Ann. Rech. For. Algérie 2023, 13(01):54-61
© Institut National de Recherche Forestière

Article de recherche

Reçu: 22 Septembre 2022/Accepté: 23 Mars 2023

Diversification des espèces du barrage vert : Expérimentation préliminaire

D. Benlabiod[1] ; M. Sbabdji[2]; H. Himrane[2]; T. Chouicha[1]; F. Hassibi[1]; A. Moulay[3]*

1 Station INRF Djelfa benlabiod.denidena@gmail.com
2 INRF Bainem Alger m.sbabdji@ensa.dz— himrane_hocine@hotmail.com
3 Station INRF Ain Skhouna inrf.saida@gmail.com

* **Auteur correspondant :** inrf.saida@gmail.com

ملخص
يعرض العمل الحالي نتائج زراعة تجريبية لـ 6 أنواع أجريت في يناير 2021 في منطقة الشبيكة (الجلفة) بهدف تنويع الأنواع في السد الأخضر. هذه هي صنوبر حلب، صنوبر ترس، صنوبر ترس مطعمة (في صفحة حلب) ، شجرة فستق أطلس ، شجرة الخروب وشجرة أركان. الاستجابات التي تم قياسها هي معدل البقاء على قيد الحياة وارتفاع النباتات وفقًا لعدد المقابلات (العزق بالسقي) التي أجريت خلال موسمي الصيف الأولين (2021-2022). أظهرت النتائج أن الأنواع الثلاثة من الفستق الحلبي والصنوبر الحلبي والصنوبر لها معدل بقاء مرتفع حتى بالنسبة للحالات الأقل صيانة (أكثر من 65٪). تتمتع شجرة الفستق الأطلس بأعلى معدل بقاء (95٪) حتى عندما لا يتم صيانتها. تختلف العلاقة بين عدد المقابلات ومعدل البقاء على قيد الحياة من نوع إلى آخر. في الواقع، هناك ثلاث فئات 1) أنواع ذات حساسية إيجابية (ص. غير مطعمة) التي يزيد معدل بقائها مع عدد المقابلات. 2) الأنواع المحايدة (شجرة الأركان، ص.حلب ، ص. ترس مطعمة) التي لا تتغير معدلات بقائها حسب عدد الصيانة و 3) الأنواع ذات الحساسية السلبية (شجرة الفستق في الأطلس ، شجرة الخروب) التي لها يتناقص المعدل مع زيادة عدد المقابلات.
الكلمات المفتاحية: السد الأخضر، تنويع الأنواع، الجلفة، المزارع التجريبية.

Abstract
The current work presents the results of an experimental planting of six species carried out in January 2021 in the Chbika area (Djelfa) aimed at diversifying the species in the green dam. These are the Aleppo pine, the pinion pine, the grafted pinion pine (on p. d'Alep), the Atlas pistachio tree, the carob tree and the argan tree. The responses measured are the survival rate and the height of the plants according to the number of interviews (watering-hoeing) carried out during the first two summer seasons (2021-2022). The results show that the three species of Atlas pistachio, Aleppo pine and pinion pine have a high survival rate even for the least maintained cases (over 65%). The Atlas pistachio tree has the highest survival rate (95%) even when it is not maintained. The relationship between the number of interviews and the survival rate varies from one species to another. Indeed, there are three categories 1) species of positive sensitivity (p. non-grafted pinion) whose survival rate increases with the number of interviews. 2) neutral species (argan tree, p. of Aleppo, p. grafted pinion) whose survival rates do not change according to the number of maintenance and 3) species of negative sensitivity (pistachio tree of the Atlas, carob tree) for which the rate decreases with the increase in the number of interviews.
Keywords: Green dam, species diversification, Djelfa, experimental plantations.

