

Essais de germination de deux (2) espèces exotiques (*Prosopis juliflora* (Sw). DC. et *Prosopis chilensis* (Molina) Stuntz.) utilisées dans la restauration des terres en zone sahélienne au Sud-Est du Niger

Mahaman Bagana MAÏ MOUSSA CHETIMA¹, Maman Kamal ABDOU HABOU^{2*},
Habou RABIOU², Ismaël BIO¹, Madou JAOUNA MAIGARI¹ et Ali MAHAMANE³

¹ Université de Diffa, Institut Supérieur en Environnement et Ecologie, BP 78, Diffa, Niger

² Université de Diffa, Faculté des Sciences Agronomiques et Ecologiques, BP 78, Diffa, Niger

³ Université Abdou Moumouni de Niamey, Faculté des Sciences et Techniques, BP 10662, Niamey, Niger

(Reçu le 27 Août 2025 ; Accepté le 29 Septembre 2025)

* Correspondance, courriel : abdoukamalm@gmail.com

Résumé

La présente étude conduite dans le laboratoire de Biologie de l'Université de Diffa, vise à étudier la germination de *Prosopis juliflora* et *Prosopis chilensis*, espèces utilisées dans les actions de restauration des terres dans la région de Diffa. Les semis des graines ont été réalisés dans des boîtes de pétri tapissées au fond d'un papier filtre. Le dispositif expérimental comprend trois traitements : les graines témoins, les graines trempées dans l'eau de robinet pendant 24h, les graines trempées dans l'eau bouillante jusqu'à refroidissement. Chaque traitement a été répété quatre (4) fois. L'émission de radicule a été retenue comme critère de germination. Les résultats ont montré que les taux de germination des graines de *Prosopis juliflora* varient de 40 à 65 % selon les traitements avec une différence non significative. Le délai de germination est de 7 à 9,5 jours selon les trois traitements. Les taux de germination des graines de *Prosopis chilensis* varient 52,5 à 97,5 % avec une différence significative entre les trois traitements. Les graines de *Prosopis chilensis* trempées dans l'eau bouillante présentent un délai de germination significativement court que celui des graines témoins et des graines trempées dans l'eau de robinet. Les durées de germination sont statistiquement les mêmes pour les trois traitements. En conclusion, le traitement à l'eau n'a eu aucun effet sur la germination des graines de *Prosopis juliflora* contrairement au *Prosopis chilensis* dont le traitement à l'eau bouillante a permis non seulement de raccourcir la durée de germination mais aussi à optimiser le taux de germination. La conduite de ces essais dans le substrat sableux serait un moyen de connaître la réponse de graines de ces deux espèces en milieu réel.

Mots-clés : *Prosopis juliflora*, *Prosopis chilensis*, germination, graines, Niger.

Abstract

Germination tests of two (2) exotic species (*Prosopis juliflora* (Sw). DC. and *Prosopis chilensis* (Molina) Stuntz.) used in land restoration in the Sahelian zone in Southeastern Niger

This study conducted in the Biology laboratory of the University of Diffa aims to study the germination of *Prosopis juliflora* and *Prosopis chilensis*, species used in land restoration actions in the Diffa region. The seeds were sown in Petri dishes lined with filter paper at the bottom. The experimental design includes three treatments: control seeds, seeds soaked in tap water for 24 hours, and seeds soaked in boiling water until cooled. Each treatment was repeated four (4) times. The emergence of the radicle was considered as the germination criterion. The results showed that the germination rates of *Prosopis juliflora* seeds vary from 40 to 65 % depending on the treatments with a non-significant difference. The germination time ranges from 7 to 9.5 days depending on the three treatments. The germination rates of *Prosopis chilensis* seeds range from 52.5 to 97.5 % with a significant difference between the three treatments. *Prosopis chilensis* seeds soaked in boiling water show a significantly shorter germination time compared to the control seeds and seeds soaked in tap water. The germination durations are statistically the same for the three treatments. In conclusion, the water treatment had no effect on the germination of *Prosopis juliflora* seeds, unlike *Prosopis chilensis*, where the boiling water treatment not only shortened the germination duration but also optimized the germination rate. Conducting these tests in sandy substrate would be a way to understand the response of seeds from these two species in real conditions.

