

EFFET DE L'ARBRE PRODUCTEUR ET DE LA DURÉE DE CONSERVATION SUR LE COMPORTEMENT GERMINATIF DES GLANDS DE CHÊNE LIÈGE (*QUERCUS SUBER* L.).

CHOUIAL Mebarek^{1*}, BENAMIROUCHE Samir¹ et GUECHI Wiam¹

1. Institut National de Recherche Forestière (INRF), station de Jijel-Algérie

Reçu le 28/08/2022, Révisé le 19/10/2022, Accepté le 03/12/2022

Résumé

Description du sujet : Les glands de chêne liège appartiennent au groupe des semences récalcitrantes difficiles à conserver en raison de non maîtrise des conditions permettant de maintenir leur viabilité durant la conservation.

Objectifs : Ce travail consiste à étudier l'effet de l'arbre producteur et la durée de conservation sur le potentiel germinatif des glands de chêne liège (*Quercus suber* L.)

Méthodes : Des glands mûrs ont été séparément récoltés sur 5 arbres sélectionnés dans un peuplement de chêne liège de la forêt d'El-Aouana à l'est Algérien. Après leur triage et leur caractérisation de point de vue dimensionnel et pondéral, les glands ont été conservés dans des contenants hermétiques durant 10 mois en chambre froide thermo-réglée (0 à 2°C). Les paramètres d'appréciation de la viabilité des glands sont : la teneur en eau, le taux de germination et la vitesse de germination des glands avant et au cours de la conservation.

Résultats : Les résultats de l'étude biométrique et pondérale des glands ont révélé des différences significatives distinguant des glands relativement plus lourds et plus larges des glands plus petits et plus légers. A la récolte et avant la mise en conservation, les glands des 05 arbres producteurs ont une teneur en eau oscillant entre 40 et 47 % et un taux final de germination supérieur à 86 %. Cette germination s'est améliorée durant la conservation, atteignant un taux moyen de 91,33 % après 06 mois de conservation. Le temps moyen de germination d'environ 5 jours pour les glands frais s'est réduit à 4 jours après 08 mois de conservation. Au-delà de 10 mois de conservation, la viabilité et la capacité germinative des glands a diminué d'une manière significative, alors que la sensibilité des glands aux infections fongiques a augmenté en raison de la réhydratation des glands, atteignant le niveau de l'état hydrique initial.

Conclusion : Pour assurer un approvisionnement régulier des pépinières en glands et semer au bon moment, les gestionnaires des pépinières peuvent récolter les glands de chêne liège à partir du mois de Novembre et les conserver pendant 06 mois à une température de 0-2 C° dans un contenant hermétique jusqu'au semis du printemps (Avril) sans perdre leur viabilité et leur pouvoir germinatif.

Mots clés : *Quercus suber* L., Arbre producteur, Conservation, Teneur en eau, Germination.

EFFECT OF PARENTAL TREE AND STORAGE DURATION ON THE GERMINATION BEHAVIOR OF CORK OAK ACORNS (*QUERCUS SUBER* L.)

Abstract

Description of the subject: Cork oak acorns belong to the group of recalcitrant seeds that are difficult to store due to the lack of control of the conditions allowing to maintain their viability and longevity during storage.

Objectives: This work consists in studying the effect of the parental tree and storage duration on the germination potential of cork oak (*Quercus suber* L.) acorns.

Methods: Mature acorns were separately harvested from 5 selected trees growing wild in natural stand of Al-Aouana forest in the coastal-eastern of Algéria. After cleaning, dimensional and weighing characterization, the acorns were kept in airtight containers for 10 months in a temperature-controlled cold room (0 to 2°C). Acorn's viability was assessed through measurement of water content, germination rate and germination speed before and during storage.

Results: The results of the biometric and weight study revealed significant differences between the studied trees distinguishing large and heavy acorns and small and slight acorns. At harvest and before storage, the acorns of the 5 mother trees exhibited moisture content ranging from 40 to 47 % and germination rate up to 86 %. This germination was improved during storage, reaching an average rate of 91.33% during 6 first months of storage. The average germination time of about 5 days for fresh acorns (before storage) decreased to 4 days after 8 months of storage. Beyond 10 months of storage, the viability and germination capacity of acorns was significantly reduced, while the susceptibility of the acorns to fungal contamination was increased due to the rehydration of the acorns, reaching the level of the initial moisture status.

Conclusion: To ensure a regular supply of acorns to nurseries and sow at the right time, nursery managers can harvest cork oak acorns from November and store them for 06 months at a temperature of 0-2 C° in airtight containers until spring sowing (April) without losing their viability and germination capacity.

Keywords: *Quercus suber* L, Parental tree, Storage, Moisture content, Germination

* Auteur correspondant: CHOUIAL Mebarek, E-mail: mchouial@gmail.com

INTRODUCTION

L'importance socio-économique et écologique du chêne-liège (*Quercus suber* L.) nous incite à augmenter les efforts en vue de la réhabilitation des subéraies. Les problèmes dont souffrent les subéraies algériennes sont en général les mêmes difficultés rencontrées à l'échelle Méditerranéenne. En plus des sécheresses prolongées, les incendies répétés, la déficience de régénération naturelle, des programmes d'aménagement et de récupération post-incendie inadaptés, les mauvais systèmes d'exploitation de liège, les actions anthropiques, les maladies et les dépérissements [1 -8]. La régression alarmante de la production de liège confirme les difficultés rencontrées par cette essence à assurer une production permanente et à se régénérer et se conserver. Les possibilités nationales de production de liège sont passées de 12 000 t/an aux années 1990 [9] à près de 6500 t/an à partir des années 2000 [10]. Face à cette situation et vu l'importance de l'essence dans l'économie forestière, le recours à une régénération assistée par des actions de plantation s'est imposé comme une alternative incontournable pour renouveler les peuplements et assurer par conséquent la pérennité de cette noble essence. De ce fait, la direction générale des forêts (DGF) a lancé un plan national de reboisement (PNR) qui vise à planter en 20 ans (2000 – 2020) une superficie de 160 000 hectares de chêne-liège, soit 24 % de la superficie totale des 663 000 ha programmés [11]. Le bilan préliminaire de ce programme montre la réalisation de 18 500 hectares avec un taux de réussite moyen national de 40 % [12 et 13]. En plus des conditions climatiques méditerranéennes notamment de sécheresses prolongées, les techniques de plantations inappropriées, les plantations tardives qui exposent les plants au déficit hydrique, le manque d'entretien post-plantation et la mauvaise qualité des plants produits en pépinières figurent parmi les causes majeures des échecs après transplantations [14 et 15].