Résumé
L'actuel travail présente les résultats d'une plantation expérimentale de 6 essences réalisée en janvier 2021 dans la zone de Chbika (Djelfa) visant à diversifier les espèces dans le barrage vert. Il s'agit du pin d'Alep, le pin pignon, le pin pignon greffé (sur p. d'Alep), le pistachier de l'Atlas, le caroubier et l'arganier. Les réponses mesurées sont le taux de survie et la hauteur des plants en fonction du nombre d'entretiens (arrosage-binage) apportés durant les deux premières saisons estivales (2021-2022). Les résultats montrent que les trois espèces de pistachier de l'Atlas, pin d'Alep et pin pignon ont présenté un taux de survie élevé même pour les cas les moins entretenus (au-delà de 65%). Le pistachier de l'Atlas présente le taux de survie et la hauteur les plus élevés (95%) même lorsqu'il n'est pas entretenu. La relation entre le nombre d'entretiens et le taux de survie varie d'une espèce à l'autre. En effet, on distingue trois catégories 1) espèces de sensibilité positive (p. pignon non greffé) dont le taux de survie augmente avec le nombre d'entretiens. 2) espèces neutre (arganier, p. d'Alep, p. pignon greffé) dont les taux de survie ne change pas selon le nombre d'entretien et 3) espèces de sensibilité négative (pistachier de l'Atlas, caroubier) pour lesquelles le taux diminue avec l'augmentation du nombre d'entretiens.
Mots-clés : Barrage vert, diversification des espèces, Djelfa, plantations expérimentales.

Introduction

La désertification est une préoccupation environnementale majeure qui menace une bonne partie des terres dans le monde et affecte ainsi gravement la sécurité alimentaire (Oldache, 2002 ; Chabane, 2010 ; Oldache, 2021). Le désert n'avance pas, il est la conséquence principale de la combinaison de la sécheresse et de la surexploitation des terres (Mabkhout, 2001).

L'Algérie est un pays menacé par la désertification en raison de la fragilité des zones steppiques qui constituent le premier rempart contre l'avancée du désert (Le Houerou, 1968 ; Aidoud, 1996 ; Moulay et al. 2012). Durant la première décennie post-indépendance, le gouvernement a mis en œuvre un programme de prévention et de lutte contre la désertification focalisé sur le reboisement d'une large barrière forestière face au désert qui s'étend au niveau de l'Atlas saharien depuis la frontière marocaine à l'Ouest jusqu' à la frontière tunisienne à l'Est sous l'appellation : barrage vert (Sari, 1979 ; Letreuch-Belarouci, 1991). Parmi les 3 700 000 ha prévus, seulement 159 000 ha ont été plantés (Benabdeli et al. 2019). De plus, d'autres insuffisances relevant des aspects technique et conceptuel sont apparues conséquence du choix inadapté des espèces et du non intégration des populations inféodées et avoisinantes (Bouchon 1984 ; Mezali, 2003). Les plantations réalisées concernent exclusivement le pin d'Alep qui malgré sa rusticité et sa croissance rapide est peu désiré par la population et très attaqué par les déprédateurs (Decourt, 1973 ; Devaux et al. 1976 ; Quezel et Barbero 1992). Ces inconvénients sont actuellement observables à travers l'état des plantations (Sahraoui, 1995). La pérennité du barrage vert et l'amélioration de la qualité du sol était possible par la diversification des essences (Bensaid, 1995). Malgré ce constat et en raison de l'accentuation des menaces liées aux changements climatiques, le barrage vert demeure un objectif qui doit être actualisé en considérant les nouveautés économiques, l'adhésion des populations sur les territoires d'intervention et le choix des espèces résistantes à l'aridité (Davidson, 1977 ; Whitney, 1977). Dans ce contexte, l'actuel travail a été entrepris dans le cadre de diversification des espèces au niveau du barrage vert. Pour ce faire, une plantation expérimentale de six essences a été installée en janvier 2021 à Chbika (Wilaya de Djelfa) et suivie durant deux années (2021-2022).

2. Matériel et Méthodes

2.1. Zone d'étude

Le site d'étude (Figure 1) est situé à 6 km au nord de la wilaya de Djelfa et à 13 km au sud d'Ain Maabed.

Le terrain sablo-limoneux présente une pente de moins de 5% exposée au sud. Le couvert forestier environnant se compose principalement de pin d'Alep âgé d'environ 40 ans, de genévrier de Phénicie et oxycèdre ainsi que de l'Alfa qui domine la strate inférieure. Ces espèces assurent ensemble un taux de recouvrement total de moins 60%.