Keywords : *Prosopis juliflora*, *Prosopis chilensis*, germination, seeds, Niger.

1. Introduction

A l'instar des autres pays du Sahel, le Niger est confronté à des contraintes environnementales majeures. La dégradation des terres dans la zone sahélienne résulte de l'interaction entre les facteurs climatiques et la pression anthropique. La dégradation des terres de cultures est l'une des manifestations la plus importante avec comme conséquence l'exacerbation de la pauvreté particulièrement dans les zones rurales [1]. Les épisodes de sécheresse prolongés et l'irrégularité des pluies ainsi que la surexploitation des ressources ligneuses réduisent la couverture végétale et rendent les sols nus qui deviennent de plus en plus vulnérables à l'érosion. Les sols sablonneux dénudés de la région sont facilement emportés par le vent et leur dépôt sous forme des dunes [2, 3]. La pression anthropique dans les environnements désertiques intensifie les dangers d'érosion éolienne et de déplacement de particules vers les régions de basse altitude, plus précisément les cuvettes et bas-fonds. En 20 ans, ces cuvettes et bas-fonds ont perdu 9503 ha, soit 26 % de leur superficie totale en 1975 du fait de l'ensablement [4]. Ces pertes de superficie sont d'autant plus graves que la productivité des sols de cuvettes et bas-fonds est élevée par comparaison aux sols régionaux. La disparition graduelle de cette ressource a conduit à une baisse importante des revenus agricoles [5]. Pour faire face à l'érosion du sol, de nombreuses initiatives ont été entreprises par plusieurs projets et ONG nationales et internationales. Celles-ci ont abouti à l'élaboration et à la mise en œuvre de divers plans et programmes d'intervention pour la restauration écologique, reposant sur la fixation biologique et mécanique des dunes dynamiques [6]. *Prosopis juliflora* et *Prosopis chilensis*, deux espèces exotiques au Niger, sont couramment utilisées pour la fixation biologique des dunes. Selon les travaux de recherches de [6], ces deux espèces montrent une meilleure survie lorsqu'elles sont mises en terre sur les dunes. Les taux de survie de ces deux espèces exotiques surpassent largement ceux de certaines espèces ligneuses indigènes telles que *Vachellia nilotica*, *Senegalia senegal* et *Bauhinia rufescens*. Ces espèces

offrent de nombreux bénéfices potentiels, comme la production de charbon de bois, de combustible et de bois pour la construction dans la zone de Diffa. Toutefois, l'emploi des plants de ces espèces nécessite leur culture en pépinière, et l'une des phases cruciales de cette production est la germination. Il est impossible d'envisager un succès de germination sans une compréhension précise de la biologie reproductive des graines. Cette recherche vise à fournir aux intervenants dans la chaîne de production des plants de ces espèces des informations scientifiques pouvant servir de fondement pour optimiser leurs opérations. L'objectif de cette étude est d'étudier la germination de *Prosopis juliflora* et *Prosopis chilensis*, espèces utilisées dans les actions de restauration des terres dans la région de Diffa (Niger).

2. Matériel et méthodes

2-1. Matériel biologique

2-1-1. *Prosopis juliflora*

Arbre de 12 à 15 m de haut, aussi buissonnant. Fût atteignant 1 m de diamètre (**Figure 1a**). Originaire des régions côtières du Nord de l'Amérique latine, de l'Amérique centrale, du Mexique et des Antilles. L'expansion de son peuplement est rapide et donne à l'espèce un caractère envahissant [7]. L'espèce convient aux stations sèches, grâce à ses racines profondes et supporte des grandes chaleurs [7]. Les fruits sont comestibles. Le bois s'emploie aussi pour des piquets, des travaux de tournage de petites dimensions et même comme traverses de chemin de fer. Les gousses sont douces et contiennent jusqu'à 27 % de glucose et 17 % des protéines ; c'est pourquoi elles sont très précieuses comme fourrage [8].

