



HAL
open science

Contribution à l'amélioration de la germination chez une endémique forestière du Maroc, le cyprès de l'Atlas

Y. Arjouni, M. Ahmed El Alaoui El Fels, Saïd El Mercht, Amadou Abou Sy, Farid El Wahidi, Abderrahmane Romane, Alain Roques, Annie Yart

► To cite this version:

Y. Arjouni, M. Ahmed El Alaoui El Fels, Saïd El Mercht, Amadou Abou Sy, Farid El Wahidi, et al.. Contribution à l'amélioration de la germination chez une endémique forestière du Maroc, le cyprès de l'Atlas. *Ecologia mediterranea*, 2013, 39 (1), pp.201-208. hal-02649447

HAL Id: hal-02649447

<https://hal.inrae.fr/hal-02649447>

Submitted on 29 May 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Contribution à l'amélioration de la germination chez une endémique forestière du Maroc, le cyprès de l'Atlas

Contribution to the improvement of germination among a forest endemic of Morocco, the Atlas cypress

Y. ARJOUNI^{1,4}, M. A. EL ALAOU EL FEL^{1,2}, S. EL MERCHT³, A. ABOU SY¹,
F. EL WAHIDI³, A. ROMANE⁴, A. ROQUES⁵ & A. YART⁵

1. Muséum d'histoire naturelle de Marrakech, Université Cadi Ayyad, Marrakech, Maroc

2. Laboratoire de biotechnologies, biochimie, valorisation et protection des plantes, Université Cadi Ayyad, Marrakech, Maroc

3. Centre régional de la recherche forestière, Marrakech, Maroc

4. Laboratoire de chimie organique appliquée, Université Cadi Ayyad, Marrakech, Maroc

5. INRA UR 633, Zoologie forestière, Orléans, France

Résumé

La cupressacée à *Cupressus atlantica*, qui abrite une diversité biologique originale, joue un rôle socio-économique et écologique important. Cependant, ces formations, souvent préstep-piques, sont soumises à des pressions croissantes d'origine principalement anthropique. En outre, d'autres facteurs tels que la sécheresse, l'absence de régénération ou encore les ravageurs des cônes et des graines, menacent à terme l'avenir du cyprès de l'Atlas.

Actuellement, les services forestiers marocains adoptent des orientations qui consistent à utiliser de plus en plus des espèces autochtones, notamment le Cyprès atlasique, dans les programmes de reboisement. Ainsi, il est très important de maîtriser l'itinéraire technique de production des plants de qualité. Cela nécessite une intensification des efforts en matière de recherche pour améliorer les connaissances des différentes étapes de ce processus, depuis la collecte des semences jusqu'à l'acclimatation des plants en passant par le stockage et la germination des graines.

La présente étude vise à apporter une contribution concernant le comportement germinatif de ce conifère. En premier lieu, plusieurs traitements de prégermination (traitement chimique, traitement par l'eau à différentes températures, traitement mécanique qui consiste à frotter les graines avec du papier à sable) ont été expérimentés afin d'améliorer la germination par la levée de la dormance des graines. Les résultats

relatifs à ces prétraitements ont montré que ces derniers jouent un rôle primordial dans la levée de la dormance et améliorent par conséquent la germination. En effet, les taux de germination les plus élevés 67,77 % et 75,55 % ont été enregistrés respectivement au niveau des graines traitées avec de l'eau chaude (60 °C) et par la scarification mécanique. Le traitement avec de l'acide sulfurique concentré a conduit à des taux de germination très faibles voire nuls, contrairement à ce qui a été observé chez d'autres espèces forestières et à ce qui avait été précédemment reporté chez le Cyprès atlasique.

C. atlantica possède une dormance physique attribuée au tégument dur, qui peut entraver la régénération naturelle. La scarification mécanique et l'eau chaude (60 °C) sont les traitements les plus efficaces pour améliorer la germination des graines du *C. atlantica*. Le stress hydrique et le stress salin ont un effet inhibiteur sur la germination des graines du cyprès de l'Atlas.

Ces résultats, concernant la germination, premier maillon de l'opération de reboisement, peuvent contribuer à la restauration des espaces dégradés et la réhabilitation des écosystèmes aride et semi-aride.

Abstract

The Cupressaceae *Cupressus atlantica* (Gausson 1950), which shows a unique biological diversity, plays an important socio-economic and ecolog-

Mots clés : *Cupressus atlantica*, germination, scarification.

Keywords: Atlas cypress, germination, scarification.

ical role. However, these courses often prestepic are under increasing pressures mainly antropoc origin which, with other factors such as dryness or pests of cones and seeds, eventually threatening the future of Atlas cypress.

Currently, Moroccan forestry adopt guidelines that are to use more native species, including the Atlas cypress in reforestation programs. Thus, it is very important to master the technical route of production of seed quality. This requires increased efforts in research to improve knowledge of the various stages of this process, from seed collection to the acclimatization of plants through storage and seed germination

To address this problem, it is very important to understand and control the technical route of seed quality production. This requires increased efforts in research to improve knowledge about various stages of this process, from seed collection to the acclimation of young plants through the collection/storage and seed germination.

This study aims to investigate the germination patterns of this conifer. First, several pretreatment techniques have been applied to improve the germination by removing the seed embryo dormancy.

Relating to the treatments of germinations, the result obtained with sulfuric acid showed very low germination rates or zero for concentrations of 50, 70 and 80%, contrary to what was quoted by Bechir (2004) at the Atlas cypress. These data also disagree with the results found by Zine El Abidine (2003) at the red juniper. The germination rate decreases significantly with increasing the concentration of sulfuric acid and also due to an increase of the temperature of the water. Similar observations were reported for other species such as *Acacia farnesiana* (FAO, 1992). It seems that mechanical scarification and the treatment the warm water (60 °C) induce germination much earlier than the witness. The same results were observed at several species such as *Acacia nilotica*, *Cassia fistula* and *Acacia farnesiana* (FAO 1992).