Le climat est semi-aride à aride. Selon la saison, les précipitations annuelles fluctuent entre 250 et 300 mm et les températures entre 0 et 38°C. Le

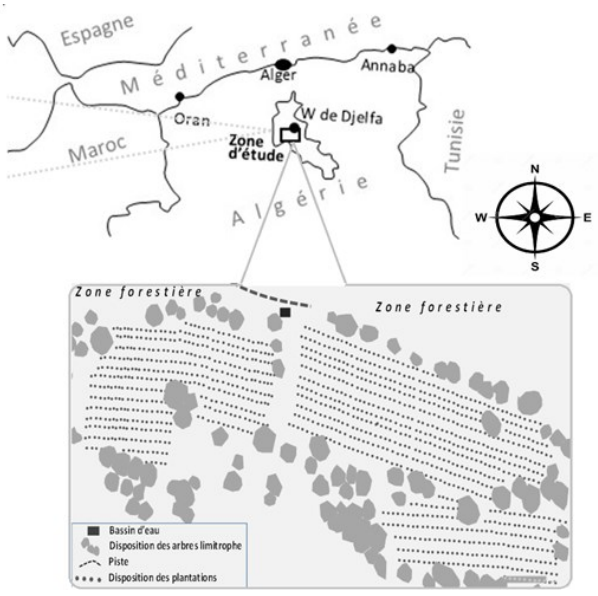


Figure 1. Situation de la zone d'étude

déficit en précipitations de l'année 2020-2021 s'est étalé sur 9 mois et la période de décembre 2020 à avril 2021 a été marquée par une sécheresse sévère.

2.2. Plantation expérimentale

La plantation a été réalisée fin décembre 2020-début janvier 2021. La Figure 2 montre une vue générale de la plantation.

Les trous de plantation de 40 cm de profondeur ont été creusés à l'aide d'une tarière tractée. Les six espèces (Tableau 1) sont plantées en ligne avec un espacement de 3 m.

2.3. Paramètres mesurés

Durant les années 2020-2021, les travaux d'entretien des périodes estivales consiste en un arrosage à raison de 6 à 8 litres/plants suivi d'un binage effectué 24 à 48 h après. Le nombre d'entretiens est de 1, 2, 3 et 4. Les traitements témoins ne sont pas entretenus. Le nombre de plants par traitement varie de 12 à 20 sujets. Deux paramètres sont mesurés en fonction du nombre d'entretiens. Il s'agit du *taux de survie* (%) qui est le pourcentage des plants vivants (après un intervalle de temps) par rapport aux plants mis en terre et de *la hauteur des plants*, qui est mesurée depuis le collet jusqu'à l'apex.

2.4 Analyses statistiques

L'analyse de la variance (ANOVA) des moyennes a été effectuée pour déterminer la signification statistique des facteurs. Les différences ont été considérées comme significatives (*, p = 0,05), hautement significatives (**, p =0,001) et très hautement significatives (***, $p \leq 0{,}001$).



Figure 2. Vue générale des plantations

3. Résultats et interprétation

3.1. Première saison estivale

3.1.1. Taux de survie

A la fin de la première saison estivale, les taux de survie étaient fortement contrastés entre espèces et entretiens. Quatre espèces à savoir le pistachier de l'Atlas, le pin d'Alep et le pin pignon greffé et non greffé présentent des taux de survie élevés dépassant les 65% ; excepté le traitement témoin du caroubier. Ce dernier ainsi que l'arganier présentent les taux de survie les plus faibles (Figure 3).

Les 6 espèces se comportent différemment en fonction du nombre d'entretien et peuvent être classées en trois catégories selon les coefficients de leurs courbes de tendances (Figure 3) : 1) *Espèces de sensibilité positive :* il s'agit du pin pi-

Tableau 1. Nombre et provenance des espèces plantées

Espèce	Provenance	Nombre	Critère de choix
Pin pignon greffé	INRF Bainem – Alger	38	Rusticité du pin d'Alep, intérêt économique des pignes
Pin pignon non greffé	INRF Bainem – Alger	40	Plasticité écologique et rendement
Arganier	Ain Skhouna – Aflou	26	Plasticité rusticité et production de gland
Pistachier de l'Atlas	Ain Skhouna – Aflou	76	Rusticité et possibilité de valorisation par greffage
Caroubier	Ain Skhouna – Aflou	80	Rusticité et intérêt économique
Pin d'Alep	Ain Skhouna – Aflou	80	Rusticité