La phase pépinière est un maillon clé pour la production de plants de qualité, capables de faire face au choc de transplantation, de s'établir et de croître sur le terrain [16-19]. L'amélioration de la qualité des plants produits dans les pépinières dépend fortement de l'origine et de la qualité des semences.

Pour les semences du genre *Quercus*, les principaux paramètres qui déterminent leur qualité sont en générale ; taille, poids, viabilité, teneur en eau, réserves de nutriments, état phytosanitaire. Pour les glands de chêne liège, plusieurs études ont montré la variabilité entre les arbres de chêne liège d'un même peuplement au vu de la taille/poids des glands [20-25]. Cette variabilité entre individus de même provenance pourrait avoir un effet sur la germination, l'émergence, la survie et la vigueur des jeunes plants [26].

Étant donné que les glands de chêne liège appartiennent au groupe des semences récalcitrantes, qui se caractérisent par une forte teneur en eau et une sensibilité à la déshydratation, ils sont exposés à une perte de viabilité durant tout le processus de conservation [27, 20, 28 et 29]. Le principal facteur préservant la viabilité des glands pendant la conservation est celui du maintien de la teneur en eau à un niveau relativement élevé (35 – 42 %) pour conserver le pouvoir germinatif des glands [20 et 29]. Cependant, ces conditions assurant la viabilité sont propices aux développements des champignons présents à l'intérieur des glands qui infestent une partie importante de glands, affectant par conséquent leur viabilité et leur capacité germinative au cours de la conservation [30].

Pour toutes ces considérations, l'évaluation de qualité des lots de glands à la récolte et au cours de leur conservation reste toujours une préoccupation des gestionnaires des pépinières pour pallier l'irrégularité de la glandée et assurer un approvisionnement régulier en glands pour la production de plants. En effet, mise à part les travaux réalisés par Merouani *et al.* [21], Chouial *et al.* [24] et Benamirouche *et al.* [31], on ne recense pas d'autres références relatives à la relation entre la variabilité des glands de chêne liège qui est souvent liée à l'arbre producteur et la durée de conservation sur le comportement germinatif des glands de chêne liège en tenant compte des paramètres de la taille/poids et la teneur en eau des glands. Cette expérimentation a été menée à la station régionale de la recherche forestière de Jijel, en utilisant des glands de chêne liège collectés à partir de cinq arbres producteurs. Les résultats devraient avoir des implications sur l'évaluation de la qualité des lots de glands de chêne liège destinés à l'élevage des plants avant et après leur conservation.

MATERIEL ET METHODES

1. Matériel végétal

Des glands matures ont été récoltés sur cinq (05) arbres différents en quantité suffisante pour réaliser cette expérimentation. Ces arbres ont été sélectionnés en décembre 2020 dans un peuplement naturel de chêne liège à Kissir, relevant de la forêt domaniale d'El-Aouana (36°47'26,61''N, 5°39'55,24'E), située dans la wilaya de Jijel à l'Est Algérien (Fig.1). Les arbres croissent à une tranche d'altitude allant de 10 m à 40 m sous un climat méditerranéen avec une température moyenne annuelle de 18 °C et des précipitations annuelles moyennes de 1100 mm. Les glands récoltés de chaque arbre, ont été triés et nettoyés puis caractérisés du point de vue dimensionnel et pondéral, enrobés d'un fongicide à base de thirame (Rhodiasan) et entreposés en couches séparées par la poudre de liège dans des contenants hermétiques. La durée de conservation est de 10 mois en chambre froide maintenue à une température oscillant de 0 à 2°C. L'expérience a été conduite à la station de recherche forestière de Kissir-El –Aouana-Jijel (Algérie).

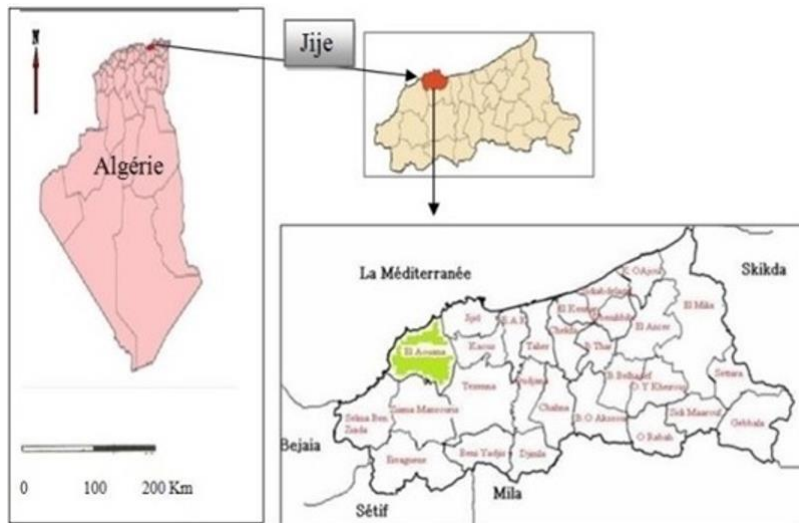


Fig.1 : Situation géographique de la zone de provenance des glands de chêne- liège, El Aouana (Jijel).

2. Caractéristiques biométriques et pondérales des glands

Avant mise en conservation, la variabilité morphologique des glands représentant les 5 arbres a été étudiée par la mesure de poids (P, g), la longueur (Lg, mm), le diamètre médian (Dm, mm) mesuré au point le plus large et perpendiculaire à l'axe longitudinal et le rapport longueur/diamètre médiane (Lg/Dm).

Les mesures ont été effectués sur un échantillon de 15 glands/arbre choisis aléatoirement un sein des lots représentant les 5 arbres. Les poids ont été déterminés par une balance de précision au millimètre près alors que les dimensions ont été mesurées à l'aide d'un pied à coulisse numérique [32].

3. Teneur en eau

La teneur en eau des glands a été mesurée pour les glands frais et par la suite chaque deux mois pour les glands conservés (à 2, 4, 6, 8 et 10 mois). Pour chaque arbre, la teneur en eau a été déterminée sur un échantillon de 15 glands (5 répétition de 3 glands). La teneur en eau, exprimée en %, représente la différence de poids de la matière fraîche (PF) et celui de la matière sèche (PS), déterminé après 17 heures à 103°C [33]. Elle est calculée selon la formule : $TE(\%) = 100 (PF-PS)/PF$.

