

EFFET DES PRETRAITEMENTS SUR LA GERMINATION DES GRAINES DU PISTACHIER DE L'ATLAS *Pistacia atlantica* DESF.

OUKARA Fatma Zohra^{1,2*}, SALEM Kenza¹, CHAOUCH Fatma Zohra¹,
CHAOUIA Cherifa¹, BENREBIHA Fatma Zohra¹

⁽¹⁾Université Saad Dahlab, Laboratoire de Biotechnologie en Productions Végétales
09000 Blida, Algérie

⁽²⁾Institut National de la Recherche Forestière, Station de recherche sur la conservation des sols et
lutte contre l'érosion, Ain Dheb, 26001 Médéa, Algérie

E-mail: fzoukara@yahoo.fr, salemkenza@yahoo.fr, chaouchfz@hotmail.com,
chercha1925@yahoo.fr, benrebihaf@yahoo.fr

(Received 11 September 2017– Accepted 18 November 2017)

Resume.- Les graines du pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf.) sont caractérisées généralement par une dormance surtout tégumentaire. Dans le but d'améliorer le taux de germination de cette espèce, il est testé l'effet de différents prétraitements physiques (scarification mécanique, stratification au froid) et chimique (acide sulfurique). Les résultats obtenus montrent que les différents prétraitements testés permettent d'améliorer le taux de germination, d'accélérer la vitesse de germination et de réduire le temps moyen de germination. Le plus grand taux de germination (100%) est enregistré chez les graines qui ont subi une stratification au froid à $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ pendant 30 jours combinés à une scarification mécanique. De même, le traitement des graines à l'acide sulfurique concentré pendant une heure et la scarification mécanique ont permis d'enregistrer des taux de germination élevés soit respectivement 93% et 97%. Cependant, la stratification des graines au froid à $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ à différentes périodes montre des taux de germination moyens (74%).

Mots clés: Germination, *Pistacia atlantica*, inhibition tégumentaire, scarification, stratification.

EFFECTS OF PRETREATMENTS ON THE GERMINATION OF PISTACHIO OF ATLAS *Pistacia atlantica* DESF.

Abstract.- Seeds of Atlas pistachio (*Pistacia atlantica* Desf.) are generally characterized by a dormancy especially integumentary inhibition. In this context and to optimize *Pistacia atlantica* seed germination and to overcome and remove the obstacle of tegumentary inhibition, we have tested the effect of various physical and chemical pretreatments. The obtained results showed various pretreatment tested allowed to improve the rate of seeding, to accelerate the speed of seeding and to reduce the average time of seeding. The biggest rate of seeding (100 %) is registered at the seeds which underwent a stratification in $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ during 30 days combined in a mechanical scarification. Also, the treatment of seeds in the sulphuric acid concentrated during one hour and the mechanical scarification allowed of registered(recorded) the high rates of seeding or respectively 93 %, 97 %. However, the stratification of seeds in colds in $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ in various periods showed average rates of seeding (74 %).

KEYWORDS: Germination, *Pistacia atlantica*, tegumentary inhibition, scarification, stratification.

Introduction

Le pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf.) est une espèce forestière endémique de l'Afrique du Nord [1,2]. Cette espèce est commune aux deux régions méditerranéennes et irano-touranienne [3,4].

Le pistachier de l'Atlas est l'une des espèces autochtones qui joue un rôle considérable, dans les régions arides et semi-arides. Il possède des intérêts socio-économiques [5] et écologiques importants. L'ensemble de l'arbre (feuilles, fleurs, gomme, fruits, racines et composés phénoliques) possède des vertus thérapeutiques [6]. L'écorce produit une résine mastic qui exsude naturellement de façon abondante par temps chaud [1]. L'arbre fournit un bois d'artisanat et de feu, il donne un bon charbon. C'est un bois lourd et de bonne conservation [2]. Le pistachier de l'Atlas s'accommode à tous les sols, excepté du sable. Il se contente d'une faible pluviométrie de l'ordre de 150 mm et parfois moins [7]. Il peut s'installer sur les sols érodés, salin et riche en calcaire. Il peut être utilisé comme porte greffe pour le pistachier fruitier (*Pistacia vera* L.) vu sa tolérance à la salinité [8]. De ce fait, il fait partie des espèces à grand potentiel pour la réhabilitation et le repeuplement des zones dégradées.