2-1-2. *Prosopis chilensis*

Arbre épineux toujours vert, de 6 à 8 m de haut ; avec une cime arrondie et étalée (**Figure 1b**). Originaire d'Amérique, *P. chilensis* a été largement introduit sous les tropiques. Il présente un système racinaire relativement profond, ce qui lui permet une tolérance aux zones salées. Il tolère aussi les sols pauvres, mais prospère également dans des sables légers ou des sols rocheux [6]. C'est une plante largement utilisée dans l'aménagement des haies vives et la fixation des dunes, à cause de sa grande vitesse de croissance, d'allongement vertical de ses racines et de la forte densité de ses racines superficielles au-dessus du collet (rétention de sable) [9]. Ses fruits et ses feuilles sont consommés par les animaux. La pulpe sucrée des fruits est consommée par les enfants. Son bois est utilisé comme bois d'œuvre, bois de feu et aussi sous forme de charbon. Son principal inconvénient reste l'élimination de la végétation spontanée dans ses alentours mais aussi ses besoins importants en eau, durant la période de démarrage [9].

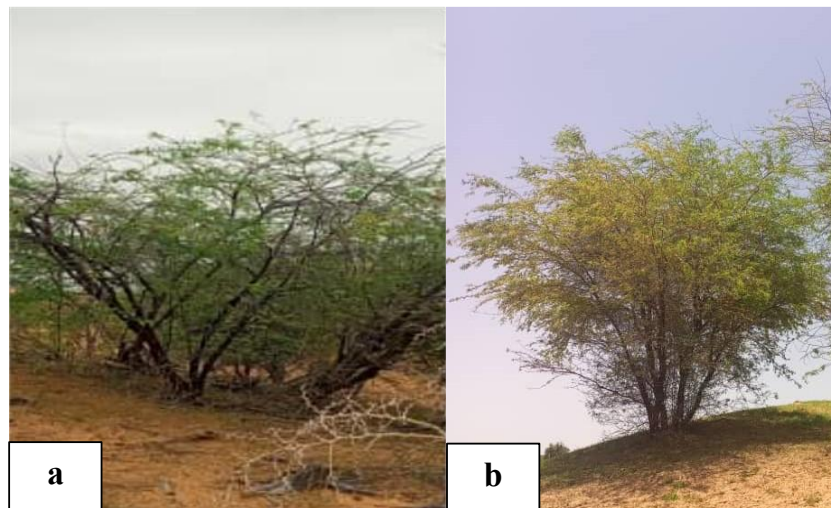


Figure 1 : Pieds de *P. juliflora* (a) et *P. chilensis* (b)

2-2. Provenance des semences et site expérimental

Les semences de deux espèces (*P. juliflora* et *P. chilensis*) ont été acquises en 2024 avec des pépiniéristes agréés de la Direction Régionale de l'Environnement de Diffa. L'expérimentation a été conduite au Laboratoire de Biologie de l'Université de Diffa.

2-3. Traitements

Les traitements suivants ont été appliqués aux graines de chaque espèce afin de favoriser la levée de la dormance :

- T0 : Témoin (graines n'ayant subi aucun traitement) ;
- T1 : Trempage des graines dans l'eau bouillante à 100°C (4 fois volume des graines), les graines ont été complètement immergées pendant toute la durée du traitement (24 heures) et laissées dans cette même eau qui se refroidit progressivement ;
- T2 : Trempage des graines dans l'eau de robinet pendant 24h.

Avant les opérations de traitements, 10 graines de chaque espèce ont été sélectionnées au hasard pour constituer des échantillons. Chaque échantillon de 10 graines a été pesé à l'aide d'une balance électronique.