4. Germination des glands

L'évaluation du comportement germinatif des glands a porté sur un échantillon de 30 glands prélevés aléatoirement des lots conservés pour chaque arbre après chaque deux mois passés en chambre froide. Les glands de chaque arbre ont été mis à germer dans la sciure de bois maintenue humide à température ambiante de laboratoire. La germination a été poursuivie pendant 28 jours durant lesquels le nombre de glands germés a été noté tous les 2 ou 3 jours. Un gland est considéré germé lorsque la radicule perceait les enveloppes et s'était allongée d'au moins 2 mm [34].

Le données relevées ont été utilisées pour le calcul du pourcentage de germination (G, %) et de la vitesse de germination exprimée par le temps moyen de germination (TMG) selon les formules suivantes : (i) Le pourcentage de germination $G (\%) = (\text{Nombre de glands germés} / \text{Nombre total des glands mis à germer}) \times 100$; (ii) Le temps moyen de germination : $TMG = N_1T_1 + N_2T_2 + \dots + N_iT_i / N_1 + N_2 + \dots + N_i$. où N_i représente le nombre de glands germés en temps T_1 et N_2 le nombre de glands ayant germées entre le temps T_1 et T_2 [35].

5. Analyse statistique des données

Les résultats obtenus au cours de cette expérimentation ont été interprétés statistiquement par une analyse de la variance grâce au logiciel XLSTAT et les moyennes significativement différentes ont été séparées par le test de Newman - Keuls au seuil de probabilité de 5%. Sur les figures et les tableaux, chaque moyenne est affectée d'une lettre et les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes.

RÉSULTATS

1. Effet de l'arbre producteur sur les caractéristiques biométriques et pondérales des glands

Les caractéristiques biométriques et pondérales des glands récoltés des 5 arbres producteurs sont présentés dans le tableau I.

Tableau 1 : Caractéristiques biométriques des glands des cinq arbres producteurs de chêne liège

Paramètres	<i>p</i>	Arbre I	Arbre II	Arbre III	Arbre IV	Arbre V
P (g)	0,001	6,11±0,46c	9,03± 1,39a	6,57± 0,79c	6,47±0,54c	7,65±0,42b
Lg (mm)	0,034	33,58±0,93a	37,35±9,52a	34,63±1,83a	33,72±1,24a	37,36±0,99a
Dm (mm)	0,0001	17,08±0,68bc	18,05±0,84a	16,94±0,68c	17,19±0,53bc	17,67±0,76b
Lg /Dm	0,407	1,97±0,08	2,01±0,52	2,04±0,08	1,96±0,09	2,12±0,11

Les résultats affichés sont les moyennes de 30 glands par arbre. Les valeurs sont exprimées en moyenne ± incertitude ; P : poids des glands en g ; Lg : longueur des glands en mm ; Dm : diamètre médian des glands en mm ; Lg/Dm : rapport entre la longueur et le diamètre médian des glands en %. *p* : *p*-valeur de l'ANOVA. Les valeurs marquées avec la même lettre ne sont pas significativement différentes selon le test de Newman - Keuls au seuil de 5%.

2. Teneur en eau

La teneur en eau initiale des glands à la récolte et avant la mise en conservation a été significativement différente ($p < 0,05$) entre les glands des 5 arbres. Deux groupes de glands différents par leur teneur en eau initiale ont été distingués : un premier groupe renfermant les glands plus hydratés représentant les arbres I, II et V avec des teneurs en eau comprises entre 45 et 47 % et un deuxième groupe composé des arbres III et IV avec des teneurs en eau comprises entre 40 et 41 %.

Après 2 mois de conservation et à l'exception des glands de l'arbre II qui ont affiché une tendance à se réhydrater, les glands des autres arbres ont enregistré des pertes en eau différentes d'un arbre à l'autre ; les glands de l'arbre I (plus hydratés) sont ceux qui ont significativement ($p < 0,05$) perdu le plus d'eau

L'analyse statistique a montré des différences significatives ($p < 0,05$) pour le poids moyen (P) et pour le diamètre médian (Dm) des glands. L'arbre II a des glands significativement plus gros et plus larges que les autres arbres. En effet, les glands de l'arbre II ont un poids moyen de $9,03 \pm 1,39$ g et un diamètre médian moyen de $18,05 \pm 0,84$ mm. Par ailleurs, aucune différence significative ($p > 0,05$) entre les 5 arbres n'a été enregistrée pour les paramètres longueur des glands et rapport longueur / Diamètre médian (Lg /Dm). La longueur moyenne des glands a varié entre les valeurs $33,58 \pm 0,93$ mm et $37,36 \pm 0,99$ mm mesurées respectivement pour les arbres I et V, alors que les rapports Lg / Dm ont oscillé entre les valeurs $1,96 \pm 0,09$ et $2,12 \pm 0,11$ calculées respectivement pour les arbres IV et V.

et ceux de l'arbre III (faiblement hydratés) ont perdu le moins d'eau.

Au quatrième et sixième mois de conservation, l'évolution de la teneur en eau a gardé la même allure que la précédente avec des différences significatives ($p < 0,05$) entre les arbres producteurs ; les glands initialement les plus hydratés sont ceux qui ont continué à perdre plus d'eau tout au long du processus de conservation par rapport aux glands initialement moins hydratés.

Un comportement différent a été enregistré à partir du huitième mois de conservation, les glands commencent à se réhydrater pour atteindre au dixième mois de conservation un niveau proche de l'état hydrique initial (frais) avec des différences non significatives ($p > 0,05$) et des teneurs oscillent entre 39,58 et 45,79 % (Tableau 2 et Fig. 1).

Tableau 2 : Teneurs en eau des glands des cinq arbres producteurs de chêne liège fraîchement récoltés et au cours de la conservation

Paramètres	Glands frais	Mois de conservation				
		2	4	6	8	10
<i>p</i>	0,0001	0,006	0,0001	0,132	0,0001	0,065
CV %	6,08	8,42	8,73	12,12	7,17	9,61
Arbre I	46,77±0,92a	43,94±1,02ab	43,87±0,51a	38,11±0,95	44,23±0,75a	44,64±3,43
Arbre II	45,26± 0,74a	46,21±1,16a	45,49±0,82a	32,78±2,61	43,64±1,34a	45,79±0,95
Arbre III	41,3±0,47b	40,99±0,59bc	39,33±1,14bc	34,32±1,73	39,64±0,79b	39,58±0,59
Arbre IV	40,88±0,42b	38,93±2,31c	37,19±0,95c	36,44±1,28	38,31±0,43b	40,65±0,23
Arbre V	45,08±0,51a	44,01±0,22ab	42,21±1,35ab	39,13±2,22	44,15±0,59a	44,32±0,99