At the Atlas cypress, our results showed a decrease in germination according to the increase of water stress expressed by a rise in the concentration of PEG 6000. These results are consistent with what has been observed in other conifers such as *Cedrus libani* (Dirik 1999), *Pinus halepensis* and *Pinus brutia* (Calamassi et al. 1980; Thanos & Skordilis 1987). Note that for this salt stress decreased germination rate as a function of salt stress is more remarkable (Figure 3). Moreover, to water stress, the tendency is almost the same as that observed in the salt stress. However, the delay of germination is less pronounced than in the salt stress (Figure 5). In general, the germination rate decreases significantly with increasing water stress. Similar results were recorded in several species such as cedar of Lebanon (*Cedrus libani*) (Dirik 1999).

The results presented in this work have shown the undeniable effect of mechanical scarification and hot water on seed germination of Atlas cypress. In addition, water stress and salt stress,

expressed by the increase in polyethylene glycol (PEG 6000) and NaCl, have a depressive effect on seed germination of this endemic conifer studied, at least at the origin of Aghbar.

Introduction

Le cyprès de l'Atlas (*Cupressus atlantica*), « Sirow » Al Atlas en arabe, « Blinz » en arabe local ou encore « Imjed » en amazigh pour les tribus qui vivent dans la région où s'individualise ce conifère endémique. L'espèce, décrite pour la première fois en 1921 par Watier (Alifriqui 1995) dans la vallée de l'oued N'Fiss au sud de Marrakech, a été confondue avec le Cyprès vert (*Cupressus sempervirens* L.). Mais, c'est en 1950 que Gaussen donne à ce conifère natif le rang d'espèce et le nomme *Cupressus atlantica* Gaussen.

Cupressus atlantica, cantonné dans les monts de l'Atlas (Debazac 1977 ; Alifriqui 1992), se localise dans les zones les plus internes de cette chaîne montagneuse. Sa répartition est liée essentiellement aux conditions climatiques et géomorphologiques ; il s'individualise uniquement au niveau de la haute vallée du N'Fiss, région caractérisée par un climat lumineux, très contrasté (Alifriqui et al. 1992). L'aire naturelle de cette endémique forestière est comprise entre 30° 45' et 31° 5' de latitude nord et 8° 5' et 9° de longitude ouest et à une altitude entre 1 100 et 2 200 m. Dans ce périmètre réduit, la forêt reste la principale source d'énergie pour la population. En effet, le bois du cyprès de l'Atlas est utilisé généralement comme bois de chauffage, mais également comme bois de construction (portes, fenêtres, charpentes, etc.). Le feuillage est aussi utilisé comme fourrage pour le cheptel constitué principalement de caprins. On pratique, également, des massages du dos avec ce feuillage imbibé d'eau (El Alaoui El Fels 2007 ; El Alaoui El Fels & Alifriqui 2009). En outre, la décoction des cônes est employée, notamment dans cette vallée, comme antidiarrhéique et antihémorragique (Bellakhdar 1997).

Dans les années 1970, le Cyprès atlasique couvrait environ 7 000 ha au total, avec plusieurs populations relictuelles reconnues (Destremeau 1974), mais son aire a régressé très rapidement à moins de 1 500 ha (Ech-chamikh 1983 ; Barbero et al. 1990 ; Quézel 1991). *C. atlantica* est classé parmi les 17 espèces forestières mondiales dont le patrimoine génétique s'appauvrit (FAO 1976).

Afin de contrecarrer la dégradation des peuplements du Cyprès atlasique, qui sont souvent caractérisés par l'absence du sous-bois, l'érosion du sol et une régénération naturelle très limitée, il s'avère nécessaire d'amplifier les efforts en matière de recherche pour améliorer les connaissances des différentes étapes techniques dans la production des plants de qualité, depuis la collecte des cônes jusqu'à l'acclimatation des plants en passant par le stockage et notamment la germination des graines qui constitue un maillon important dans tout programme de reboisement. Ainsi, le présent travail vise à apporter une contribution concernant le comportement germinatif de ce conifère natif de la vallée de N'Fiss.

Matériels et méthodes

Collecte et stockage des graines

Les cônes ont été collectés pendant le mois d'août 2007 sur plusieurs arbres dans le peuplement d'Aghbar, provenance naturelle de la vallée de l'oued N'Fiss (tableau 1). Les semences ont été soumises à un test de viabilité selon le principe de flottaison dans l'eau (Willan 1992). Ainsi, les semences ont été placées dans un béccher contenant de l'eau. L'ensemble a été agité pendant 15 minutes puis nous l'avons laissé décanter pendant 5 minutes. Les graines pleines supposées viables se déposent au fond du béccher en fonction de leur poids, tandis que les graines vides flottent.

Les semences viables ont été désinfectées par trempage dans l'hypochlorite de Sodium (20 %) pendant 30 minutes. Après rinçage à l'eau distillée, les graines ont été soumises à une stratification pendant deux jours sous différentes températures (chaque jour 12 heures à 4 °C et les 12 autres heures à 18 °C), (Bechir 2004). La stratification lève principalement la dormance embryonnaire des graines et améliore la germination (Tanaka 1984).

Traitements de prégermination

Le phénomène de dormance est un ensemble de plusieurs barrières physiques et/ou physiologiques qui doivent être levées afin que la graine reprenne un métabolisme actif et puisse ainsi commencer le cycle de vie de la plante. Dans ce contexte, le semis est précédé de plusieurs prétraitements classés comme ainsi : un traitement chimique qui consiste au trempage des graines dans de l'acide sulfurique (d = 1.84, 95 %) à différentes dilutions dans de l'eau distillée (10, 30, 50, 70 et 80 %), pendant 15 minutes puis rinçage à l'eau distillée ; un traitement par l'eau effectué en trempant des graines dans de l'eau chauffée à deux températures (60 °C et 100 °C) pendant 15 minutes, technique susceptible d'accroître l'imbibition et améliorer les taux de germination ; un traitement mécanique qui consiste à frotter les graines avec du papier à sable. Un trempage des graines dans l'eau distillée à température normale est réalisé comme témoin.