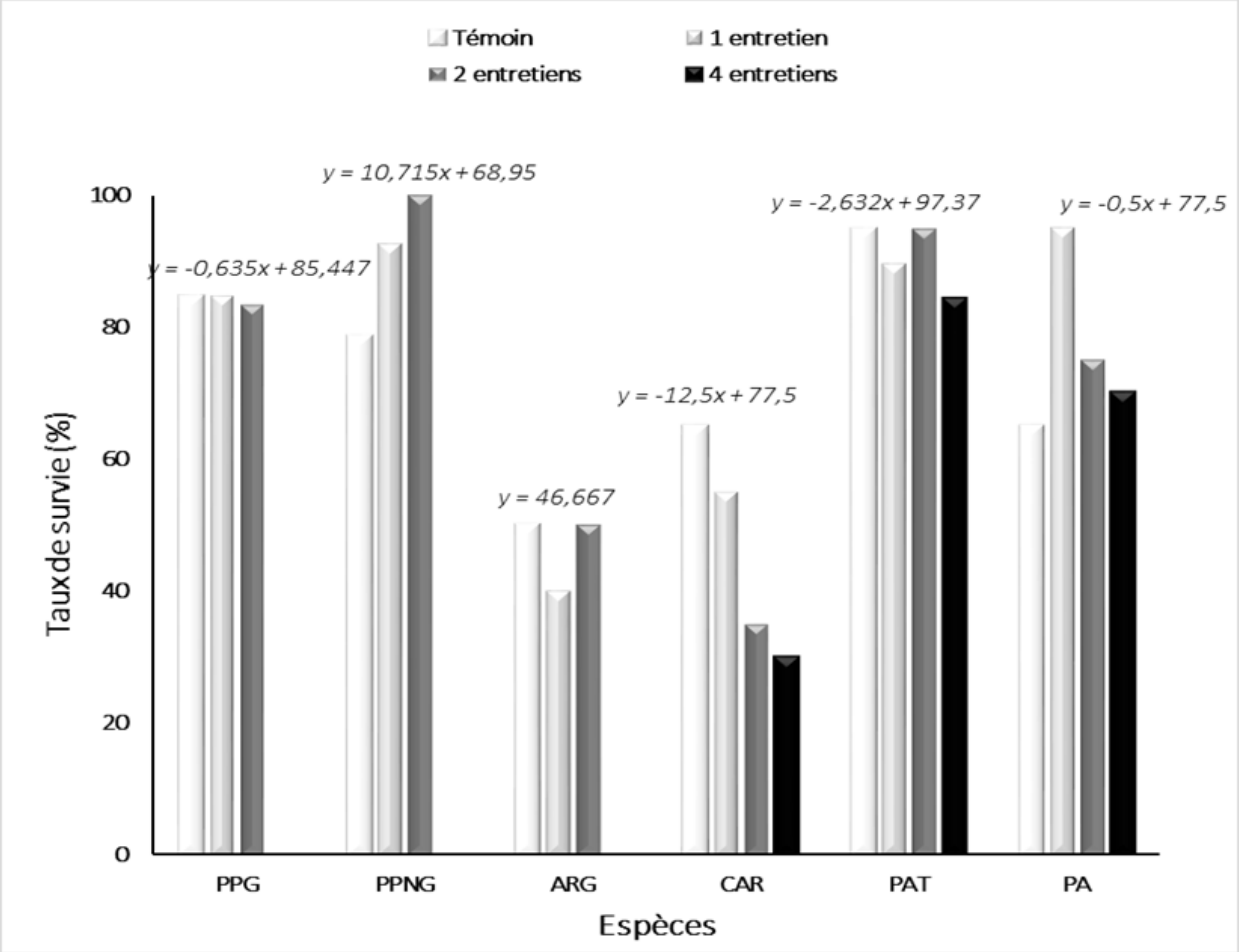


Figure 3. Taux de survie par espèce en fonction du nombre d'entretien relevé le 21 octobre 2021. Pin pignon non greffé (**PPNG**) ; Pin pignon greffé (**PPG**) ; Arganier (**Arg**) ; Pin d'Alep (**PA**) ; Pistachier de l'Atlas (**PAT**) ; Caroubier (**CAR**)

gnon non greffé pour lequel le taux de survie augmente avec le nombre d'entretien. 2) *Espèces neutres :* c'est les cas de l'arganier, le pin d'Alep et le pin pignon greffé sur pin d'Alep dont les taux de survie ne varie pas selon le nombre d'entretien et 3) *Espèces de sensibilité négative :* il s'agit du pistachier de l'Atlas et du caroubier pour lesquelles le taux diminue avec l'augmentation du nombre d'entretiens.

