnelle au taux de germination des graines de l'espèce testée. Autrement dit, la concentration de 10% quelque soit le sel utilisé diminue le pouvoir germinatif des graines récoltées. Il ressort clairement que la concentration de 5% améliore remarquablement la germination des graines de Pin d'Alep et ce quelque soit le sel testé avec une net accroissement notamment au niveau du NaCl. Egalement, il y a lieu de remarquer que la durée d'imbibition des graines pendant 48 heures ne présente aucune action remarquable au niveau des deux stations d'étude lorsque la concentration des deux types de sels est de 10%. A l'inverse, cette même période de trempage des graines se traduit favorablement sur la germination lorsque la concentration est de 5% quel que soit le sel étudié et plus particulièrement au niveau du NaCl. La comparaison du potentiel germinatif au niveau des deux sites de prélèvement révèle une réponse variable très significative entre les lots de semences prélevés en plein incendie et en dehors de l'incendie (au-delà de 10m). Plus, nous nous éloignons du foyer d'incendie, et plus le taux de germination augmente, notamment pour les graines ayant été traitées au NaCl à 5% durant 48heures d'imbibition, comparativement au KCl. Cette réponse germinative peut être expliquée dans un premier lieu, par l'effet du site de prélèvement des graines en plein incendie qui sont pratiquement cristallisées et demeurent par conséquent non viables malgré leurs mises en germination dans les conditions les plus adéquates. En second lieu, l'interaction des aspects physiologiques des graines de Pin

d'Alep issues des deux milieux synthétisés et la zone de prélèvement a montré une hétérogénéité du taux de germination, ce qui reflète parfaitement les conditions défavorables de germination des graines issues en plein incendie et du milieu NaCl quel que soit la concentration étudiée. Un effet adaptatif du pouvoir germinatif aux conditions du milieu local pourrait être lié à la qualité des graines prélevées en dehors du foyer d'incendie permettant la maturité des graines et de leur niveau d'humidité suffisant permettant de justifier l'amélioration du taux de germination. Cette variation germinative est d'autant plus significative que les graines de Pin d'Alep sont éloignées du foyer d'incendie. A travers ces résultats, on peut révéler que, parmi les causes de la variabilité des propriétés germinatives des semences du Pin d'Alep en milieu forestier, la température élevée accompagnée inévitablement par une perte importante d'humidité à l'intérieur de la graine se traduit sans doute par une chute du taux de germination. L'étude de l'activation des graines issues en plein incendie, par le facteur de l'imbibition au NaCl et au KCl pendant 24h et 48h ne révèle aucun effet important sur le potentiel germinatif des graines de Pin d'Alep. En effet, ce n'est que 6 à 10% de la variation de pouvoir germinatif qui est observée au niveau de l'effet de trempage pendant 24h d'imbibition au KCl. Selon Bruckler et Bouaziz [15], la semence est considérée comme un absorbant qui peut se caractériser à la fois par la quantité d'eau qu'elle contient (teneur en eau) et par les forces de liaisons entre les molécules d'eau fixées et l'absorbant (potentiel de l'eau). Cette constatation nous amène à conclure que la durée de 24h d'imbibition au KCl est largement suffisante pour la perméabilité tégumentaire des semences du pin d'Alep issues de la région d'étude.

2. Vitesse de la germination des graines de pin d'Alep

L'estimation de la vitesse de germination des graines de Pin d'Alep a été étudiée à compter du 10 ème jour de leurs mises en germination et ce jusqu'au vingt troisième jour soit après treize jours de germination. Selon les résultats de la figure 4, nous pouvons déduire que les graines issues des traitements T1 et T2 à base de KCl manifestent une vitesse de germination moindre que celles ayant été trempées dans une solution de NaCl à 5%. Aussi, nous avons noté que les graines issues des traitements T2 (KCl à 10%) et T4 (NaCl à 10%) manifestent une vitesse de germination moindre que celles ayant subi un trempage dans une solution de NaCl à 5% au niveau du traitement T3, et KCl à 05% au niveau du traitement T1. Le KCl semble manifester une agressivité accrue sur la germination des graines de Pin d'Alep et ce par rapport au milieu à base de NaCl qui apparait constituer un facteur stimulateur de la germination. Aussi, nous pouvons déduire que la concentration de 5% au niveau des deux types de sels utilisés (KCl et NaCl) stimule davantage la germination des graines de Pin d'Alep comparativement à la concentration de 10% (Fig. 4).