Après avoir effectué les différents traitements, les graines sont placées dans des boîtes de pétri sur du papier-filtre imbibé de 10 ml d'eau distillée, à raison de 30 graines par boîte avec 3 répétitions par traitement puis placées dans un incubateur réglé à 20 °C pendant un mois. Le contrôle de l'humidité et le comptage des graines germées ont été effectués tous les 2 jours. L'émergence de la radicule de 1 mm de longueur est un signe de la germination des graines testées.

Les observations ont révélé pour chaque traitement le taux de germination journalier pendant les quatre semaines qui ont suivi les semis. À partir de ces observations ont été calculés les taux de germination et les vitesses moyennes de germination (TMG) :

$$TMG (\text{jour}) = \sum (G_i \times J_i) / G_t$$

Avec : TMG = vitesse moyenne de germination
 G_i = taux de germination du jour i
 J_i = jour i : nombre de jours depuis le semis
 G_t = nombre total des graines germées

Tableau 1 – Données éco-géographiques de la station naturelle choisie de *Cupressus atlantica*.

Table 1 – Eco-geographical data of the selected natural area of *Cupressus atlantica*.

Peuplement	Latitude nord	Longitude ouest	Altitude (m)	Exposition	Position	Climat
Aghbar	31° 18' 521"	007° 57' 44,8"	1 750	S/SW	Bas versant	Semi-aride/froid

Test de germination sous stress salin et hydrique

Les graines, désinfectées et stratifiées, ont été scarifiées à l'aide d'un papier à sable. Rincées avec de l'eau distillée, les graines ont été placées dans des boîtes de pétri avec une large gamme de concentration en NaCl (0,01M, 0,015M, 0,02M, 0,04M, 0,06M et 0,08M) et polyéthylène glycol (PEG 6000) (20 g/l, 30 g/l, 40 g/l, 60 g/l, 80 g/l et 90 g/l). Pour chaque concentration, nous avons 3 répétitions à raison de 30 graines par boîte de pétri. L'ensemble a été placé pour incubation pendant 24 jours à une température de 20 °C.

Résultats

Traitements de prégermination

L'histogramme des taux de germination des différents traitements qui ont été effectués (figure 1) a montré qu'après 30 jours d'incubation à 20 °C la scarification mécanique se caractérise par le taux le plus élevé (75,55 %), suivi du traitement avec l'eau chaude à 60 °C (67,77 %). Les autres techniques ont montré des taux de germination inférieurs au témoin. Les graines traitées par de l'eau chaude à 100 °C et l'acide sulfurique 50 %, 70 % et 80 % n'ont pas pu germer.

Les traitements qui montrent un taux de germination très élevé diminuent considérablement

le temps de germination des graines de cyprès de l'Atlas, notamment la scarification mécanique et le traitement à l'eau chaude (60 °C) qui induisent une germination beaucoup plus précoce que le témoin (figure 1). Le taux de germination moyen est de 60 % pour les graines traitées à l'eau chaude (60 °C) et par la scarification mécanique alors que pour le témoin ce taux n'est que de 50 %. Pour les autres traitements, le taux de germination reste inférieur à 30 %. Pour l'ensemble des traitements étudiés, le taux de germination se stabilise à partir du 26^e jour.

La germination sous stress salin et hydrique

Les résultats du pourcentage cumulé du taux de germination après 24 jours d'incubation ont montré que le cyprès de l'Atlas présente une grande sensibilité au stress salin et hydrique au moins au niveau de la germination. En effet, les taux de germination les plus élevés ont été enregistrés au niveau du témoin avec des valeurs de l'ordre de 73 % (figures 2 et 3). L'augmentation de la concentration de NaCl et du PEG 6000 induit une diminution du taux de germination pour les fortes concentrations.

Les résultats de la cinétique de germination sous stress salin après 24 jours d'incubation ont montré que la salinité a un effet dépressif sur la germination. En effet, les graines non stressées germent beaucoup plus vite que celles placées dans des solutions salines (figure 4). Le nombre de graines qui ont

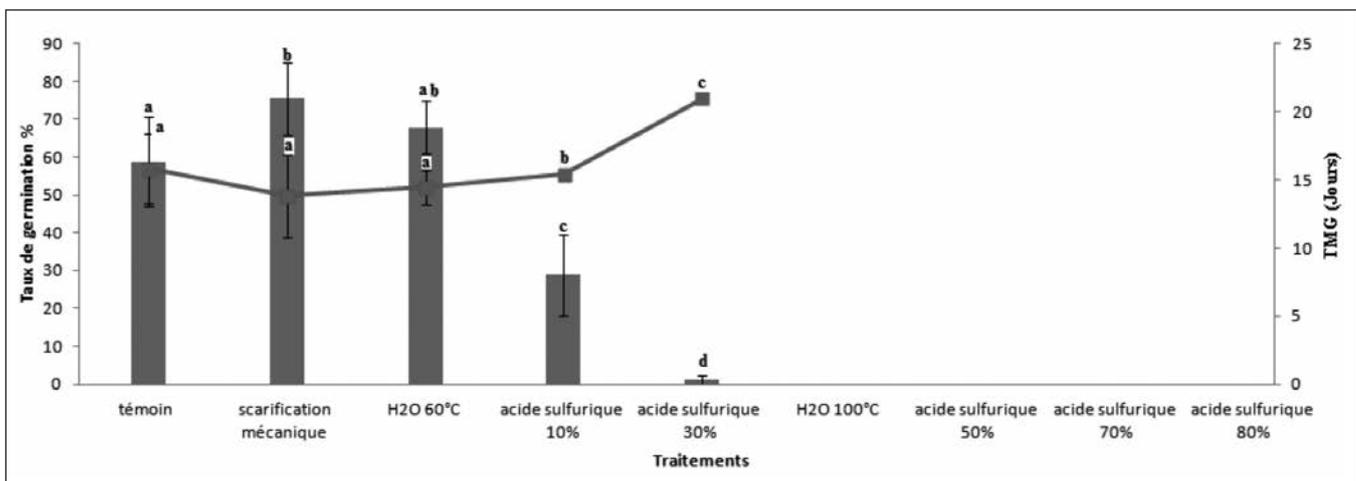


Figure 1 – Taux de germination (%) des graines de cyprès de l'Atlas en fonction des différents traitements (mécaniques, chimiques et physiques) incubées un mois à 20 °C.