3.1.2. Croissance des plants

Les résultats concernant l'arganier et le caroubier ne sont pas présents vu l'important taux de mortalité à cause de l'effet de gelée. Pour les autres espèces, les hauteurs des plants ne dépendent pas du nombre d'entretiens sauf pour le pistachier de l'Atlas où on observe un effet statistiquement significatif de l'effet du nombre d'entretien sur sa hauteur à la date du 12/9/2021 (Tableau 2).

3.2. Deuxième saison estivale

Le pistachier de l'Atlas et le pin d'Alep présentent une faible diminution du taux de survie de 2021 à 2022 contrairement aux autres espèces. Le caroubier et l'arganier présentent les plus faibles taux de

Tableau 2. Effet du nombre d'entretiens sur la croissance des plants durant 2021.

Espèce	Date	Hauteurs moyennes (cm)				ANOVA			
		Témoin	1 entretien	2 entretiens	4 entretiens	Fobs	$F_{théo}$	Probabilité	Signification
PA	11/4	24,07	24,74	27,08	24,52	1,473	2,736	0,229	NS
	21/9	30,96	28,91	29,88	29,53	0,289	2,761	0,833	NS
PAT	11/4	14,92	14,34	15,03	13,94	0,135	2,742	0,939	NS
	21/9	31,86	25,29	45,19	35,31	7,597	2,746	0,000***	THS
PPG	11/4	68,92	68,27	66,67	-	0,246	3,267	0,783	NS
	21/9	71,50	75,17	72,25	-	0,350	3,403	0,708	NS
PPNG	11/4	27,41	29,97	28,85	-	0,653	3,252	0,526	NS
	21/9	32,59	37,17	35,92	-	1,609	3,285	0,215	NS

survie et donc une forte mortalité (Figure 4 a, b, c, d).

4. Discussion générale

Le travail réalisé répond à une problématique d'actualité. En effet, la lutte contre la désertification constitue une priorité en raison de l'accentuation du phénomène aggravé par le réchauffement climatique. Le barrage vert demeure l'un des projets stratégiques de l'Algérie, sa relance et son actualisation est fondamentale pour la protection des ressources vitales (sol, eau et atmosphère). Les expérimentations effectuées ont pour objet la diversification des espèces du barrage vert et la détermination du nombre d'entretiens à apporter pour réussir la plantation. Le nombre réduit des espèces étudiées a été une contrainte conditionnée par la disponibilité des plants et de la praticité d'exécution sur le terrain.

Le pin d'Alep, pin pignon et pin pignon greffé (sur *P. d'Alep*), le pistachier de l'Atlas, l'arganier et le caroubier sont les premières essences testées qui doivent être enrichies par d'autres espèces dans les travaux futurs. En effet, excepté celui de Lalouani (2019), les travaux sur cette problématique sont rares.

Le taux de survie et la hauteur des plants sont mesurés en fonction du nombre d'entretiens pour 2021 et 2022. Les résultats obtenus sur certaines espèces sont prometteurs. En effet, le pistachier de l'Atlas, le pin d'Alep et le pin pignon présentent des taux de survie satisfaisant la première année même pour les cas les moins entretenus. Ce résultat semble intéressant pas uniquement pour la diversification des espèces mais également sur le plan économique dans la mesure où il pourra aider à amoindrir le coût de plantation. Pour le pistachier de l'Atlas dont le taux de réussite et la croissance sont intéressants est adapté aux régions semi-arides. En effet, des populations naturelles sont présentes dans les daya et le long des talwegs (Belhadj, 2001). Des auteurs comme Monjauze (1980), Bensaid (1985) et Leutreuch-Belarouci (1989) l'ont déjà recommandé pour la région de l'Atlas saharien. Néanmoins, il est nécessaire de revoir son potentiel d'adaptation face aux changements climatiques durant le jeune âge en plantation artificielle. Malgré l'important taux de survie de cette espèce, deux questions restent posées quant à sa recommandation définitive : la première est liée au changement climatique et concerne sa résistance en cas de sécheresse sur plusieurs années. La deuxième est liée aux mesures d'entretien garantissant la croissance des jeunes plants pour qu'ils soient aptes au greffage. Le même raisonnement peut être fait pour le pin pignon bien que cette espèce n'existe pas à l'état naturel dans ces régions. Cette espèce est d'un fort potentiel économique en raison de la valeur marchande de son fruit (Boukrouba, 2014), mais ses aptitudes écologiques par rapport aux zones semi-arides et arides nécessitent d'avantage de recherches pour sa valorisation dans le barrage vert par greffage