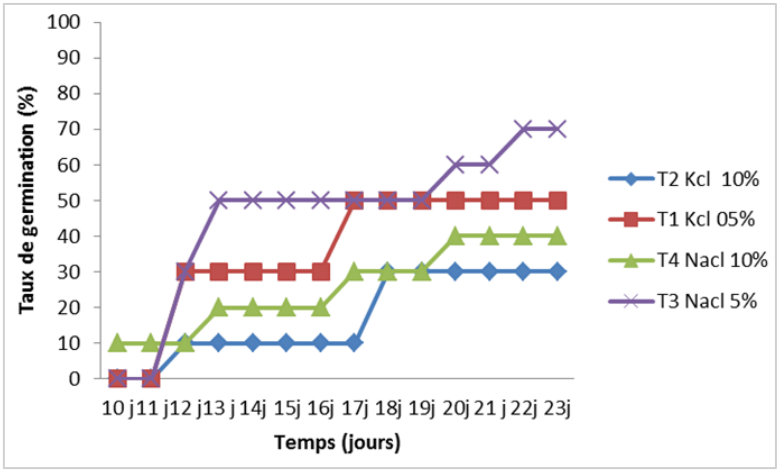


Figure 4 : Effet des différents traitements sur la vitesse de germination des graines de *Pinus halepensis* au niveau des deux sites d'étude.

La vitesse de germination est également assez variable d'un traitement à l'autre. En effet l'analyse de la vitesse de germination quotidienne révèle que la concentration de 5% des traitements T3 et T1 (imbibition des graines dans une solution de NaCl, KCl) respectivement présentent une vitesse de germination la plus élevée, tandis que la concentration de 10%, quel que le sel utilisé présentent une vitesse de germination très lente et plus particulièrement lorsque les graines subissent un traitement au KCl (Fig. 4). Toutefois, l'évolution de la vitesse de germination est variable au sein des traitements en fonction de la durée de germination (Fig. 4). Ce sont surtout les graines issues du traitement T2 (KCl à 10%) qui présentent un ralentissement de la vitesse de germination au 13ème jour de stratification. Après une activation positive de 4 jours supplémentaires de stratification, la germination atteint les 30% au 17ème jour. Au sein de ce traitement, deux tendances relatives à la vitesse de germination peuvent être dégagées, à savoir la solution de trempage au KCl à 10% qui ralentit la durée de la stratification et par conséquent réduit énormément la vitesse de germination et où ce ralentissement est moins important au niveau de la concentration de 5%. Cette étude a mis en évidence une amélioration significative de la phase de germination des graines de Pin d'Alep, prélevées dans deux sites à savoir en plein incendie et au-delà de 10 m de l'incendie. Le délai de germination correspond au temps écoulé entre le semis et la première germination. Selon les résultats obtenus, nous remarquons que le délai de germination des graines varie suivant les prétraitements appliqués. La concentration de 10% quelque soit le sel utilisé diminue le pouvoir germinatif des graines récoltées. Il ressort clairement que la concentration de 5% améliore remarquablement la germination des graines de Pin d'Alep et ce quelque soit le sel testé avec une net accroissement notamment au niveau du NaCl. Des résultats similaires ont été trouvés par Trabaud [16], où ce dernier a noté que les sels minéraux à base de sodium apparaissent moins toxiques et donc plus sélectifs à la germination de la plante, et ce comparativement à un milieu contenant du $CaCl_2$ ou du KCl. Aussi, nous avons noté que les graines issues des traitements T2 (KCl à 10%) et T4 (NaCl à 10%) manifestent une vitesse de germination moindre que celles ayant subi un trempage dans une solution de NaCl à 05% au niveau du traitement T3, et KCl à 5% au niveau du traitement T1. Des résultats similaires ont été trouvés dans les travaux de Bamba et *al.* [17], où les taux de germination des graines de *Vicia faba* L. diminuent au fur et à mesure que la dose de NaCl augmente. En plus, l'augmentation du stress salin entraine une réduction non seulement des taux de germination mais aussi du temps moyen de germination [18]. Le prélèvement au-delà de 10m montre que le traitement T3 (NaCl à 5%) a permis d'obtenir un taux de germination le plus élevé de l'ordre de 70% par rapport aux autres traitements issus du même site de prélèvement (Fig. 3). Cette distanciation variable serait en corolaire avec l'action des températures élevées n'entrainant pas de capacité germinative accrue se traduisant inévitablement par la création d'espaces dénudés, provisoirement libres de végétation [19]. Autrement dit, plus on se rapproche du foyer d'incendie, et plus la germination est faible, voire nulle, et ce suite à l'effet de cristallisation des graines. En ce qui concerne le site en plein incendie, le taux de germination est nul et ce en raison de la cristallisation des graines par la forte chaleur de l'incendie de forêt, et l'absence totale d'un seuil minimal d'humidité permettant le ramollissement du tégument pour la sortie du germe. Cet état de fait est une condition tout à fait inverse à celle issue des travaux de Bourioug et *al.* [20], où il a été noté que dans les conditions naturelles, la germination des graines constitue un processus biochimique et physiologique où dès le premier contact de la graine avec le stimulus exogène (eau), une enzyme amylase est synthétisée et secrétée afin de dégrader l'amidon (albumine) en vue de fournir à l'embryon l'énergie nécessaire à la germination. Il y a lieu de préciser qu'in existe plusieurs facteurs qui jouent un rôle très important sur la germination et la vie d'une semence à savoir : l'endroit du prélevement des graines, le facteur génétique de l'arbre et de son âge ; la santé de l'arbre, la taille et le poids des semences. Aussi, il est important que le choix des cônes fermés s'impose . Pour cela, on doit tenir compte de la couleur des cônes à maturité (maron) afin de récupérer des graines viables et qui sont surtout bien protégées des parasites,des animaux, qui interviennent principalement lors de germination. Aussi, la bonne conservation des graines reste une condition fondamentale pour la phase de germination.