Figure 1 – Percent of germination of Atlas cypress seeds according to the various treatments (mechanical, chemical and physical) incubated for one month at 20 °C.

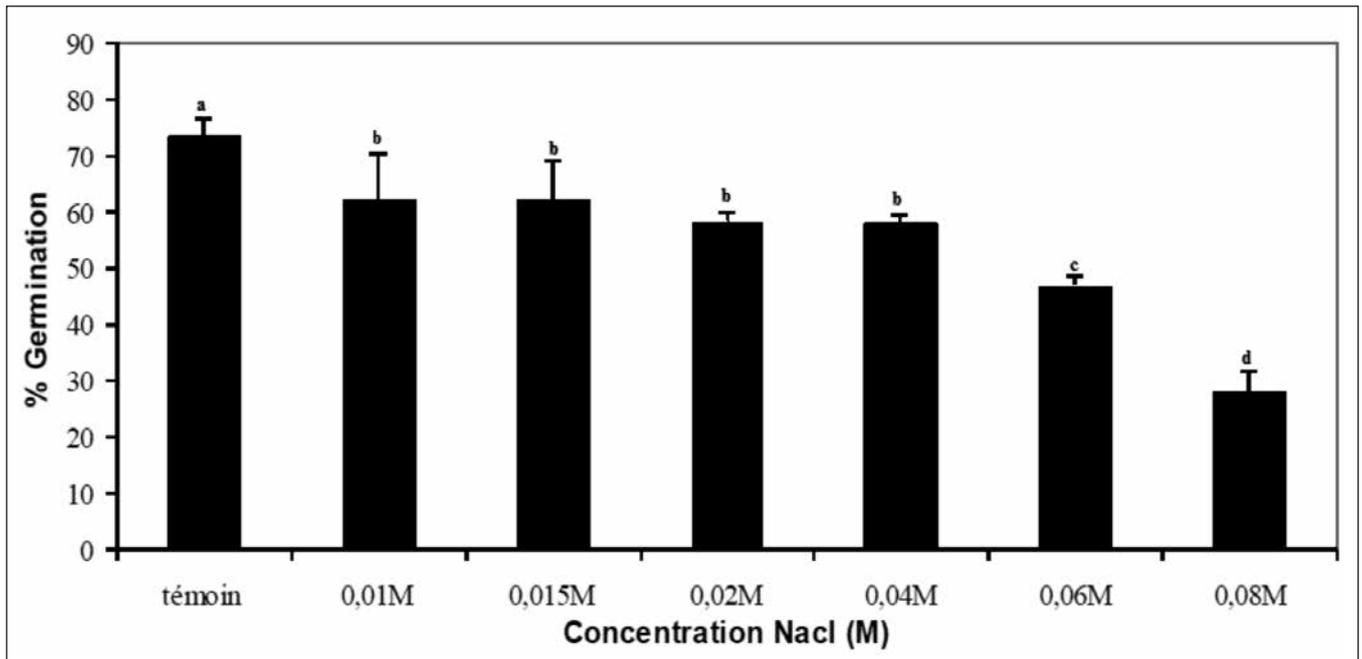


Figure 2 – Pourcentage de germination (%) des graines de cyprès de l'Atlas en fonction des différentes concentrations de NaCl (T = 20 °C, 24 jours).

Figure 2 – Germination percent of seeds of Atlas cypress according to the various NaCl concentrations (T = 20 °C, 24 days).