2-4. Mise en germination

Pour le suivi de la germination, les graines ont été placées dans des boîtes de pétri (5,5 cm de diamètre et 1,4 cm de hauteur) tapissées à leur fond d'un papier filtre, servant de rétenteur d'humidité. Avant la mise en boîte, les graines ont été lavées avec de l'eau de javel à 1 % puis rincées avec de l'eau distillée et traitée avec un fongicide contre une éventuelle attaque de champignons. Elles ont été arrosées régulièrement à l'eau distillée toutes les 24 heures si nécessaire. Chaque traitement a été répété quatre (4) fois à raison de dix (10) graines par boîte, soit 40 graines par traitement et par espèce (**Figure 2a**). Les boîtes ont été placées à la lumière et à la température ambiante. La durée du test a été échelonnée sur une période de 30 jours. L'émission de la radicule a été retenue comme critère de germination (**Figure 2b**). Les paramètres suivants ont été relevés :

- ✓ Le poids des échantillons ;
- ✓ Le temps ou la durée de germination en jours : durée entre la première et la dernière germination, qui correspond à la durée de l'expérience (un mois) ;

- ✓ Le délai de germination en jours : durée entre la mise en boîte et la première germination ;
- ✓ Le taux de germination : (Nombre de graines germées/Nombre de graines mis en germination dans les boîtes de pétri) x 100.

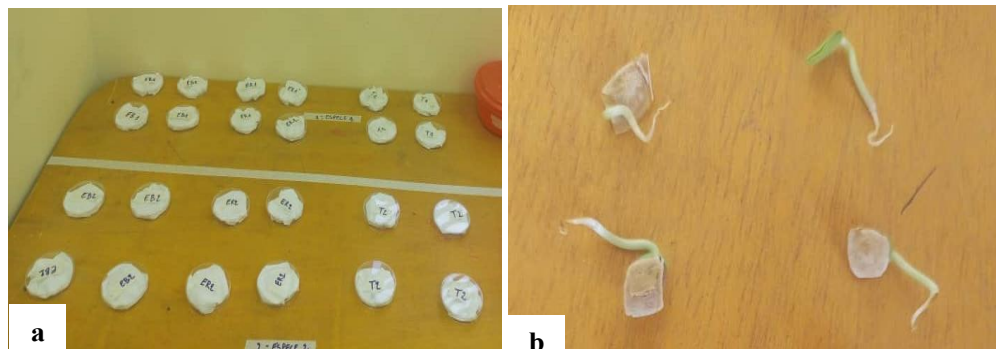


Figure 2 : Dispositif expérimental au laboratoire (a) Emission des radicules (b)

2-5. Analyse statistique et traitement des données

Pour évaluer et comparer les divers paramètres de la germination, une analyse de variances (ANOVA) et le test de Tukey ont été effectués à un seuil de probabilité de 5 % à l'aide de Minitab 18. Une Analyse en Composantes Principales (ACP) a été effectuée à l'aide toujours du même logiciel afin de déterminer les interrelations qui existent entre les traitements et les paramètres de germination pour chaque espèce.

3. Résultats

3-1. Poids de semences et effet des traitements sur la germination

Les taux de germination des graines de *P. juliflora* varient de 40 à 65 % selon les traitements. En effet, le traitement qui offre le taux de germination le plus élevé est le traitement T0 suivi de traitement T2. Toutefois, ces taux de germination ne sont pas significativement différents ($P > 0,05$) (**Tableau 1**). Le délai de germination le plus court a été observé avec les graines trempées dans l'eau de robinet pendant 24h (T2). Mais ce délai n'est pas significativement différent de deux autres traitements (T0 et T1). La durée de germination et les poids des graines sont les mêmes entre les trois traitements selon le test statistique ($P > 0,05$). L'analyse des paramètres de germination des graines de *P. chilensis* montre que le taux de germination le plus élevé a été obtenu avec les graines trempées dans l'eau bouillante (97,5 %) et le plus faible taux de germination a été observé avec les graines trempées dans l'eau de robinet (52,5 %) (**Tableau 2**). Une différence significative a été observée entre les traitements. La germination est plus rapide avec les graines trempées dans l'eau bouillante (3 jours) et lente avec les graines trempées dans l'eau de robinet (8,25 jours). La durée de germination et le poids de 10 graines de *P. chilensis* ne sont pas statistiquement différents entre les traitements.