CONCLUSION

Les principaux résultats issus de ce travail de recherche montrent bien que la germination des graines de Pin d'Alep récoltées au niveau du site 2, c'est-à-dire au-delà de 10 m du foyer d'incendie, et dont les graines ont été immergées dans une solution de NaCl à 5% étaient meilleures et présentaient un taux de germination de l'ordre de 70%, et ce comparativement aux autres traitements testés en l'occurrence le KCl aux concentrations de 5% et 10%. Ce constat peut être expliqué par l'effet de la distanciation plus ou moins importante par rapport au foyer d'incendie pouvant engendrer une réserve du taux d'humidité appréciable au niveau des graines, permettant ainsi donc le déclenchement du processus de germination. Aussi, on peut conclure qu'au sein même du foyer d'incendie, où le taux de germination est nul, en raison de l'effet de cristallisation des graines, qui constitue le phénomène majeur influençant négativement le pouvoir germinatif des graines de Pin d'Alep, et ce compte tenu l'absence d'un taux d'humidité minimum , nécessaire au déclenchement de la première phase de la vie d'une graine , autrement dit la phase de germination. Les concentrations de 5% de NaCl et KCl manifestent des vitesses de germination appréciables par rapport à la concentration de 10%, néanmoins l'imbibition des graines de Pin d'Alep dans la solution de NaCl présente la meilleure performance au niveau de la germination, en raison certainement de l'atténuante toxicité des sels minéraux à base de sodium et qui sont donc plus sélectifs à la germination de la plante, et ce comparativement à un milieu contenant du $CaCl_2$ ou du KCl. Enfin, le potentiel germinatif des semences de Pin d'Alep issues du site forestier étudié après un incendie de forêt manifeste des différences significatives selon les sites de prélèvement choisis .Ces différences entre provenances devraient orienter les recherches futures pour étudier les potentialités physiologiques de la germination des graines ; les modes et les périodes de stratification selon la technique de l'osmopriming qui a amélioré significativement le taux de germination. Par ailleurs, la prise en compte de cette essence, tout en maintenant les conditions nécessaires de taux de l'humidité et du froid favorables, dans la politique de reboisement national, est plus que nécessaire pour la réhabilitation de ces peuplements en perpétuelle régression.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.

[1]. Bentouati A. (2006). Croissance, productivité et aménagement des forêts de pin d'Alep (*Pinus halepensis* M.) du massif d'Ouled Yagoub (Khenchela-Aurès), p.14

[2]. Louni D. 1994. Les forêts Algériennes. Revue forêt méditerranéenne Référence : T. XV, N°1, 1994, Pp. 59-63.

[3].Quezel P. (1976). Les forêts du pourtour méditerranéen. In Forêts et maquis méditerranéens : écologie, conservation et aménagements. Note technique MAB, 2: 9-33. UNESCO, Paris.