Les résultats affichés sont les moyennes de 15 glands par arbre. Les valeurs sont exprimées en moyenne ± incertitude, CV : coefficient de variation, *p* : *p*-valeur de l'ANOVA. Les valeurs marquées avec la même lettre ne sont pas significativement différentes, test de Newman - Keuls au seuil de 5%

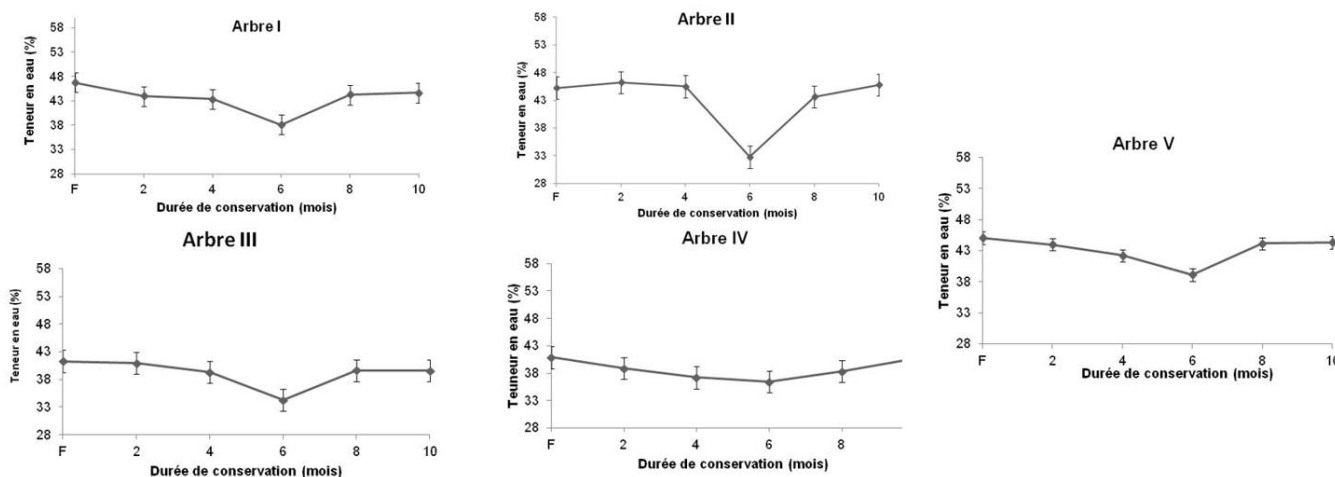


Figure 2 : Evolution de la teneur en eau des glands des 5 arbres fraîchement récoltés et conservés

4. Effet de l'arbre producteur et la durée de conservation sur la germination des glands

Les taux de germination et la vitesse de germination exprimée par le temps moyens de germination enregistrés avant la mise en conservation et durant la conservation sont résumés dans les tableaux 3 et 4 et la figure 2. Les taux de germination des glands frais des cinq arbres producteurs calculés avant la mise en conservation étaient très élevés et proches de 100 % quelle que soit l'arbre producteur.

Ils oscillent entre 90 % et 96.66 % calculés respectivement pour les glands produits par les arbres IV et II. Les lots des glands de l'arbre producteur II ayant des gros glands (9,03±1,39) ont germé plus rapidement que les autres lots des glands. En effet, le temps moyen de germination des glands de l'arbre II a été environ de 4 jours, tandis que les autres lots de glands ont affiché des temps moyens de germination allant de 5 à 6 jours.

Après deux mois de conservation et à l'exception des glands de l'arbre II qui ont affiché une baisse de 27% par rapport au taux de germination initial en enregistrant un taux de 70 %, les glands des autres arbres ont enregistré des taux satisfaisants et dépassant les 86%. L'arbre III s'est distingué des autres arbres en enregistrant le taux de germination significativement (*p*<0,05) le plus élevé où tous les glands ont germé (100 %) avec un temps moyen de germination d'environ 6 jours.

Les différences entre les arbres producteurs à partir du quatrième mois de conservation n'étaient pas significatives (*p*>0,05). Les glands des différents arbres ont montré des taux de germination satisfaisants oscillant de 76,66 % à 93,33% au huitième mois de conservation.

Au dixième mois de conservation, les taux de germination ont baissé à moins de 64 % quelle que soit l'arbre producteur. A cette durée de conservation, les taux de germination ont oscillé entre 43,33 % (arbre V) et 63,33% (arbre III) avec des temps moyens de germination de 3 à 4 jours.

Tableau 3: Effet de la durée de conservation sur le taux de germination des glands des cinq arbres

Paramètres	Glands Frais	Mois de conservation				
		2	4	6	8	10
<i>p</i>	0,861	0,006	0,737	0,106	0,588	0,419
CV %	9,37	15,28	7,49	15,96	27,55	31,01
Arbre I	93,33±3,34	86,66±8,83ab	93,33±6,67	90±10,0	83,33±8,83	50±8,82
Arbre II	96,66±3,34	70±5,78b	93,33±6,67	96,66±3,34	93,33±3,34	43,33±5,78
Arbre III	93,33±3,34	100±0,0a	100±0,0	73,33±12,03	90±5,78	63,33±6,67
Arbre IV	90±5,78	86,66±6,67ab	100±0,0	96,66±3,34	86,66±3,34	60± 5,78
Arbre V	86,66±8,83	93,33±3,34ab	96,66±3,34	100±0,0	76,66±8,83	43,33± 8,82

Les résultats affichés sont les moyennes de 30 glands par arbre. Les valeurs sont exprimées en moyenne ± incertitude, CV : coefficient de variation, *p* : *p*-valeur de l'ANOVA. Les valeurs marquées avec la même lettre ne sont pas significativement différentes, test de Newman - Keuls au seuil de 5%

Tableau 4 : Temps moyen de germination (jours) des glands des cinq arbres fraîchement récoltés et conservés

Paramètres	Glands frais	Mois de conservation				
		2	4	6	8	10
<i>p</i>	0,308	0,055	0,023	0,965	0,797	0,578
CV %	17,14	16,60	15,94	24,10	14,06	12,39
Arbre I	4,82±0,07	5,99±0,48	4,35±0,46b	4,94±0,78	4,65±0,05	3,47±0,86
Arbre II	3,91±0,41	4,15±0,04	5,65±0,51ab	5,06±1,17	4,15±0,30	3,06±1,08
Arbre III	4,55±0,34	5,71±0,27	5,13±0,24ab	4,9±1,01	4,09±0,22	4,12±0,55
Arbre IV	5,63±0,37	5,79±0,51	6,39±0,24a	5,64±0,49	4,09±0,19	4,32±0,47
Arbre V	4,4±1,02	5,39±0,50	6,39±0,12a	5,29±0,45	4,14±0,73	3,0±0,10