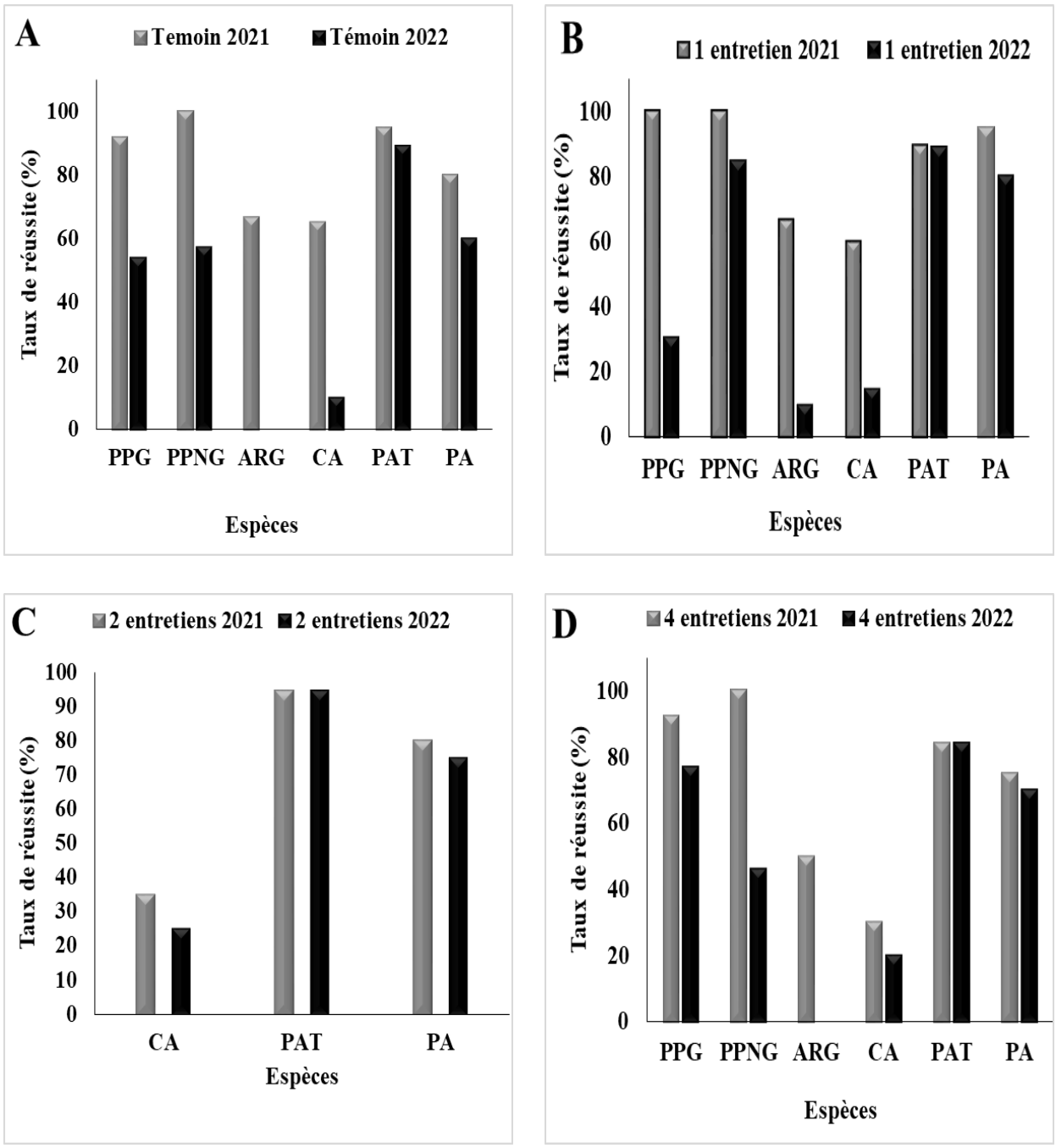


Figure 4. Taux de réussite à la fin de la saison estivale en 2021 et 2022 selon les types d'entretiens. Pin pignon non greffé (**PPNG**) ; Pin pignon greffé (**PPG**) ; Arganier (**Arg**) ; Pin d'Alep (**PA**) ; Pistachier de l'Atlas (**PAT**) ; Caroubier (**CAR**).

sur le pin d'Alep.