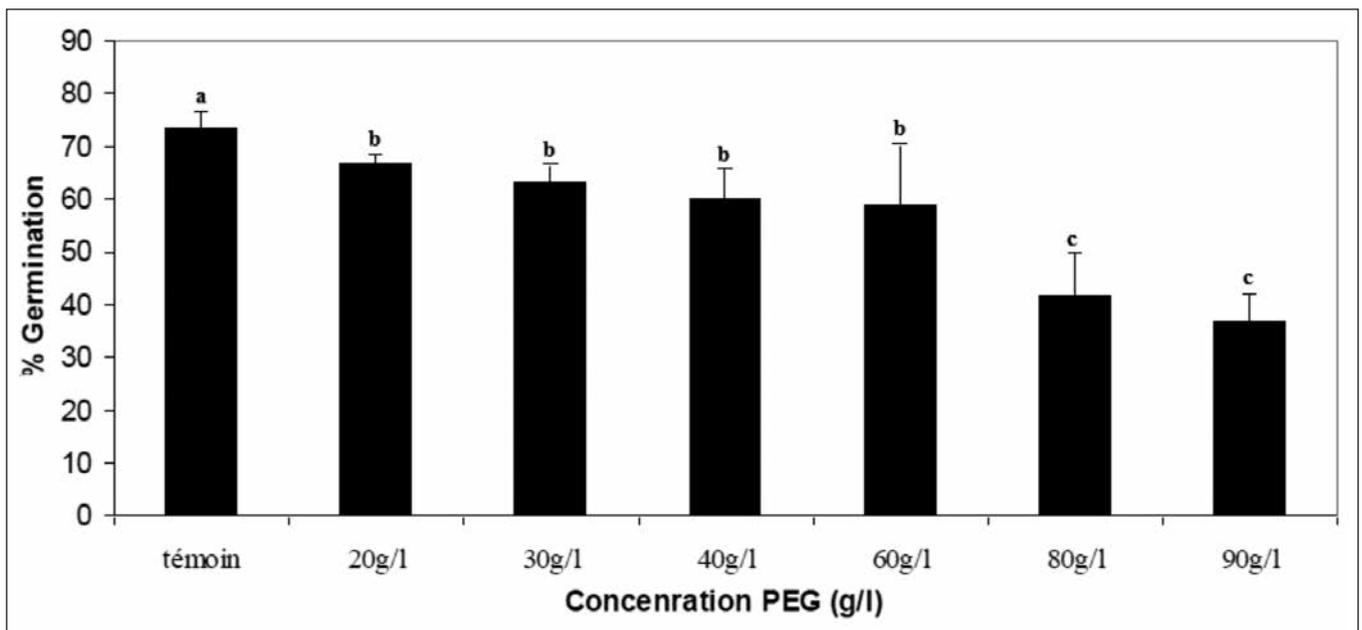


Figure 3 – Pourcentage de germination (%) des graines de cyprès de l'Atlas en fonction des différentes concentrations du PEG 6000 (T = 20 °C, 24 jours).

Figure 3 – Rate of germination (%) of seeds of Atlas cypress according to the various concentrations of the PEG 6000 (T = 20 °C, 24 days).

germées en fonction du temps diminue avec l'augmentation de la concentration du sel. Pour des concentrations de 0,06 et 0,08M de NaCl, la germination ne commence qu'à partir du 8^e jour d'incubation.

Pour le stress hydrique, la tendance est presque la même que celle observée pour le stress salin. Cependant, le retard de germina-

tion est moins marqué que pour le stress salin (figure 5). Les germinations sont beaucoup plus précoces au niveau du témoin, alors que plus les concentrations du PEG 6000 augmentent, plus la germination est retardée. En général, le taux de germination diminue considérablement avec l'augmentation du stress hydrique.

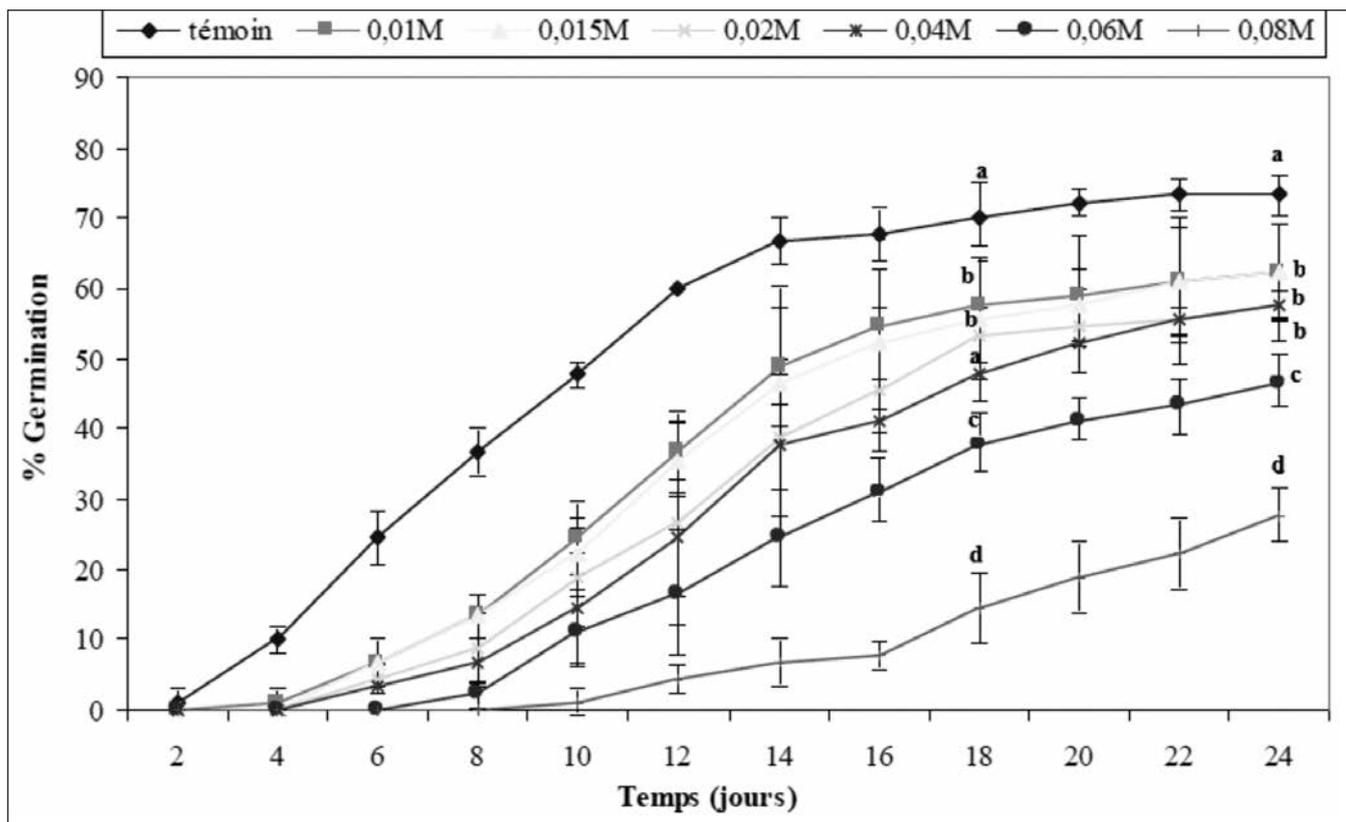


Figure 4 – Variation du pourcentage de germination (%) des graines du cyprès de l'Atlas en fonction du temps (jours) avec différentes concentrations de NaCl.

Figure 4 – Variation of the rate of germination (%) of seeds of the Atlas cypress according to time (days) with various NaCl concentrations.