Les résultats affichés sont les moyennes de 30 glands par arbre. Les valeurs sont exprimées en moyenne ± incertitude, CV : coefficient de variation, *p* : *p*-valeur de l'ANOVA. Les valeurs marquées avec la même lettre ne sont pas significativement différentes, test de Newman - Keuls au seuil de 5%

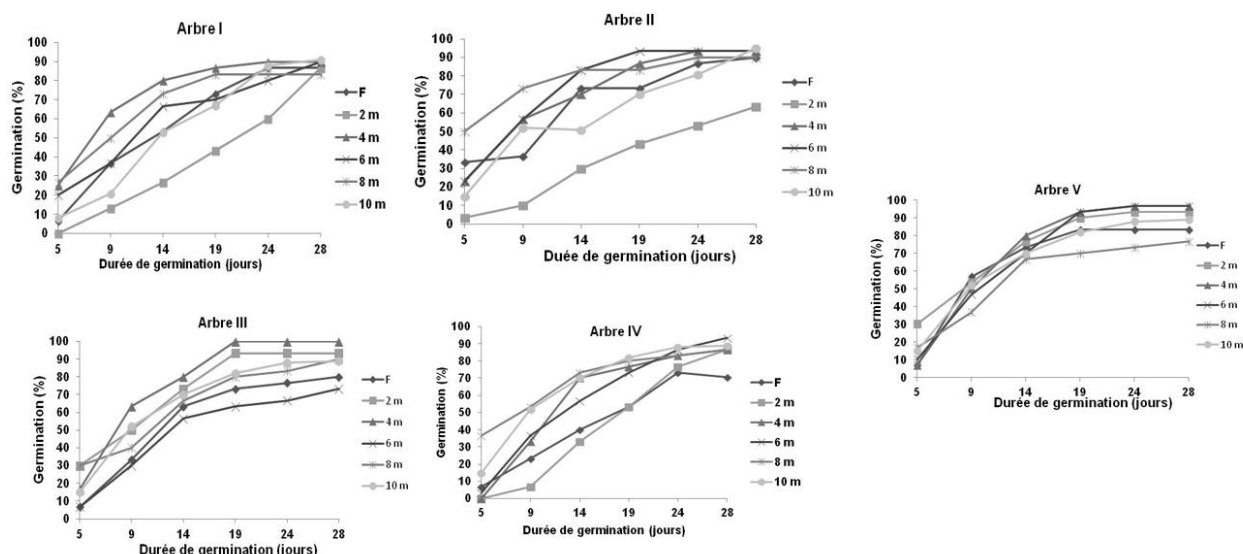


Figure 3: Evolution du pourcentage de germination des glands fraîchement récoltés (F) et conservés des 5 arbres producteurs

DISCUSSION

Les résultats de l'étude biométrique et pondérale des glands de chêne liège récoltés des cinq arbres producteurs du même peuplement ont révélé des différences significatives en distinguant des glands relativement plus larges et plus lourds et des glands plus petits et plus légers.

Cette variabilité peut probablement être liée à des variations génétiques qui influent significativement sur les caractéristiques morphologiques des glands [36-39]. Les travaux de Mercier et Rainville [40] rapportent que la morphologie des glands des chênes n'est pas influencée par les conditions du terrain, mais elle est plutôt contrôlée par le génotype.

Dans la présente étude, les caractéristiques biométriques et pondérales des glands ont varié en fonction des arbres producteurs. Cette variation entre les arbres producteurs de même provenance est courante au sein des espèces du genre *Quercus* [41-43]. Nos résultats corroborent avec ceux rapportés par Merouani *et al.* [20], Xia *et al.* [44], Chouial *et al.* [24] et Benamirouche *et al.* [31], montrant que les glands de chêne liège ont des tailles différentes même à l'intérieur de la même provenance.

Globalement et par rapport aux teneurs en eau initiales, les teneurs en eau des glands ont baissé progressivement durant les six (6) premiers mois de conservation, puis elles ont affiché une tendance à la réhydratation au huitième (8) mois de conservation pour atteindre au dixième mois un niveau proche de l'état hydrique initial.

A la récolte, la teneur en eau des glands oscillait entre 40,88 à 46,77 % avec des variations significatives entre les arbres producteurs. Ces teneurs initiales proches de ceux rapportés par Merouani *et al.* [20] pour des glands de provenance portugaise et de ceux obtenus par Benamirouche *et al.* [31] pour des glands de chêne liège de la même provenance, confirment l'état de maturité physiologique et morphologiques des glands au moment de leur dissémination naturelle [45, 46].

Au cours de la conservation, les teneurs en eau des glands ont varié selon l'arbre producteur. En effet, à l'exception des glands de l'arbre II ayant montré une stabilité dans leur état hydrique, les teneurs en eau des glands des autres arbres ont enregistré des pertes progressives en eau dès le 2^{ème} mois de conservation et atteignent des teneurs supérieures 34 % au sixième mois de conservation. Les pertes en eau enregistrées au cours des six (6) premiers mois de conservation sont de l'ordre de 4,77 à 18,51 % enregistrés respectivement pour l'arbre IV et I. Cet écart des pertes en eau semble être lié à l'effet de l'arbre producteur et non à la taille des glands. Ce résultat contredit ceux de Benamirouche *et al.* [29], qui ont rapporté que plus les glands sont gros plus la déshydratation se déroulera lentement. D'autres travaux ont montré que la déshydratation des glands est beaucoup plus liée à la micromorphologie du péricarpe des glands qui est formé de trois couches assez épaisses qui empêchent la perte rapide de l'eau [47,48 et 49].

Au huitième mois de conservation, les teneurs en eau des glands ont affiché une tendance à la réhydratation avec des différences nom

significatives, mais au dixième mois de conservation les glands se sont réhydratés à un niveau proche de l'état hydrique initial avec des différences significatives. La réhydratation des glands à cette durée de conservation correspondant à la saison estivale peut être due aux fluctuations de la température de la chambre froide lors des coupures d'électricité et lors des dégivrages parfois assez longs entraînant des hausses de température provoquant une relance de l'activité métabolique des glands qui entrent en germination précoce au sein de la chambre froide (obs. pers).