Tableau 1 : Paramètres de germination des graines de *P. juliflora*

Traitements	Taux de germination (%)	Délai de germination (jours)	Durée de germination (jours)	Poids de 10 graines (g)
T0	65±1 ^a	7,5±1,91 ^a	11,5±7,07 ^a	1±0,0 ^a
T1	40±21,6 ^a	9,5±7,05 ^a	12,75±7,27 ^a	1,5±0,57 ^a
T2	57,5±17,08 ^a	7±2,83 ^a	11,25±5,06 ^a	1,5±0,4 ^a
Probabilité	0,157	0,589	0,929	0,191

Sur les colonnes, les moyennes ne partageant aucune lettre sont significativement différentes au seuil de probabilité de 5 %.

Tableau 2 : Paramètres de germination des graines de *P. chilensis*

Traitements	Taux de germination (%)	Délai de germination (jours)	Durée de germination (jours)	Poids de 10 graines (g)
T0	72,5±12,58 ^b	6,75±2,06 ^a	14,25±2,99 ^a	1±0,01 ^a
T1	97,5±5 ^a	3±0,01 ^b	15,5±1,73 ^a	1,25±0,5 ^a
T2	52,5±15 ^b	8,25±2,22 ^a	17,26±6,7 ^a	1,25±0,6 ^a
Probabilité	0,001	0,006	0,634	0,622

Sur les colonnes, les moyennes ne partageant aucune lettre sont significativement différentes au seuil de probabilité de 5 %.

3-2. Évolution des taux de germination

Les germinations des graines de *P. juliflora* ont commencé à partir du troisième jour pour les graines trempées dans l'eau bouillante et au quatrième jour pour les graines trempées dans l'eau de robinet pendant 24h. Les courbes des taux de germination des graines témoins et les graines trempées dans l'eau de robinet présentent trois phases : une première phase qui correspond à un temps de latence ; une deuxième phase exponentielle où on assiste à une accélération de la germination, enfin la dernière phase caractérisée par un plateau indiquant un arrêt de la germination (**Figure 3A**). La courbe du taux de germination des graines de *P. juliflora* trempées dans l'eau bouillante présente une allure en escalier du début jusqu'à la fin de l'observation (**Figure 3A**). Les graines de *P. chilensis* ont commencé à germer trois jours après la mise en culture pour les graines trempées dans l'eau bouillante, cinq jours pour les graines témoins et sept jours pour les graines trempées dans l'eau de robinet (**Figure 3B**). La vitesse maximale de germination a été atteinte dès le 18^{ème} jour après la mise en culture pour les graines trempées dans l'eau bouillante. Cette vitesse maximale de germination est atteinte au 26^{ème} jour après le semis pour les graines témoins et au 30^{ème} jour pour les graines trempées dans l'eau de robinet (**Figure 3B**).