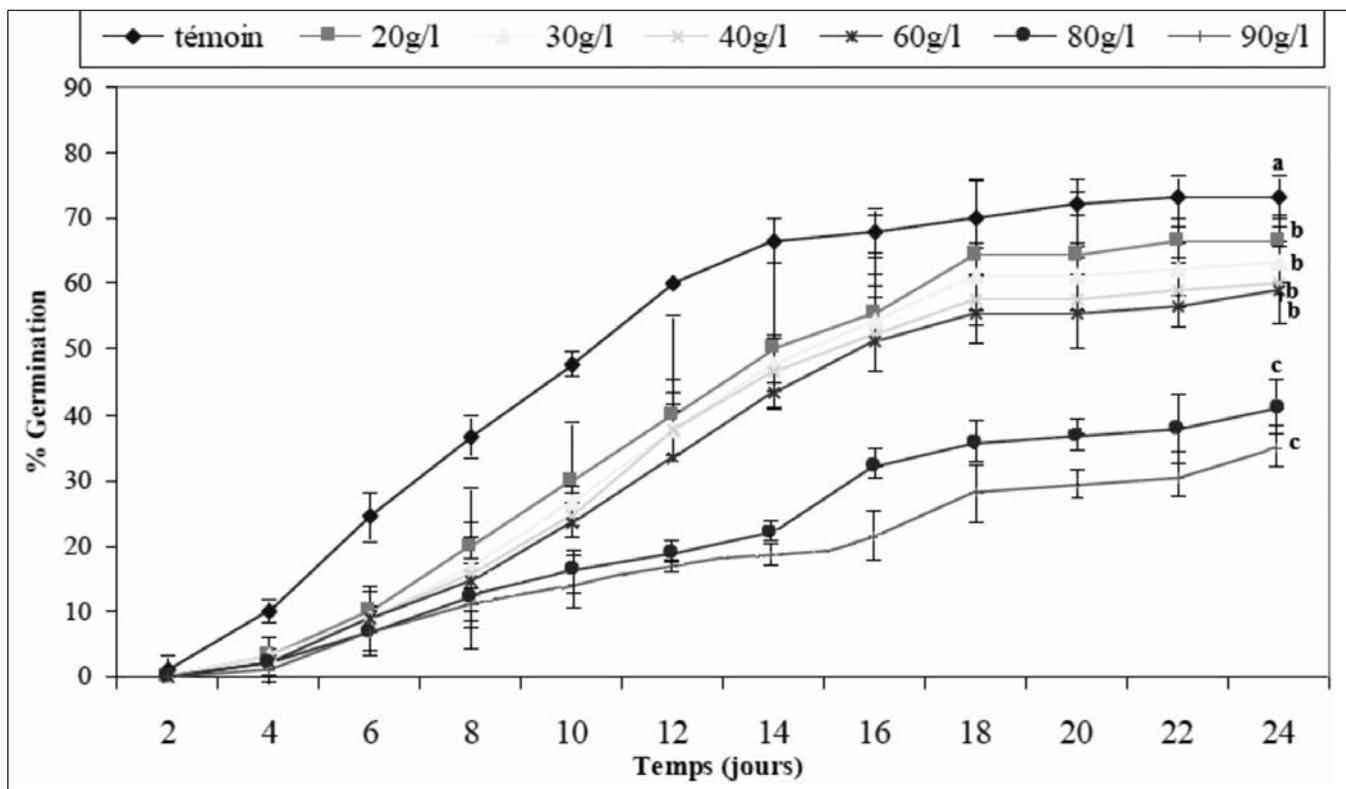


Figure 5 – Variation du taux de germination (%) des graines du cyprès de l'Atlas en fonction du temps (jours) avec différentes concentrations de PEG 6000.

Figure 5 – Variation of the rate of germination (%) of seeds of the Atlas cypress according to time (days) with various concentrations of PEG 6000.

Discussion

Concernant les traitements de prégermination, le résultat obtenu avec de l'acide sulfurique a montré des taux de germination très faibles voire même nuls pour des concentrations de 50, 70 et 80 %, contrairement à ce qui a été cité par Bechir (2004). Nos données sont également en désaccord avec les résultats trouvés par Zine El Abidine (2003) chez le Genévrier rouge. On peut émettre l'hypothèse d'une lésion possible de l'embryon du cyprès de l'Atlas suite au trempage des graines dans de l'acide sulfurique concentré ou dans de l'eau très chaude, au moins pour les populations que nous avons étudiées. En effet, le taux de germination diminue d'une façon significative avec l'augmentation de la concentration de l'acide sulfurique et également suite à une augmentation de la température de l'eau. Des observations similaires ont été signalées pour *Casuarina equisetifolia* (Eze & Ahonsi 1993).

La scarification mécanique et le traitement à l'eau chaude (60 °C) induisent une germination beaucoup plus précoce que le témoin. Des résultats similaires ont été signalés chez d'autres espèces forestières (Valbuena & Tarrega 1998 ; Patané & Gresta 2006).

Chez le cyprès de l'Atlas, nos résultats ont montré une diminution de la germination en fonction de l'augmentation du stress hydrique exprimé par une élévation de la concentration du PEG 6000. Ces résultats sont en accord avec ce qui a été relevé chez d'autres conifères tels que *Cedrus libani* (Dirik 1999), *Pinus halepensis*, *P. brutia* (Calamassi *et al.* 1980 ; Thanos & Skordilis 1987) ou encore *P. resinosa* (Becker *et al.* 1987). Concernant la cinétique de germination sous stress salin après 24 jours d'incubation, nos résultats ont montré que la concentration de NaCl a un effet dépressif sur la germination. Le taux de germination diminue considérablement avec l'augmentation du stress hydrique. Des résultats similaires ont été obtenus chez le cèdre du Liban (Dirik 1999), le jobba (Boulghalagh *et al.* 2006) et le *Leucaena leucocephala* (Benata *et al.* 2006). Par ailleurs, pour le stress hydrique, la tendance est presque la même que celle observée dans le stress salin. Cependant, le retard de germination est moins marqué que dans le cas du stress salin.