Le pistachier de l'Atlas dans son aire de distribution en Algérie est confronté à plusieurs contraintes d'ordre pédoclimatique et anthropique. Les peuplements de *P. atlantica* sont caractérisés par la présence des arbres âgés et l'absence presque totale des jeunes pousses. En outre, la régénération naturelle, notamment par voie sexuée, est généralement faible voire absente. La graine de *P. atlantica* est dotée d'un endocarpe osseux qui se traduit par une forte inhibition tégumentaire. Pour lever cette contrainte, les graines doivent être soumises à des traitements chimiques, thermiques ou à une stratification à froid humide [9]. Ceci afin d'assurer une production rapide, homogène et massive des plantules [10].

L'objectif du présent travail est d'optimiser davantage le pourcentage et la vitesse de germination des graines de *P. atlantica* en utilisant différents prétraitements physiques et chimiques.

1.- Matériels et méthode

1.1.-Matériel végétal

Les graines utilisées dans ce travail expérimental appartiennent à l'espèce *Pistacia atlantica*. Elles sont récoltées à maturité le mois de septembre à partir d'un peuplement porte graine situé dans la région de Ain Oussera (lieu dit Boucedraya: 02°56'56" 34°20'29") située dans l'étage semi-aride de la wilaya de Djelfa [11]. Les arbres choisis pour la récolte, présentent un bon état végétatif (photo 1). Après la récolte, les graines sont séchées à l'air libre et triées soigneusement pour éliminer celles infectées trouées par les insectes. Elles sont placées dans des sachets en papier et conservées au laboratoire, dans des conditions ambiantes et à l'abri de la lumière jusqu'à leur utilisation (photo 2).



Photo 1.- Peuplement porte graine du pistachier de l'Atlas situé à Boucedraya, Ain Oussera wilaya de Djelfa



Photo 2.- Fruit du pistachier de l'Atlas

Avant leur utilisation, les graines sont trempées dans de l'eau pendant 24 heures afin d'éliminer le péricarpe. Cependant, les graines vides sont écartées par le test de flottaison. Ensuite, elles sont désinfectées à l'hypochlorite de sodium (NaClO) à 8% pendant 5 minutes pour éviter la prolifération des micro-organismes et rincées abondamment à l'eau distillée.

1.2.- Prétraitements testés

Les graines sont réparties en lots. Chaque lot subi un des prétraitements suivants :

- Stratification au froid: Les graines sont stratifiées dans du sable humide, et placées au froid à $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ pendant 15, 30 et 40 jours.
- Scarification chimique: Les graines sont trempées dans une solution d'acide sulfurique concentré (96%), à différentes périodes (15 mn, 30 mn et 60 mn).
- Scarification mécanique: Les graines sont scarifiées à l'aide d'un scalpel. Cette technique consiste à effectuer une minutieuse incision au voisinage de l'embryon.
- Combinaison de deux prétraitements, stratification et scarification: les graines de ce lot subissent à la fois une stratification au froid à $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ pendant 30 jours et une scarification mécanique.

1.3.- Mise en place de l'essai et protocole expérimental

Les différents lots de graines prétraitées sont mis à germer dans des boîtes de Pétri de 9 cm de diamètre contenant du coton hydrophile tapissé de papier filtre. Chaque traitement porte sur 100 graines, soit 4 répétitions de 25 graines par boîte de Pétri. Celles-ci sont placées dans un incubateur réglé à $25\pm 1^{\circ}\text{C}$. Le dispositif expérimental adopté est un plan sans contrôle d'hétérogénéité à randomisation totale. Neuf traitements sont testés (tab. I)

Tableau I.- Différents prétraitements testés

Traitements	Type de prétraitement testé
T0	Aucun prétraitement
T1	Stratification au froid $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ / 15 j
T2	Stratification au froid $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ / 30 j
T3	Stratification au froid $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ / 40 j
T4	Trempage dans l' H_2SO_4 / 15 mn
T5	Trempage dans l' H_2SO_4 / 30 mn
T6	Trempage dans l' H_2SO_4 / 1h
T7	Scarification mécanique (Scalpel)
T8	Stratification au froids/30 j + Scarification mécanique

1.4.- Expression des résultats

Une graine est considérée germée lorsque la radicule perce les téguments [12]. Le comptage des graines germées est effectué quotidiennement pendant 40 jours. Les paramètres étudiés ont concerné:

- Taux de germination (TG): Représente le nombre des graines germées par rapport au nombre de graines mises en germination. Ce paramètre constitue un meilleur moyen pour déterminer la faculté germinative des graines. Il s'exprime en pourcent et calculé à partir de la moyenne :

$$TG\% = \left(\frac{n}{N}\right) \times 100 \quad (1)$$

n: nombre de graines germées; N: nombre total de graines mises en germination.