L'évolution de la faculté germinative des glands des 5 arbres a montré globalement le maintien de germination des glands à des taux satisfaisants jusqu'au 10 mois de conservation où une baisse de la faculté germinative a été constatée pour les 5 arbres avec des taux de germination inférieurs à 63 %.

Avant la mise en conservation, les taux de germination des glands des 5 arbres producteurs étaient très satisfaisants et dépassant les 90 % avec un temps moyen de germination de 5 jours. Le taux de germination le plus élevé a été enregistré par l'arbre producteur II avec une moyenne de 96,66 % et un temps moyen de 4 jours. Cette supériorité pourrait être expliquée par l'hétérogénéité intra-provenance observée dans la taille glands dont les glands de l'arbre II avaient le poids moyen le plus élevé (9,03±1,39 g). A ce propos, les travaux de Rachita *et al.* [50], sur *Quercus leucotrichophora* ont montré que la taille des glands a une forte influence sur la germination et la croissance des plantules. Les mêmes auteurs ajoutent que le taux le plus élevé de germination des gros glands par rapport aux moyens et petits glands pourrait être attribué à la disponibilité de plus de réserves nutritives dans les gros glands que dans les glands de taille moyenne et petite.

Après deux mois de conservation, le pouvoir germinatif a connu une baisse significative allant jusqu'à 27% pour les glands de l'arbre II, alors que les glands des autres arbres ont affiché des valeurs très acceptables dépassant les 86 %. Notons qu'à ce stade de conservation, la germination la plus élevée a été obtenue par les glands de l'arbre III avec un taux moyen de 100 % et un temps moyen près de 6 jours. La diminution du pouvoir germinatif des glands de l'arbre II pourrait s'expliquer par une réhydratation inadéquate des glands dépassant l'état hydrique initial avant la mise en conservation [51].

Par la suite, les glands des différents arbres ont gardé un pouvoir germinatif très satisfaisant avec des taux de germination allant de 76,66 à 93,33 % pour des teneurs en eau respectives de 44,15% et 43,64% enregistrés respectivement pour les arbres producteurs V et II au 8^{ème} mois de conservation. De plus, la germination des glands a resté groupée avec un temps moyen de 4 jours ce qui confirme que la conservation des glands rend la germination plus rapide et plus groupée comme il a été rapporté par [20 et 53]. A la fin du processus de conservation le pouvoir germinatif des glands connaît une baisse importante (50%) en atteignant un minimum de 43,33 % pour les glands des arbres II et V avec des teneurs en eau respectives de 45,79 % et 44,32 % et d'environ 33 % pour les glands des arbres III et IV. Notant que la vitesse de germination à ce stade de conservation a été réduite à 3 jours. Cette diminution du pouvoir germinatif des glands pourrait être le signe d'une perte de vigueur et de viabilité des glands liée à la durée de l'entreposage. En plus, cette perte pourrait s'expliquer par une plus forte réhydratation des glands. En effet, des études ont rapporté que la diminution significative du pouvoir germinatif des glands conservés chez certaines espèces du genre *Quercus* est en relation avec l'augmentation de la teneur en eau durant la conservation [27 et 54]. Bastien [52] et Lamond & Levert [54], ont attribué ce phénomène au fait que les enveloppes saturées d'eau constituent une barrière limitant la respiration des semences.

CONCLUSION

Pour pallier l'irrégularité de la glandée, assurer un approvisionnement régulier des pépinières en glands, semer au bon moment et raccourcir, par conséquent, la durée de séjour des plants en pépinière, la conservation des glands de chêne liège est inévitable. Le présent travail a mis en évidence, la variabilité des caractères morphologiques (tailles/poids) des glands de chêne liège entre individus d'un même peuplement. Avant mise en conservation, les gros glands ont montré leur supériorité pour le paramètre taux de germination mais pas pour la vitesse de germination qui a été légèrement lente pour l'ensemble des glands. Tandis que la conservation des glands a amélioré la vitesse de germination et l'a rendu plus rapide et plus groupée par l'effet de levée de dormance.

Le suivi des glands durant leur conservation a montré par ailleurs que la durée de conservation de glands de chêne liège de 8 mois n'a pas réduit la viabilité et le pouvoir germinatif des glands. Par contre, Au 10^{ème} mois de conservation la viabilité des glands et leur capacité germinative ont diminué de manière significative. Nos résultats suggèrent que les gestionnaires des pépinières peuvent récolter les glands de chêne liège à partir du mois de Novembre et les conserver pendant 06 mois à une température de 0-2 C° dans un contenant hermétique jusqu'au semis du printemps (Avril) sans perdre leur viabilité et leur pouvoir germinatif.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1]. **Bouhraoua, R.T. (2003).** Situation sanitaire de quelques forêts de chêne-liège de l'ouest algérien. Etude particulière des problèmes posés par les insectes. Thèse de doctorat en sciences, Univ. Tlemcen, 267 p.
- [2]. **Ennajah, A. (2010).** Croissance et productivité des forêts de chêne liège (*Quercus suber* L.). Vulnérabilité aux changements climatiques. Thèse de Doctorat en Biologie. Faculté des Sciences de Tunis. 261p
- [3]. **Bouchaour-Djabeur S., Benabdeli K., Bejjama M.L. & Stiti B. (2011).** Déprédation des glands de chêne-liège par les insectes et possibilités de germination et de croissance des semis. *Geo-Eco-Trop*, 35 : 69-80.
- [4]. **Meddour-Sahar O. (2014).** Les feux de forêt en Algérie : Analyse du risque, étude des causes, évaluation du dispositif de défense et des politiques de gestion. Thèse de Doctorat en Sciences Agronomiques, Université de Mouloud Mammeri Tizi Ouzou, 256 p.
- [5]. **Daas H. (2015).** Etude des subéraies de haute et moyenne montagne: État sanitaire et interaction des facteurs écologiques dans la forêt de Ouled Bechih (Souk-Ahras). Thèse de doctorat. Université d'Annaba, 170p.
- [6]. **Bouchaour-Djabeur, S., Benabdeli, K., Taib, N., Bouhraoua, R.T. & Mahdjoub, T. (2020).** Variabilité de la glandée de *Quercus suber* L. dans le massif forestier Hafir-Zarieffet (Monts de Tlemcen, Nord-Ouest algérien). *Geo-Eco-Trop*, 44(3) : 487-501.
- [7]. **Younsi S., Adjami Y., Ghanem R, Bouchaib B. & Ouakid M. (2021).** Impact of different factors degrading cork oak stands in the Mediterranean region: A case study from Algeria. *Journal of Forest Science*, 67 (12): 570–581. <https://doi.org/10.17221/77/2021-JFS>
- [8]. **Bouchaour-Djabeur S., Benabdeli K. & Taib N. (2021).** Glands de chêne-liège de la subéraie Hafir-Zarieffet (Tlemcen, Algérie) : caractéristiques, état sanitaire et infestation par les insectes. *Geo-Eco-Trop*, 45(4) : 599-615
- [9]. **FAO. (2000).** Etude prospective du secteur forestier en Afrique: L'Algérie. FAO. Rome, 50 p.
- [10]. **DGF. (2016).** Statistiques sur la production annuelle du liège en Algérie. Direction Générale des Forêts, Alger. pp. 5