Les résultats présentés dans ce travail ont mis en évidence l'effet incontestable de la scarification mécanique et de l'eau chaude sur la germination des graines du Cyprès atlasique.

En outre, le stress hydrique et le stress salin, exprimés par l'augmentation du polyéthylène glycol (PEG 6000) et du NaCl ont un effet inhibiteur sur la germination des graines du cyprès de l'Atlas, au moins au niveau de la provenance d'Aghbar.

Nonobstant, plusieurs questions de recherche restent posées pour mieux comprendre et améliorer la germination chez le Cyprès atlasique, spécialement l'étude de la germination des graines sur plusieurs populations notamment des sites semenciers.

Remerciements

Nous sommes reconnaissants aux instances du PRAD (n° 08-10 EGIDE n° 16856YA), à l'Institut de protection des plantes Florence-Italie et à l'Association des amis du Muséum d'histoire naturelle de Marrakech, pour leur soutien à la réalisation de cette étude. Nous remercions également A. Tots (chef du secteur forestier d'Idni) pour sa collaboration.

Acknowledgements

This work is part of the project Prad N° 08/10 heading, underheme: "conservation and lasting management of a threatened species: the *Cupressus atlantica*".

We are grateful to the authorities of PRAD (N° 08-10 EGIDE N° 16856YA), the Institute of Plants Protection of Florence-Italy and the Association of the Natural History Museum-Marrakech, for their support the realization of this study. We also thank A. Tots (HCEFLCD, Idni) for his collaboration.

Références

- Alifriqui M., 1992. Place du Cyprès de l'Atlas (*Cupressus atlantica* Gaussen) dans les écosystèmes forestiers du Haut Atlas occidental (Maroc). *Actes des premières journées de l'Arbre*. Université Cadi Ayyad, Marrakech, p. 75-80.
- Alifriqui M., 1995. La cupressaie endémique de *Cupressus atlantica* Gaussen, un espace présteppe de montagne menacée dans le Haut Atlas occidental marocain. *Colloque international BIO'MES 95*. 7^e rencontre de l'ARPE, Digne-les-Bains, France, 25 et 26 octobre 1995 : 163-172.
- Arjouni Y., Romane A., El Alaoui El Fels M. A., Boukir A., Romdhane M. Roques A. & Yart A., 2011.

- Geographical Variations of the Essential Oils in Natural Populations of *Cupressus atlantica* Gausson in High Atlas Mountains (Morocco). *Journal of Essential Oil Bearing Plants*. Har Krishan Bhalla & Sons. ISSN Print 0972-060X ISSN Online.
- Barbero M, Quézel P. & Loisel R., 1990. Les apports de la phytoécologie dans l'interprétation des changements et perturbations induits par l'homme sur les écosystèmes forestiers méditerranéens. *Forêt méditerranéenne* 12 : 193-215.
- Bechir A., 2004. *Évaluation de la variabilité génétique à l'aide des marqueurs adaptatifs et moléculaires du Cyprès de l'Atlas (Cupressus atlantica Gausson) : impact sur la gestion des ressources génétiques endémiques et introduites (Cupressus sempervirens L. et Cupressus arizonica Green)*. Thèse doctorat ès science-biologie appliquée (spécialité : biodiversité et environnement). Université Ibn Zohr, Faculté des sciences Agadir, 113 p.
- Becker C. A., Mroz G. D., Fuller L. G., 1987. The effects of plant moisture stress on red pine (*Pinus resinosa*) seedling growth and establishment. *Can. J. For. Res.* 17: 813-820.
- Belkhadar J., 1997. *La pharmacopée marocaine traditionnelle*, Paris, Ibis press, 273 p.
- Benata H., Berrichi A., Reda Tazi M., Abdelmoumen H. & Missbah El Idrissi M., 2006. Effet du stress salin sur la germination, la croissance et le développement de trois espèces légumineuses : *Acacia tortilis* var. *raddiana*, *Leucaena leucocephala* et *Prosopis juliflora*. *Proceedings du Premier congrès national « Amélioration de la production agricole » Settat*, les 16 et 17 mars 2006.
- Boulghalagh J., Berrichi A., El Halouani H. & Boukroute A., 2006. Effet des stress salin et hydrique sur la germination des graines du jojoba (*Simmondsia chinensis* [link] schneider). *Proceedings du Premier congrès national « Amélioration de la production agricole » Settat*, les 16 et 17 mars 2006.
- Calamassi R., Falusi M. & Tocci A., 1980. Variazione geografica e resistenza a stress idrici in semi di *Pinus halepensis* Mill. *Pinus brutia* Ten. and *Pinus elderica* Medw. *Annali dell'Istituto Sperimentale per la Selvicoltura* XI: 195-230.
- Debazac E. F., 1977. *Manuel des conifères*. Nancy, École nationale des eaux et forêts, 172 p.
- Destremeau D. X., 1974. Précision sur les aires naturelles des principaux conifères marocains en vue de l'individualisation des provenances. *Annales de la recherche forestière au Maroc* 14 : 5-28 et 67-76.
- Dirik H., 1999. Effet du stress hydrique osmotique sur la germination des graines chez les provenances du Cèdre du Liban (*Cedrus Libani* A. Rich.) d'origine turque. *Ann. For. Sci.* 57 (2000) : 361-367. INRA, EDP Sciences.
- Ech-chamikh S., 1983. *Productivité du thuya (Tetraclinis articulata vahl-Mast) et comportement du cyprès de l'Atlas (Cupressus atlantica Gausson), dans le bassin versant du Nfis (Haut Atlas)*. Mémoire de 3^e cycle agronomie, option : eaux et forêts, Inst. Agro. Vétér. Hassan II, Rabat, 127 p.
- El Alaoui El Fels M. A. & Alifriqui M., 2009. *Le Cyprès de l'Atlas. Jardins du Maroc Jardins du monde*. N° 13, automne-hiver 2009 : 78-81.
- El Alaoui El Fels M. A., 2007. Le Cyprès de l'Atlas : état des lieux et perspective. *Le Cyprès dans les pays Meda. MedCypre, projet interreg. pour renforcer la cohésion des peuples du Bassin méditerranéen*, ISBN 978-88-88228-19-8, 34 p.
- Eze J. M. O., Ahonsi M. O., 1993. Improved germination of the seeds of whistling pine (*Casuarina equisetifolia*) Forst and Forst (*Casuarinaceae*) by various presowing treatments. *Agronomie* 13: 889-894. Food and Agriculture Organisation (1976). Fiches de renseignements.
- FAO, 1976. Fiches de renseignements sur les essences dont le patrimoine génétique s'appauvrit. Informations sur les ressources génétiques forestières. *Doc. Fores. Occas.* 1976/1, 5 : 22-30.
- FAO, 1992. *Guide de manipulation des semences forestières*. Étude FAO Forêt 20/2, Rome.
- Gausson H., 1950. Espèces nouvelles de Cyprès : *Cupressus atlantica* au Maroc et *Cupressus lereddei* aux Ajjers. *Le monde des plantes* 270-271 : 5-56.
- Joubert A., 1933. Formations forestières marocaines les Cupressinées. *Revue des Eaux et Forêts* 71 : 96-107 et 673-687.
- Patanè C. & Gresta F., 2006. Germination of *Astragalus hamosus* and *Medicago orbicularis* as affected by seed-coat dormancy breaking techniques. *Journal of Arid Environnements* 67: 165-173.
- Quézel P., 1991. Structure de végétation et flore en Afrique du Nord : leurs incidences sur les problèmes de conservation. In: M. Rejdali & V.H. Heywood (eds). *Proceedings, Conservation des ressources végétales*. Actes éditions, Rabat : 19-33.
- Tanaka Y., 1984. Assuring seed quality for seedling production: cone collection and seed processing, testing storage and stratification. In: Duryea M.L. & Landis T.D. (ed.), *Forest Nursery Manual*. Oregon State University Corvallis, 386 p.
- Thanos C. A. & Skordilis A., 1987. The effects of light, temperature and osmotic stress on the germination of *Pinus halepensis* and *P. brutia* seeds. *Seed Science and Technol.* 15: 163-174.
- Valbuena L & Tarrega R., 1998. The influence of heat and mechanical scarification on the germination capacity of seeds. *New Forest.* 16: 177-183.
- Willan R. L., 1992. *Guide de manipulation des semences forestières*. 20/2. FAO.
- Zine El Abidine A., 2003. La germination des graines du genévrier rouge (*Juniperus phænicea* L). *Naturalia Marocana* 1(1) : 193-199.