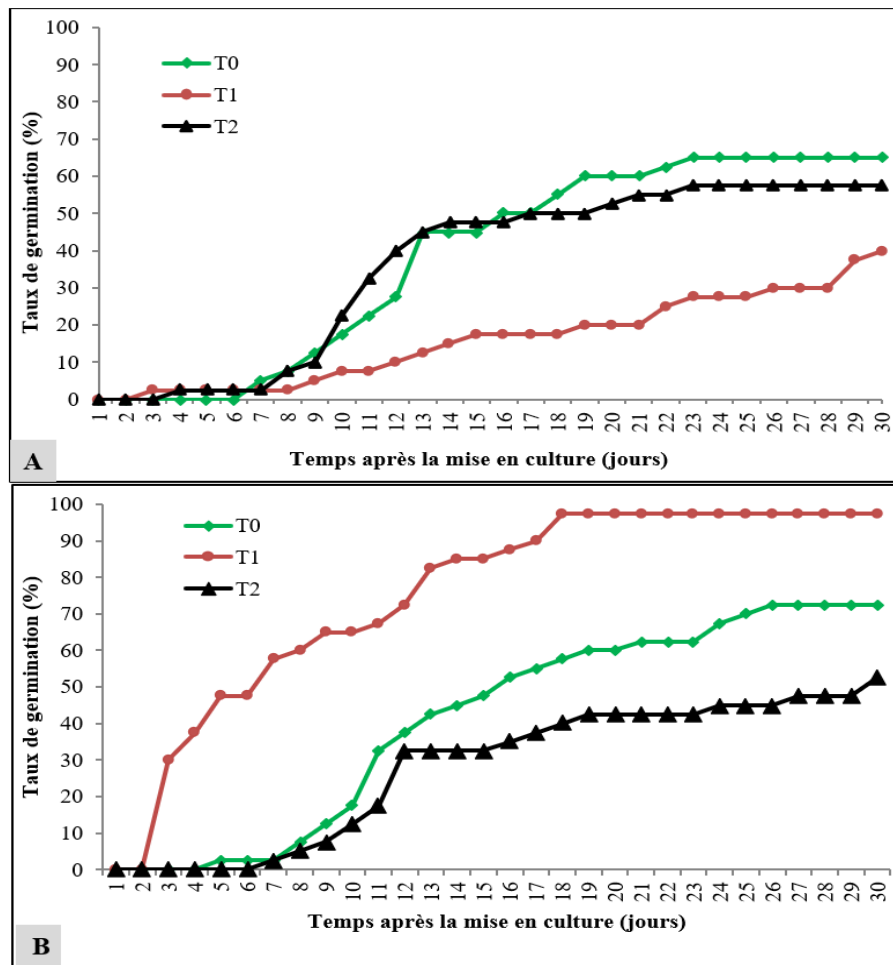


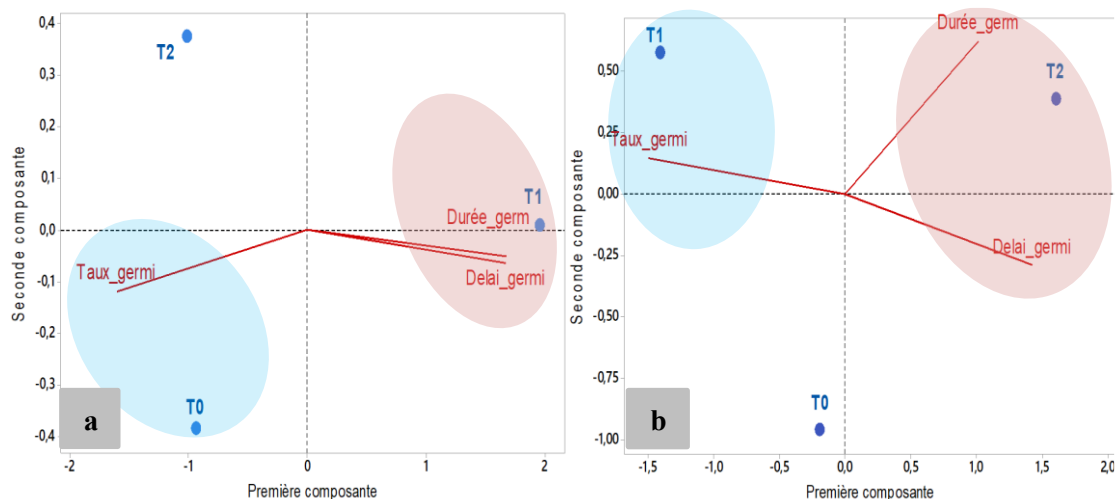
Figure 3 : Cinétique des taux de germination sous l'effet des trois traitements : *Prosopis juliflora* (A) et *Prosopis chilensis* (B)