- [11]. DGF. (1999). Rapport national relatif à la mise en œuvre de la convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification. DGF, 23 p.
- [12]. Bouhraoua R.T., Piazzetta R. & Berriah A. (2014). Les reboisements en chêne-liège en Algérie, entre contraintes écologiques et exigences techniques. « Journées techniques du liège » Plan-de-la-Tour (Var), n° Spécial, For. Médit., XXXV, 2 : 171-176.
- [13]. Berriah A. (2014). Les reboisements de chêne liège dans l'Ouest Algérien : bilan et perspectives d'amélioration. Mémoire de Magister en Foresterie, Département des Ressources Forestières, Université de Tlemcen, 139p.
- [14]. Benamirouche S. (2005). Les reboisements en Algérie de 1962 à 2002 . constitution d'une base de données, bilan et analyse. Mémoire de Magister. Institut national agronomique, El-Harrach, Algérie
- [15]. Messaoudene M., Ourdani, k., Rouha, z., Saadi, N., Dergaoui, M. & Rabahi, M. (2011). Bilan physique des reboisements en chêne-liège dans la wilaya de Bejaia. 2^{ème} Rencontre Méditerranéenne .Chercheurs-Gestionnaire-Industriels. Univ. de Jijel, 25p.
- [16]. Lamhamedi M. S., Ammari Y., Fecteau B., Fortin A. & Margolis H. (2000). Problématique des pépinières forestières en Afrique du Nord et stratégies de développement .*Cahiers d'études et de recherches francophones / Agricultures*. 9(5) : 369-380. <https://revues.cirad.fr/index.php/cahiers-agricultures/article/view/30259>
- [17]. Villar-Salvador P., Planelles R., Enriquez E. & Penuelas-Rubira J., 2004. Nursery cultivation regimes, plant functional attributes and field performance relationships in the mediterranean oak *Quercus ilex* L. *Forest ecology and management*, 196: 257-266.
- [18]. Bouderrah M., Zine El Abidine A., Bounakhla.A., Lamhamedi M.S., Zouahri A. & Mounir F. (2017). Qualité morpho-physiologique des plants de chêne-liège, *Quercus suber* L. produits dans des pépinières forestières au Maroc. *Bois et Forêts des Tropiques*, 333 (3): 31-42.
- [19]. Benamirouche S. (2020). Essai d'amélioration de la qualité des plants de chêne liège (*Quercus suber* L.) élevés en pépinière : implications pour la régénération artificielle de l'espèce. Thèse de doctorat en sciences agronomiques, ENSA EL Harrach- Alger, 143p. + Annexes
- [20]. Merouani, H., Branco C., Almeida M.H. & Pereira J.S. (2001a). Comportement physiologique des glands de chêne liège (*Quercus suber* L.) durant leur conservation et variabilité inter individus producteurs. *Annals of forest science*, 58: 143- 153.
- [21]. Merouani H., Branco C., Almeida M.H. & Pereira J.S. (2001b). Effects of acorn storage duration and parental tree on emergence and physiological status of Cork oak (*Quercus suber* L.) seedlings. *Ann. For. Sci.* 58 : 543–554.
- [22]. Corbineau F., Dacher F. & Côme D. (2001). Influence de la durée de conservation des glands au froid et de la température de germination sur le développement des plantules du chêne sessile. *Rev. For. Fr.* LIII ,1 : 32-43. <https://doi.org/10.4267/2042/5792>
- [23]. Benkhedda H. (2020). Etude de la variabilité des caractères morpho-physiologiques des glands de chêne-liège (*Quercus suber* L.) d'une subéraie de littoral, cas de la forêt d'El Aouana (Jijel). Mémoire master II. Université de Tlemcen, 61p
- [24]. Chouial M., Benamirouche S. & Guechi W. (2020). Effet de l'arbre producteur sur la croissance et la qualité de plants de chêne liège (*Quercus suber* L.) en pépinière. *Agric. For. J.*, 4(2): 121-130. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.4310987>
- [25]. Mechergui T., Pardos M., Douglass F. & Jacobs D.F. (2021). Effect of acorn size on survival and growth of *Quercus suber* L. Seedlings under water stress European. *Journal of Forest Research* 140:175–186. <https://doi.org/10.1007/s10342-020-01323-2>
- [26]. Ennajeh A., Azri W., Khaldi A., Nasr Z., Selmi H. & Khouja M. (2013). Variabilité génétique du Chêne liège (*Quercus suber* L.) en Tunisie. Bilan d'un essai comparatif multi sites de plantations de provenances diverses. *Geo-Eco-Trop*, 37, 2 : 191-200
- [27]. Bonner F.T. & Vozzo J.A. (1987). Seed biology and technology of Quercus. New Orleans, LA, USA, US Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station, General Technical Report SO-66. 21p. <https://doi.org/10.2737/SO-GTR-66>
- [28]. González-Rodríguez V., Villar R. & Navarro-Cerrillo R.M. (2011). Maternal influences on seed weight effect and initial seedling growth in four *Quercus* species. *Acta. Oecol.* 37(1):1-9. [Doi:10.1016/j.actao.2010.10.006](https://doi.org/10.1016/j.actao.2010.10.006)
- [29]. Benamirouche S., Chouial M. & Messaoudene M. (2018). Storage of cork oak (*Quercus suber* L., 1753) acorns and effect of storage duration on seedling vigour: artificial regeneration implications. *Revue d'Écologie (Terre et Vie)*, 73 (1): 80-95
- [30]. Merouani H., Trubat R., Lourenço M.J., Sampaio T., Santos M.L., Cortina J., Pereira J.S. & Almeida M. H. (2005). Le développement de champignons, un facteur limitant la conservation. *Integrated Protection in Oak Forests IOBC/wprs Bull.*, 28:129-136.
- [31]. Benamirouche S., Chouial M. & Guechi W. (2022). Effet de l'arbre producteur et de la durée de conservation sur le comportement physiologique de glands et la qualité de plants de *Quercus suber* L. *Agriculture and Forestry Journal*, 6(1) : 41–54. <https://doi.org/10.46325/afj.v6i1.14>
- [32]. Tilki F. & Alptekin C.U. (2005). Variation in acorn characteristics in three provenances of *Quercus aucheri* Jaub. et Spach and provenance, temperature and storage effects on acorn germination. *Seed Science and Technology* 33(2): 441–447. <https://doi.org/10.15258/sst.2005.33.2.16>
- [33]. ISTA (International Seed Testing Association). (1985). International rules for seed testing. *Seed Sci. Technol.* 13: 299–355.
- [34]. Côme .D. & Corbineau F. (1998). Semences et germination in : Physiologie végétale II. Croissance et développement / P. Mazliak Ed. Paris : Hermann : 185-313.
- [35]. Côme D. (1970). Les obstacles à la germination (monographie et physiologie végétale), Ed, Masson et Cie (Paris), 162p.
- [36]. Willan R.L. (1985). A guide to forest seed handling. FAO Forestry Paper 20/2. Rome, FAO.p394
- [37]. García-Mozo, H.; Gómez-Casero, M.T.; Domínguez, E. & Galán, C. (2007). Influence of pollen emission and weather-related factors on variations in holm-oak (*Quercus ilex* subsp. *ballota*) acorn production. *Environ. Exp. Bot.* 61: 35–40. DOI: [10.1016/j.envexpbot.2007.02.009](https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2007.02.009)