L'utilisation du pin d'Alep même greffé (sur p. d'Alep) nécessite de prendre en considération l'aspect économique pour qu'il soit rentable en pignes (Boukrouba, 2014). A titre d'exemple, le greffage du pin pignon-pin pignon (bourgeon adulte sur jeune plant) permettra de raccourcir la phase juvénile et donc de mieux rentabiliser le peuplement (Sylvain, 2015). Le pin d'Alep demeure une des espèces à retenir pour le barrage vert malgré les conclusions négatives émanant de sa monoculture (Polge, 1992). En effet, il reste une espèce rustique à croissance relativement rapide qui pourra être utilisée pour améliorer le taux de recouvrement (Nahal, 1962) et comme porte greffe du pin pignon. Les résultats satisfaisants obtenus sur cette espèce à la fois pendant la première et la deuxième année (taux de survie ≥ 60%) sont insuffisants car l'état alarmant des anciens reboisements dans le barrage vert rappelle des questions liées au maintien de cette réussite à long terme.

Les résultats sur le caroubier et l'arganier, connu pour leurs importances économiques et leurs rusticités (Evreinoff, 1947) sont loin d'être prometteurs. En effet, pour les deux espèces les taux de survie n'ont pas dépassé 60% même pour les cas les plus entretenus. La sensibilité de ces deux espèces aux gelées a été déjà rapportée (Vennetier et al. 2011). Chaque vague de gelée provoque des brûlures foliaires qui se suivent par un re-débourrement et une réémission des nouvelles feuilles ce qui indique l'existence chez ces deux espèces, le caroubier notamment, une résistance aux gelées. En revanche, la forte mortalité observée par la suite (en été), laisse supposer que les gelés répétées affaiblissent les plants et retardent leur croissance.

5. Conclusion

La réussite du barrage dans les années futures dépendra d'un programme de développement intégré de projets multisectoriels où la lutte contre la désertification sera axée sur la plantation d'espèces végétales pérennes diversifiées et adaptées aux conditions du milieu.

Remerciements

Bachiri D. (directeur) Nahar Said, Fassih Gharbi de la réserve de chasses de Djelfa, Mr Tamchbeche Lakhdar Directeur de l'ITMAS Djelfa, Lile Ilham ingénieur de laboratoire INRF, Guadguad Doctorant à l'ENSA.

Références

Aidoud A. (1996). La régression de l'alfa (*Stipa tenacissima* L) graminée pérenne, un indicateur de désertiﬁcation des steppes algériennes. Secheresse, 7, 187-93.

Belhadj S. (2001). Les pistacheraies algériennes : Etat actuel et dégradation. In : Ak B.E. (ed.). *XI GREMPA Seminar on Pistachios and Almonds.* Zaragoza : CIHEAM. (2001) . p. 1 07 -1 09 (Cahiers Option s Méditerranéen n es; n . 56)

Benabdeli K, Belgherbi B et Charif K . (2019). Le Barrage Vert : une expérience algérienne en matière de lutte contre la désertification. Rapport sur la barrage vert. Univ de Mascara.

Bensaîd S. (1995). Bilan critique du barrage vert en algérie. Sécheresse 1995 ; 6 : 247-55.

Bensaid S. (1985). Contribution à la connaissance des espèces arborescentes sahariennes : germination et croissance de l'*Acacia radiana* Savi. Mém. de magister U.S.T.H.B., Alger. 97 p.

Bouchon J. (1984). Les tarifs de cubage. E.N.G.R.E.F., Nancy. 57 p.

Boukrouba I.M. (2014). Etude de la croissance et de la fructification de pin pignon (*Pinus pinea* L.) dans la région de chlef. Mémoire de Master en Agronomie. ENSA, 108P

Chabane M. (2010). Le réchauffement climatique menace la sécurité alimentaire : quel avenir et quelle politique pour l'avenir en Algérie. Centre régional de recherche en science sociales. Laboratoire d'économie et de sciences sociales de Rennes.