- Cinétique de germination: Le nombre de graines germées est noté toutes les 24 heures pendant 40 jours.

- Temps moyen de germination (TMG): C'est le nombre des graines germées par rapport au nombre de jours (temps). La vitesse de germination peut s'exprimer en temps moyen de germination (TMG) équivalent à l'inverse multiplié par 100 du coefficient de vélocité (Cv) [56]:

Le coefficient de vélocité est calculé par la formule de KOTOWSKI (1926) [13]:

$$Cv = (N1 + N2 + N3 \dots + Nn) \times 100 / (N1T1 + N2T2 + N3T3 \dots + NnTn) \quad (2)$$

Avec Nn égal au nombre de semences germées entre le temps Tn-1 et le temps Tn.

Le temps moyen de germination est calculé selon la formule suivant:

$$TMG = (1/ Cv) \times 100 \quad (3)$$

1.5- Analyse statistique

L'analyse statistique des résultats obtenus est réalisée par le logiciel SPSS© (version 20). Les résultats obtenus sont soumis à l'analyse de la variance (ANOVA) à un niveau de probabilité de 5%. Les moyennes sont comparées par le test de Tukey afin de déterminer les groupes homogènes à $\alpha=0,05$.

2.- Résultats

2.1.- Taux de germination

Les résultats obtenus montrent que le taux de germination varie considérablement avec les prétraitements testés (fig. 1). La stratification des graines au froid à $4\pm 1^\circ\text{C}$ pendant 30 jours combinée à une scarification mécanique (T8), permet d'atteindre le taux de germination le plus élevé (100%). De même, la scarification chimique (T4, T5, T6) et mécanique (T7) donne des taux de germination importants, soit respectivement 87%, 95%, 97% et 93%. Cependant, la stratification des graines au froid à $4\pm 1^\circ\text{C}$ à différentes périodes (T1, T2, T3) montrent des taux de germination moyens soit respectivement (70%, 74% et 77%). Les graines non traitées (T0) affichent un taux de germination

faible (34%). L'analyse statistique révèle une différence significative entre les prétraitements et le témoin. Le test de Tukey au seuil de 5 % a permis de classer les prétraitements en quatre groupes: a, b, c et d. Par ailleurs, la figure 4 montre une différence non significative entre les différentes durées de stratification au froid à $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ (T1, T2, T3) qui fait partie du groupe b. Le test de Tukey a permis de classer les traitements T4, T5 et T6, qui correspondent aux différentes durées de scarification chimique à l'acide sulfurique, dans le même groupe (c). Cependant, le prétraitement des graines par scarification chimique pendant 1 heure (T6), la scarification mécanique des graines (T7) et la combinaison entre la stratification au froid à $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ pendant 30 jours et la scarification mécanique (T8) sont classés dans le même groupe (d).