3-3. Relation entre les paramètres de germination et les traitements

L'Analyse en composantes principales (ACP) a permis de mettre en évidence les interrelations qui existent entre les traitements et les paramètres de germination de chaque espèce. En tenant compte des contributions que prend chaque paramètre de germination, l'ACP a permis de noter pour l'espèce *P. juliflora* l'existence d'une relation d'une part entre les graines trempées dans l'eau bouillante (T1) et les paramètres durée et délai de germination et d'autre part entre les graines témoins et le paramètre taux de germination (**Figure 4a**). Le paramètre taux de germination est négativement corrélé à l'axe 1 (PC1) et 2 (PC2), le délai et la durée de germination sont positivement corrélés à l'axe 1 (PC1) et négativement à l'axe 2 (PC2) (**Tableau 3**). L'analyse du plan factoriel montre que pour l'espèce *P. juliflora*, le traitement T1 est caractérisé par une durée et un délai de germination importante. Par contre, le traitement de T0 et accessoirement le traitement T2 sont caractérisés par une importance du taux de germination. Pour l'espèce *P. chilensis*, ce sont les graines traitées avec l'eau de robinet (T2) qui se caractérisent par les paramètres durée et délai de germination. Les graines traitées à l'eau bouillante (T1) sont associées au paramètre taux de germination (**Figure 4b**). Le paramètre taux de germination de *P. chilensis* est négativement corrélé à l'axe 1 (PC1) et positivement à l'axe 2 (PC2), la durée de germination est positivement corrélée aux deux axes et quant au délai de germination, il est positivement corrélé à l'axe 1 (PC1) et négativement à l'axe 2 (PC2) (**Tableau 3**). Autrement dit, pour *P. chilensis*, c'est le traitement T2 qui prend beaucoup plus du temps avant de commencer à germer. En outre, le traitement T1 est quant à lui caractérisé par le taux de germination le plus important.

Tableau 3 : Corrélations des paramètres de germination avec les axes PC1 et PC2

Paramètres de germination	PC1	PC2
<i>P. juliflora</i>		
Taux de germination	-0,562	-0,825
Délai de germination	0,583	-0,441
Durée de germination	0,586	-0,352
<i>P. chilensis</i>		
Taux de germination	-0,65	0,208
Délai de germination	0,619	-0,413
Durée de germination	0,441	0,886

**Figure 4 : Plan factoriel de l'analyse en composantes principales (Traitements X paramètres de germination) : *P. juliflora* (a) et *P. chilensis* (b)**

4. Discussion

L'analyse des paramètres de germination a démontré que pour l'espèce *P. juliflora*, les taux de germination observés avec les trois (3) traitements sont assez satisfaisants. Ces taux sont similaires à ceux rapportés par d'autres auteurs sur des espèces dont les semences partagent des attributs physiques et biologiques semblables à celles de *P. juliflora*, en particulier les études de [10, 11] pour *Prosopis africana*, ainsi que [12] pour *Acacia tortilis* subsp *raddiana*. L'absence de différence entre les trois traitements administrés aux graines de *P. juliflora* y compris le témoin pourrait être attribuée aux conditions expérimentales qui favorisent une absorption constante d'eau et une perméabilité des enveloppes séminales. Cette absence de différence pourrait également être attribuée à l'âge des graines utilisées dans cette expérimentation. En effet, le tégument des graines de *P. juliflora* généralement dur, peut au fil du temps devenir plus fragile et se fissurer sous l'effet des changements de température et d'humidité du sol. Les graines de *P. juliflora* sont connues pour leur viabilité prolongée, pouvant rester viables dans le sol pendant longtemps. Durant cette période, il est possible que la dormance physique soit naturellement levée. La différence non significative observée au niveau du délai de germination entre les trois traitements sur *P. juliflora* montre que la cuticule des graines de cette espèce est facilement modifiée par l'eau, ce qui facilite son infiltration dans la graine, car l'imbibition est une phase essentielle de la germination [10, 13]. La progression en gradins (en escalier) de la courbe du taux de germination des graines de *P. juliflora* dans l'eau bouillante peut s'expliquer par la résistance de la pellicule séminale de cette espèce à la chaleur. De plus, le profil de la courbe du taux de