Davidson B. (1977). Mass mobilization for national econstruction in the cape vierd Island. Economic Geography. Vol 53, n°4.pp 393-396.

Decourt N. (1973). Production primaire, production utile: méthodes d'évaluation, indice de production. Ann. Sc.For., 30 : 219-238.

Devaux J.P., Le Bourhis H., & Moutte P. (1976). Structures et croissance comparées de quelques peuplements de pind'Alep dans l'île de Port-Cros (Parc national). Trav. Sci.

Evreinoff V.A., 1947. Le caroubier ou *Ceratonia siliqua* L. journal d'agriculture traditionnelle et botanique appliquée. 299-300. pp 389-401

Lalouani I.F.Z. (2019). Contribution à l'optimisation des pratiques d'entretien des jeunes plantations fores-

tières dans la wilaya de Blida cas du cèdre de l'atlas ; le caroubier et le pin pignon. Mémoire d'ingénieur en agronomie. ENSA. P61.

Le Houerou H.N . (1968). La désertification du sahara septentrional et des steppes limitrophes. Ann.alg. de Géogr. Alger, n°6. Pp 5-30.

Leteruch-Belarouci, N. (1991). *Le reboisement en Algérie et perspectives d'avenir*. Alger : Office des Publications Universitaires, 1991 ; 187.

Letreuch-Belarouci, N. (1989). *Approche global de la question du reboisement dans la zone du Barrage Vert*. Alger : Office des Publications Universitaires, 1989 ; 18.

Mebkhout M. (2001). Rapport « Barrage Vert ». Journée d'étude organisée par l'association de protection et amélioration de l'environnement de la wilaya de Naama. Djelfa 2001. p13.

Mezali M. (2003). Rapport sur le secteur forestier en Algérie. *9ème session du forum des Nations Unis sur les forêts*. 9 p.

Monjauze, A. (1980). Connaissance du bétoum *Pistacia atlantica* Desf. Biologie et forêt. *Revue Forestière Française*, 4 : 357-363.

Moulay A; Benabdeli K et Morsli A. (2012). Quel avenir pour la steppe à Alfa dans le sud ouest algérien? Forêt méditerranéenne *t.XXXIII, n°3, septembre 2012*.pp. 241-250.

Nahal I. (1962). Le pin d'Alep- Etude taxonomique, phytogéoraphique, écologique et sylvicole. Ann. Ecole Eaux et Forêts, 208 p.

Oldache, E.H. (2002). La fixation des dunes, moyen de lutte contre la désertification : étude critique du barrage vert. Thèse de Doctorat, Reims. Parc nation. Port -Cros, 2. : 131-166.

Oldache, E.H. (2021). Le barrage vert : bilan physique et perspectives. Ann. Rech.For. Algérie 2021. 11(01) :7-20.

Polge H. (1992). Le bois du pin d'alep. Forêt méditeranéenne t. XIII, n°3, 234-237p.

Quézel P et Barbéro M. (1992). Le pin d'Alep et les espèces voisines : répartition et caractères écologiques généraux, sa dynamique récente en France méditerranéenne. Forêt méditerranéenne XIII (3). 158-170.

Sahraoui, B. (1995). Bilan critique du barrage vert. Sécheresse, 6(3), 247-255.

Sari, D . (1979). Les tentatives de réstauration du monde rural en Algérie, Méditerranée, Aix en provence, n°1-2. Pp 65-72.

Sylvain L. (2015). Valorisation possible des peuplements de Pin pignon (*Pinus pinea* L) à travers la production de pignon de pin dans le Var. Mémoire de fin d'étude. Dominante d'aproffondissement et gestion forestière. Agro Paris Tech et CNPF. 87p.

Vennetier M, Girard F, Didier C, Ouarmim S, Ripert C, Misson L, Esteve R, Martin W, Ndyaye A. (2011). Adaptation phénologique du pin d'Alep au changement climatique. Forêt Méditerranéenne (32)2 151-167.

Whitney J. (1977). Striking a blow against desertification: cooperative initiative in chungwi country, china. Economic Geogaphy. Vol 53. N°4. Pp 381-384.