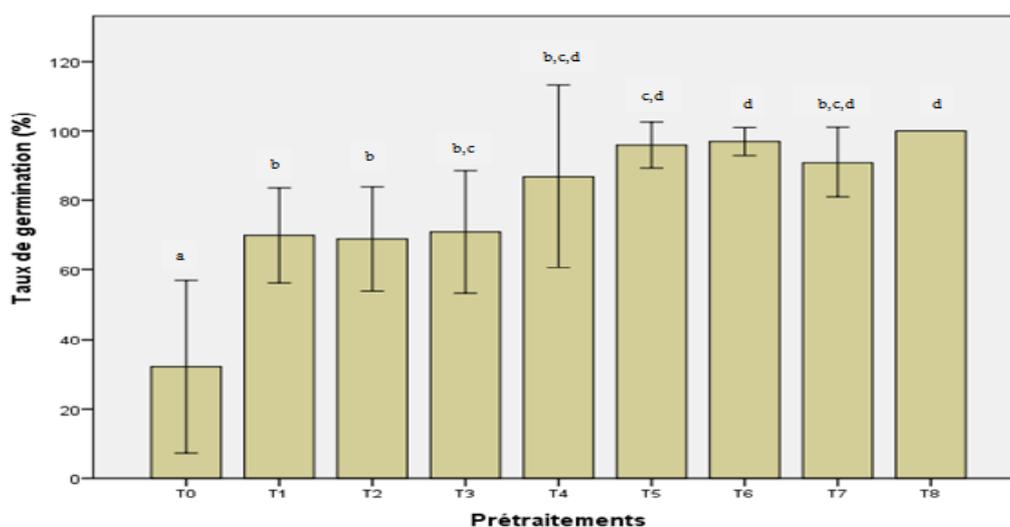


Figure 1.- Effet de prétraitements sur le taux de germination des graines de *P. atlantica*

2.2.- Cinétique de germination

La figure 2 présente l'évolution de la germination des graines de *P. atlantica* en fonction du temps pour l'ensemble des prétraitements testés. Les résultats montrent que les prétraitements testés ont amélioré la vitesse de germination des graines. Les courbes montrent que les prétraitements utilisés ont réduit le temps de latence des graines et accéléré la vitesse de germination. La germination chez les graines témoins (T0), n'a commencé qu'à partir du 13^{ème} jour. Le taux de germination augmente progressivement et il n'a atteint son maximum (34%) qu'au 38^{ème} jour. Cependant, pour les graines stratifiées au froid à différentes durées (T1, T2 et T3) la germination a commencé dès le 4^{ème}, 10^{ème} et 9^{ème} jour respectivement et les taux maximum de germination sont atteints au 20^{ème}, 37^{ème} et 24^{ème} jour respectivement. Alors, chez les graines scarifiées chimiquement à l'acide sulfurique et mécaniquement (T4, T5, T6 et T7), la germination est déclenchée à partir du 5^{ème} jour et les taux maximum de germination sont atteints about de 10 jours chez les graines scarifiées par l'acide sulfurique et 13 jours chez les graines scarifiées mécaniquement. Enfin, il est constaté que la vitesse de germination des graines stratifiées au froid et scarifiées (T8), est la plus rapide. La germination est débutée dès le 4^{ème} jour, elle est rapide durant les premiers jours. Le taux maximum de germination (100%) est enregistré à partir du 8^{ème} jour.

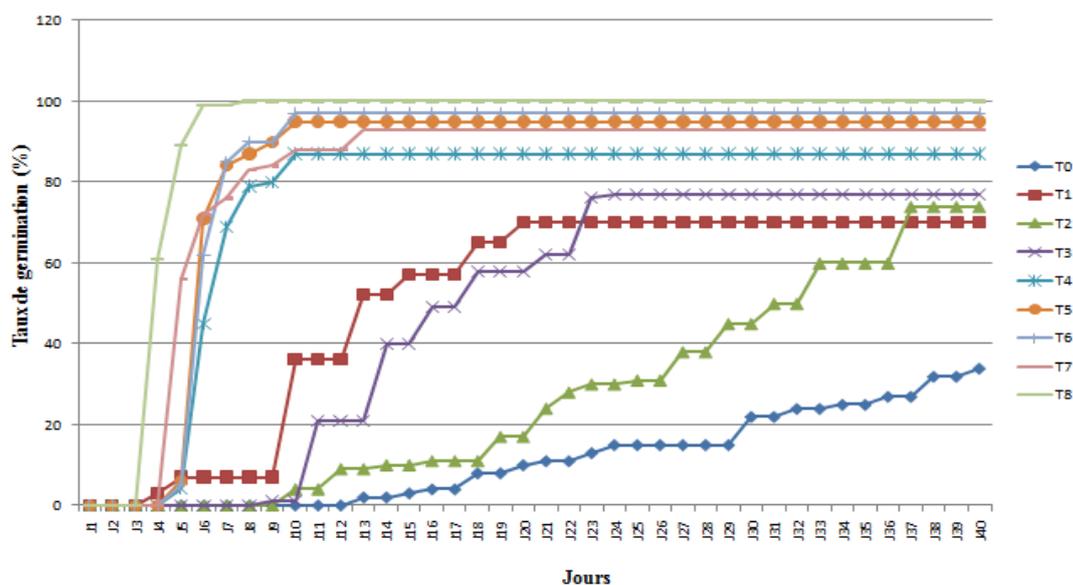


Figure 2.- Cinétique de germination des graines de *P. atlantica* sous l'effet des prétraitements