[4]. Yougouda H., Claudette B-N., Franck Steve K., Pierre Marie M. (2020). Effet de Prétraitements sur la Germination des Semences d'Acacia senegal (L.) Willd. (Mimosaceae) dans la Zone Sahélienne du Cameroun. European Scientific Journal. January 2020 edition Vol.16, No.3 ISSN: 1857 – 7881 (Print) e - ISSN 1857- 7431. Doi:10.19044/esj.2020.v16n3p263 URL:http://dx.doi.org/10.19044/esj.2020.v16n3p263

[5]. Meddour-Sahar O, Meddour R, Leone V, Lovreglio R, Derridj A, 2013. Analysis of forest fires causes and their motivations in North Algeria: the Delphi method. iForest 6: 247- 254 http://www.sisef.it/iforest/contents/?id=ifor0098-006

[6]. Kerrache G. (2011). Caractéristique et gestion des formations forestières en Algérie.p3

[7]. Ahmad Sher et *al.*, (2019). Methods of seed priming. Priming and pretreatment of seeds and seedlings.

[8]. Talhi F., Gherraf N., and Zellagui A. (2020). Allelopathic effect of the aqueous extract of Lantana camara L. on the germination and development of four vegetable species, vol. 18, pp. 116–121, 2020.

[9]. Dadach M. (2016) . Recherche des conditions optimales de la germination des graines de quelques labiées du mont de Tessala (Ouest Algérien) et perspectives de conservation. Thèse de doctorat 3éme cycle Université Djillali Liabes de Sidi Bel Abbes.169p

[10]. Rundel P.W. 1996. Monocotyledonous geophytes in the California flora. Article in Madroño , Vol. 43, No. 3, pp. 355-368.

[11]. Kaya M.D., Okcu G., Atak M., Cıkıhı Y., Kolsarıcı O. (2006)., Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (Helianthus annuus L.).European Journal of Agronomy Vol. 24, No 4, pp : 291–295.

[12]. Farooq A., Wahid N., Kobayashi D., Fujita D., Basra S.M.A. (2009). Plant drought stress: effects, mechanisms and management. Agronomy for Sustainable Development 29, pp: 185–212.

[13]. Gaudreault M., en (2005), Amorçage et séparation des graines d'épinettes noire (picea mariana [mill.] b.s.p). Amélioration de la germination des lots de semences forestières. Université du Québec, pp : 3-99.

[14]. Downie, B. et Wang, B.S.P. (1992). Upgrading germinability and vigour of jack pine, lodge pole pine, and white spruce by the IDS technique. Canadian Journal of Forest. Research. Vol: 22(8), pp : 1124-1131.

[15]. Bruckler L et Bouaziz A (1991). La germination des semences en conditions sèches. Revue Science et changements planétaires / Sécheresse. Vol 2, No 4, pp : 239-249.

[16]. Trabaud L. (1995). Modalités de germination des cistes et des pins méditerranéens et colonisation des sites perturbés Rev. Écolo. (Terre vie), vol. 50, page 10.

[17]. Bamba N., Ouattara N. D., Konan D., Bakayoko A. & Tra Bi F. H., (2018). Effets de cinq prétraitements sur la germination du vène (*Pterocarpus erinaceus* Poir., *Fabaceae*) dans la Réserve du Haut Bandama (Côte d'Ivoire). European Scientific Journal, Vol.14, No.30, pp: 438-453.

[18]. Romero B. and Ganteaume A. (2020). Does recent fire activity impact fire-related traits of *Pinus halepensis* Mill. and *Pinus sylvestris* L. in the French Mediterranean area. Annals of Forest Science (2020) 77:106. https://doi.org/10.1007/s13595-020-01016-1

[19]. Hashoum H., Saatkamp A., Gauquelin T., Ruffault J., Fernandez C. and Bousquet-Mélou A., (2019). Mediterranean woody plant specialized metabolites affect germination of *Linum perenne* at its dry and upper thermal limits. Plant Soil. https://doi.org/10.1007/s11104-019-04366-6

[20]. Bourioug M., Ezzaza1 K., Bouabid R., Alaoui-Mhamdi M., Bungau S., Bourgeade P., Alaoui-Sossé L., Alaoui-Sossé B., & Aleya L. (2020). Influence of hydro- and osmo-priming on sunflower seeds to break dormancy and improve crop performance under water stress.Environmental Science and Pollution Research 27:13215–13226. https://doi.org/10.1007/s11356-020-07893-3.