- [38]. **Alejano, R.; Vázquez-Piqué, J.; Carevic, F. & Fernández, M. (2011).** Do ecological and silvicultural factors influence acorn mass in Holm Oak (southwestern Spain)? *Agroforest Syst.* 83: 25–39. DOI:[10.1007/s10457-011-9369-4](https://doi.org/10.1007/s10457-011-9369-4)
- [39]. **Marzouki R., Ezzine O., Ben Yahia K., Dhahri S., Ammari Y. & Lahbib Ben Jamâa M. (2020).** Diversité biométrique et caractérisation biochimique des glands de chêne-liège du Nord-Ouest de la Tunisie. *Annales de l'INRGREF*, 21 : 55-69.
- [40]. **Mercier S. & Rainville A. (1996).** Effet de la morphologie, du génotype et de la germination précoce des glands de chêne rouge sur la croissance des plants en récipient. Mémoire de recherche forestière n°123. Québec, Gouvernement du Québec. 41 p.
- [41]. **Aissa D. (1983).** Étude sur la germination des semences de chêne vert (*Quercus ilex* L.) I : Influence de l'arbre producteur et de la taille des semences, *Rev. Cytol. Bio. Végét. Bot.* 6 : 5–14.
- [42]. **Bonfil C. (1988).** The effects of seed size, cotyledon reserves, and herbivory on seedling survival and growth in *Quercus rugosa* and *Quercus laurina* (Fagaceae). *Am. J. Bot.* 85 (1): 79–87.
- [43]. **Khan ML. & Shankar UMA . (2001).** Effect of seed weight, light regime and substratum microsite on germination and seedling growth of *Quercus semiserrata* Roxb. *Trop Ecol* 42(1):117–125
- [44]. **Xia, K.; Daws, M.I.; Stuppy, W.; Zhou, Z. K. & Pritchard, H.W. (2012).** Rates of Water Loss and Uptake in Recalcitrant Fruits of Quercus Species Are Determined by Pericarp Anatomy. *PLOS ONE*, 7, e 47368 <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0047368>
- [45]. **Hendry G.A.F., Finch-Savage W.E., Thorpe P.C. Atherton N.M., Buckland S.M., Nilson K.A. & Seel W.E. (1996).** Free radical processes and loss of seed viability during desiccation in the recalcitrant species *Quercus robur* L., *New. Phytol.* 122 : 273–279
- [46]. **Muller C. (1986).** Le point sur la conservation des semences forestières et la levée de dormance. *Revue Forestière Française*. I : 200–204. <https://doi.org/10.4267/2042/25642>
- [47]. **Chin H.F., Krishnapillay B. & Stanwood P.C. (1989).** Seed moisture: recalcitrant vs. orthodox seeds. In: Stanwood PC, McDonald MB (eds) Seed moisture. Crop Science Society of America Spec Publ No 14, Madison, Wisconsin, pp 15–22. <https://doi.org/10.2135/cssaspecpub1>
- [48]. **Sobrinho-Vesperinas E. & Viviani A.B. (2000).** Pericarp micromorphology and dehydration characteristics of *Quercus suber* L. acorns. *Seed Sci. Res.*, 10: 401-407
- [49]. **Lavrentyev N.V., Yakovleva O.V. & Firsov G.A. (2014).** Anatomical structure of pericarp and seed skin of *Quercus* species introduced in St. Petersburg. *Modern Phytomorphology*, 5 : 129-133.
- [50]. **Rachita Pandey, Kiran Bargali & Bargali SS. (2017).** Does seed size affect water stress tolerance in *Quercus Leucotrichophora* a. Camus at germination and early seedling growth stage? *Biodiversity International Journal Biodiversity Int J.* 1(1):24–30 [https://DOI: 10.15406/bij.2017.01.00005](https://DOI:10.15406/bij.2017.01.00005)
- [51]. **Levert J. (1977).** Etude de l'influence de quelques facteurs physiques sur la germination des glands de chêne pédoncule (*Quercus pedunculata* Ehrl., syn.: *Q. robur* L.). Mémoire de D.E.A., Université de Clermont II, 51p.
- [52]. **Bastien Y. (1992).** Résultats de semis de glands de conservation en pépinière. *Revue Forestière Française*, 5 : 430-434. <https://doi.org/10.4267/2042/26342>
- [53]. **Côme D. (1971).** Dégazage des enveloppes séminales lors de leur imbibition – I. Cas général, *Physiol. Vég.* 9 : 439-446. <https://doi.org/10.2135/cssaspecpub14.c2>
- [54]. **Lamond M. & Levert J. (1980).** Influence des enveloppes séminales sur l'imbibition des glands de chêne pédonculé (*Q. robur* L.). *Ann Sci. Forest.*, 37 (1) : 73-83.
- [55]. **Tilki F. (2010).** Influence of acorn size and storage duration on moisture content, germination and survival of *Quercus petraea* (Mattuschka). *J. Environ. Biol.*, 31 : 325-328.