2.3.- Temps moyen de germination

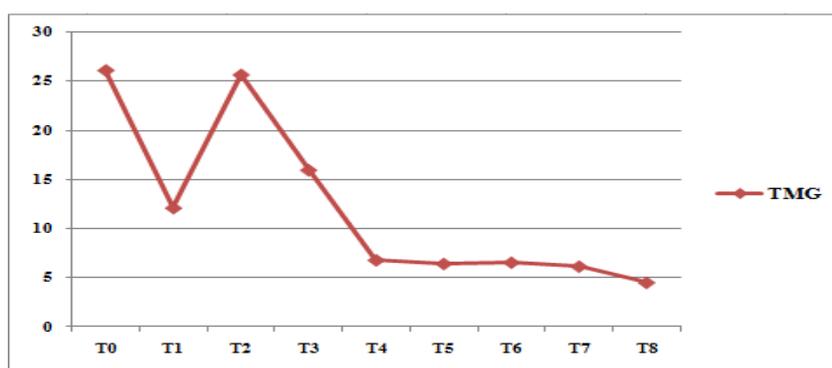


Figure 3.- Temps moyen de germination des graines de *P. atlantica* sous l'effet des prétraitements.

A travers l'analyse des données de la figure 3, il est constaté que la germination des graines de *P. atlantica*, s'étale sur une période comprise entre 4 et 26 jours pour l'effet de différents prétraitements testés. Il se note aussi que les graines stratifiées au froid à $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ pendant 30 jours et scarifiées mécaniquement (T8), présentent le temps moyen de germination le plus court (4 jours). Les temps moyens de germination les plus longues sont enregistrés chez les graines témoins (T0) et celles traités au froid pendant 30 jours. Les graines scarifiées (chimique, mécanique) présentent des temps moyens de germination similaires (6 jours).

3.- Discussion

Au vu des résultats, il apparaît le rôle de la scarification mécanique et chimique pour lever l'inhibition tégumentaire des graines. L'immersion des graines pendant 1 heure dans l'acide sulfurique permet d'obtenir un taux de germination élevé. La scarification chimique a permis le ramollissement des téguments des graines en favorisant la germination. L'efficacité de l'acide sulfurique pour lever l'inhibition tégumentaire avait été démontrée par plusieurs auteurs [14]. Cependant, ALETA et *al.* (1997) rapportent que

le trempage des graines du pistachier de l'Atlas dans l'acide sulfurique, pendant 10 minutes ne dépasse pas les 80% et pour une durée de trempage d'une heure, ils ont enregistré 30% seulement. Il faut faire très attention avec la scarification chimique, qui peut conduire à un éclatement artificielle des semences les quelles, après traitements d'une heure, ne seront pas capables de germer. La durée d'immersion dans l'acide sulfurique est différente selon les espèces [15]. Les résultats obtenus, sont similaires à celles décrits par JAOUADI *et al.* (2010) pour les graines d'*Acacia tortilis* [14]. Cependant, des traitements similaires sur une fabacée *Retama monosperma* (trempage des graines dans l'acide sulfurique pendant 1, 2 et 3 heures), n'ont permis aucune amélioration des taux de germination [16]. La durée optimale de trempage paraît être en rapport avec la dureté des téguments [17]. Chez l'arganier (*Argania spinosa* L.) réputée par la dureté de son tégument, aucune graine trempée dans de l'H₂SO₄ concentré pendant 48 heures ne germe [18]. GUERROUJ *et al.* (2015) signalent l'effet néfaste de l'acide sulfurique sur les graines de *Medicago arborea* qui se sont montrées très sensibles à un traitement chimique par l'acide sulfurique d'une durée de 4 minutes [10].