Contribution à l'étude de la production en pépinière de jeunes plants chez une espèce forestière endémique du Haut Atlas (*Cupressus atlantica* Gaussen)

Contribution to the production normalization of high quality seedlings of endemic forest specie in the High Atlas (Cupressus atlantica Gaussen)

F. EL WAHIDI¹, M. A. EL ALAOU EL FEL^{2,3}

1. Centre régional de la recherche forestière, Marrakech, Maroc
2. Muséum d'histoire naturelle de Marrakech, Université Cadi Ayyad, Marrakech, Maroc
3. Laboratoire de biotechnologies, biochimie, valorisation et protection des plantes, Université Cadi Ayyad, Marrakech, Maroc

Résumé

La qualité des plants constitue un facteur important dans la réussite des actions de reboisement. Les orientations actuelles tentent à produire des plants de qualité par l'optimisation de différentes phases du processus de production. Il s'agit de pallier les inconvénients des techniques traditionnelles d'élevage des plants (sachets en polyéthylène, substrat tout venant...) par le choix de modes et de standards adéquats en pépinière. À l'évidence, chacune des combinaisons espèces-type de production possède ses propres exigences de culture. C'est dans cette optique que ce travail est mené pour déterminer l'effet du système conteneur-substrat sur la croissance et les qualités morphologiques propres aux plants du cyprès de l'Atlas (*Cupressus atlantica*, Gaussen).

Le dispositif expérimental a comparé l'effet de deux facteurs indépendants : (1) le type de mélange du substrat (terreau-compost ; terreau-tourbe ; terreau-compost-tourbe ; tourbe) et (2) le type (sachet de polyéthylène ou portoir rigide) et la dimension du portoir rigide (300 cm³, 400 cm³ et 500 cm³). Plusieurs paramètres morphologiques ont été mesurés : la hauteur de la tige, le diamètre au collet, le quotient de vigueur, le poids frais, ainsi que le poids sec des parties aériennes et des racines des jeunes plants. La description du système raci-

naire se base sur le nombre de racines latérales et la longueur de pivot, la densité du chevelu racinaire, l'état de ramification et la présence des malformations.

Les résultats obtenus montrent un effet favorable de la tourbe sur la survie et l'installation des semis. Les deux facteurs étudiés constituent des modalités de culture avec des performances significativement différentes. Le mélange compost-terreau-tourbe en conteneur de 500 cm³ permet la production de plants vigoureux dont la croissance (diamètre et hauteur), la biomasse, la densité et la ramification du chevelu racinaire sont significativement les plus élevées. Cette expérimentation constitue le premier pas vers l'élaboration des standards de production propre au plant de cyprès de l'Atlas. Elle répond au souci des pépinières appelées à changer leur technique traditionnelle de production de plants et au programme de reboisement de l'État.

Abstract

Plant quality is an important factor in the success of reforestation actions. The current guidelines attempt to produce quality plants by optimizing various phases of production process in nursery. The goal is to overcome the drawbacks

Mots clés : *Cupressus atlantica*, standard de production de plants, conteneurs, substrats, paramètres morphologiques.

Keywords: *Cupressus atlantica*, norms of plants production, substrates, morphological parameters, containers.