La scarification mécanique a permis aussi d'obtenir un taux de germination élevé (93%) et une diminution de temps moyens de germination. Ce procédé mécanique a donné les mêmes résultats chez les graines d'*Acacia origina*, *Acacia pilsipina* et *Pterotobium stellatum* [19] et chez *Parkinsonia aculeata* [20]. La scarification mécanique entraîne l'imbibition rapide du tégument des graines et l'entrée d'eau dans les réserves ce qui permet la sortie rapide de la radicule et le déclenchement des réactions métaboliques de l'embryon et des cotylédons [21].

La stratification au froid à 4°C s'est montrée également favorable sur la germination des graines du pistachier de l'Atlas. Cependant, les différentes durées de stratification au froid testées ont le même effet sur l'amélioration de taux de germination des graines. YAAQOBI *et al.* (2009) notent que la durée de stratification au froid à 4°C améliore le potentiel germinatif des graines du pistachier de l'Atlas [22]. Une durée de stratification entre 14 à 30 jours à une influence significative sur le taux de germination [23,24].

Un taux de germination de 100%, a été enregistré chez les graines du pistachier de l'Atlas après une stratification au froid à 4°C pendant 30 jours suivi par une scarification mécanique. La stratification combinée à la scarification constitue une méthode efficace permettant la levée de la dormance embryonnaire et tégumentaire affectant les graines du pistachier de l'Atlas.

Le temps moyen de germination est fortement influencé par les différents prétraitements utilisés. Le meilleur temps moyen de germination (4 jours) est obtenu chez les graines qui ont subi une stratification au froid pendant 30 jours combinés à une scarification mécanique. Les graines traitées à l'acide sulfuriques ont également montré un temps moyen de germination court (6 jours).

Conclusion

La présente étude montre que les différents prétraitements testés sur les graines du pistachier de l'Atlas ont fait ressortir des signes d'une dormance embryonnaire et tégumentaire. Pour avoir une germination rapide et homogène des graines de *P. atlantica*, le prétraitement de celles-ci est nécessaire et primordiale. La scarification mécanique et chimique, de même que leur stratification au froid se sont révélées efficaces pour favoriser

une germination rapide et homogène des graines de *P. atlantica*. La scarification à l'acide sulfurique pendant 1 heure, la scarification mécanique à l'aide d'un scalpel et enfin la combinaison entre la stratification au froid pendant 30 jours et la scarification mécanique ont permis d'enregistrer les meilleurs taux de germination et d'accélérer la vitesse de germination. Ces trois prétraitements, peu coûteux et simples à réaliser, peuvent être recommandés aux pépiniéristes forestiers afin d'assurer une production rapide, homogène et massive des plantules de pistachier de l'Atlas pour son utilisation éventuelle dans les programmes de reboisement en zones arides et semi-arides.

Références bibliographiques

- [1].- Monjauze A., 1980.- Connaissance du bétoum *Pistacia atlantica* Desf. Biol for, 4 (32): 356–363.
- [2].- Ozenda, P., 1983.- Flore du Sahara. 2^{ème} Ed. Centre national de la recherche scientifique, Paris, 622 p.
- [3].- Zohary M., 1952.-A monographical study of the genus *Pistacia*. Palestine J bot Jerusalem Ser, 5: 187–228
- [4].- Médail F., Quézel P., 2003.- Conséquences écologiques possibles des changements climatiques sur la flore et la végétation du bassin méditerranéen. *Bocconea*, 16 (1) : 397-422.
- [5].- El Zerey-Belaskri A., Benhassaini H., Naimi W., Rahoui S., 2013.- Cellulosic and hemicellulosic fractions dosage of *Pistacia atlantica* Desf. subsp. *atlantica* leaves in western Algeria. *Nat. Prod. Res.*, 27 (19): 1757-1763 doi : 10.1080/14786419.2012.755679
- [6].- Benaradj A., Boucherit H., Bouazza M., et Hasnaoui O., 2015.- Ethnobotanique du pistachier de l'atlas (*Pistacia atlantica*) auprès la population de Béchar (Algérie occidentale), *Journal of Advanced Research in Science and Technology*, 2 (1): 139-146.
- [7].- Benhssaini H., Belkhodja M., 2004.- Le pistachier de l'Atlas en Algérie entre la survie et disparition. *La feuille et l'aiguille*, 54 : 1-2.
- [8].- Benhassaini H., Fetati A., Kaddour Hocine A. and Belkhodja M., 2012.- Effect of salt stress on growth and accumulation of proline and soluble sugars on plantlets of *Pistacia atlantica* Desf. subsp. *atlantica* used as rootstocks. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 16 (2) : 159-165
- [9].- Côme D. et Corbineau F., 1998.- Semences et germination. In: *Proc. Physiologie végétale II: Croissance et développement*. Ed. Hermann and P. Mazliak : 185-313.
- [10].- Guerrouj K., Bouterfas M., abdelmoumen H., Boukroute A., Missbah El Idrissi M., 2015.- Prétraitement des graines de la luzerne arborescente (*Medicago arborea* L.) et influence de la salinité et de la température sur leurs germinations. *Nature et Technologie*, 13 : 41-46

- [11].- Anonyme, 2011.- Note synthétique sur les ressources génétique forestières et les peuplements porte graines. Ed. Institut National de Recherche Forestière, Alger, 20 p.
- [12].- Come D., 1970.- Les Obstacles à la Germination. Ed. Masson et Cie, Paris, 162 p.
- [13].- Kotowski F., 1926.- Temperature Relations To Germination Of Vegetable Seed. Proceedings Of The American Society For Horticultural Science, 23:176-184.
- [14].- Jaouadi W. , Hamrouni L., Souayeh N. et Khouja M. L., 2010.- Étude de la germination des graines d'*Acacia tortilis* sous différentes contraintes abiotiques. Biotechnol. Agron. Soc. Environ., 14 (4) : 643-652
- [15].- Aleta N.; Ninot A.; Rouskas D.; Zakinthinos G.; Avanzato D. et Mendes Gaspar A., 1997.- La multiplication du Pistachier. Option méditerranéenne. Amélioration d'espèces à fruits à coque noyer, Pistachier série B: Etudes et recherches N° 16, Ed. E. Germain, Pp 121-132.
- [16].- Bouredja N., Zoheir Mehdadi Z., Bendimered F. Z. et Chérifi K., 2011.- Effets de quelques prétraitements physico-chimiques sur la levée de l'inhibition tégumentaire des graines de *Retama monosperma* Boiss. et recherches des conditions thermiques optimales de germination. Acta Bot. Gallica, 158 (4): 633-643.
- [17].- Neffati M., 1994.- Caractérisation morpho-biologique de certaines espèces végétales nord africaines: implication pour l'amélioration pastorale. Thèse de doctorat en science biologiques appliqués, Université de Gend, Belgique, 264 p.
- [18].- Berka S. et Harfouche A., 2001.- Effets de quelques traitements physico-chimiques et de la température sur la faculté germinative de la graine d'Arganier. Rev. For. Fr., V. III-2: 125-130.
- [19].- Teketay D. 1998.- Germination of *Acacia origena*, *Acacia pilispina* and *Pterofobium stellatum* in response ta different pre-swinq seed freatments, temperature and light. Journal of Arid Environm ents, 38: 551-560.
- [20].- Benadjaoud A. et Aïd F., 2004 effets de quelques traitements physico-chimiques et de la température sur la faculté germinative des graines de *Parkinsonia aculeata* L. Annales de l'Institut National Agronomique, EI-Harrach, Alger, vol. 25 (1): 19-30
- [21].- Ahoton L. E., Adjakpa J. B., Ifonti M'po M.P. et Akpo E. L., 2009.- Effet des prétraitements des semences sur la germination de *Prosopis africana* (Guill., Perrot. et Rich.) Taub., (Césalpiniacées): Tropicultura, 27, 4: 233-238
- [22].- Yaaqobi A. El Hafid L. et Haloui B., 2009.- Etude biologique de *Pistacia atlantica* Desf. de la région orientale du Maroc. Biomatec Echo, vol. 3, N° 6: 39-49.
- [23].- Morita T., Miyamatsu A., Fujii M., Kokubu H., Abe M., Kurashima A. and Maegawa M., 2011.- Germination in *Zostera japonica* is determined by cold stratification, tidal elevation and sediment type. Aquatic Botany; 95: 234– 241.
- [24].- Redondo-Gómez S., AndradesMoreno L., Parra R., MateosNaranjo E. and Sánchez-Lafuente A.M., 2011.-Factors influencing seed germination of *Cyperus capitatus*, inhabiting the moving sand dunes in southern Europe. Journal of Arid Environments; 75: 309-312.