germination pour ce traitement indique que ce dernier pourrait varier si la durée de l'expérience était allongée. Selon plusieurs chercheurs [14, 15], l'étalement temporel de la germination des graines de *P. juliflora* trempées dans l'eau bouillante pourrait être une stratégie d'adaptation de l'espèce face à la variabilité climatique élevée. Contrairement à *P. juliflora*, l'eau bouillante a favorisé la germination des graines de *P. chilensis*, les graines immergées dans l'eau chaude ont affiché le taux de germination le plus élevé et le temps de germination le plus court par rapport aux deux autres traitements. [16] a prouvé l'effet positif de la chaleur humide sur la germination de *Faidherbia albida* ainsi que d'auteurs comme [11] pour *Prosopis africana*, [17] en ce qui concerne *Diospyros mespiliformis*. Ce résultat pourrait également s'expliquer par le fait que les cotylédons de *P. chilensis* n'adhèrent pas fortement à l'enveloppe séminale, ce qui limite à la chaleur d'atteindre facilement l'embryon et de le détruire. Selon [18], pour une germination réussie, il est essentiel d'avoir la présence d'eau, d'air (oxygène), de lumière et de chaleur (température). C'est l'association de ces éléments qui, simultanément, provoque les réactions métaboliques, initiatrices de la germination. Dans le contexte de cette étude, on peut affirmer que les conditions expérimentales ont facilité l'obtention de l'optimal pour ces facteurs, notamment avec les graines de *P. chilensis* immergées dans de l'eau bouillante. En plus des facteurs extrinsèques à la germination, il est également crucial de prendre en compte les facteurs intrinsèques aux graines tels que la dormance, la maturité physiologique des graines et leur ancienneté (âge). D'après les différents paramètres de germination évalués en fonction des traitements, les graines de *P. juliflora* et celles de *P. chilensis* testées ne présentent pas de dormance et ont atteint un stade de maturité physiologique. En revanche, malgré la dureté de tégument des graines de certaines légumineuses, elles se caractérisent par une cuticule épaisse recouvrant le tissu palissadique [10], ce qui produit un effet inhibiteur rendant les semences imperméables à l'eau [19, 20]. Concernant les deux espèces étudiées, la germination rapide (moins de 10 jours) pourrait être due à l'épaisseur réduite ou à la densité inférieure de la couche épidermique du tissu palissadique du tégument, ce qui a facilité une absorption rapide de l'eau par les graines. Bien que ces espèces soient considérées comme exotiques au Niger, plusieurs recherches floristiques menées dans les zones dunaires du Sud-est du Niger ont détecté la présence de *P. juliflora* [21 - 23]. Cette constatation pourrait être due à son invasion, son aptitude à s'acclimater aux environnements arides, ainsi qu'à sa propension à se multiplier principalement par la reproduction sexuée. [24] ont aussi rapporté la présence et une propagation rapide de *P. juliflora* dans la région du lac Baringo au Kenya.

5. Conclusion

Les résultats de la présente étude ont permis de mettre en évidence que les traitements administrés aux graines de *P. juliflora* n'affectent ni le taux, ni le retard, ni la durée de germination. Cela explique également sa capacité de colonisation dans les conditions naturelles les plus difficiles comme celles des zones désertiques au Sud-Est du Niger. En revanche, chez *P. chilensis*, l'immersion des graines dans de l'eau bouillante a significativement augmenté le taux de germination tout en diminuant le délai et la durée de germination. Ces résultats ont permis de noter une quasi absence de dormance tégumentaire pour les deux espèces. Ces données permettront de connaître davantage la reproduction sexuée de *P. juliflora* et *P. chilensis*. Elles serviront également de base aux acteurs intervenants dans la production des plants de ces espèces pour une bonne fixation et stabilisation des dunes mouvantes. Cette étude offre une vue d'ensemble de la biologie reproductive de deux espèces in vitro. Il serait donc essentiel de poursuivre les investigations en conditions réelles pour comprendre comment ces semences réagissent aux différents obstacles biotiques et abiotiques dans les substrats, y compris les conditions édaphiques et les assauts parasitaires. Il est aussi important de faire une analyse comparative des téguments des graines de ces deux espèces afin mettre en évidence le déterminant de la sensibilité au traitement à l'eau des graines de *P. chilensis* contrairement à celles de *P. juliflora*.

Remerciements

Les auteurs remercient le Projet de relance et de développement de la région du Lac Tchad (PROLAC) pour le financement de cette étude.

Références

- [1] - S. IBRAHIM, Analyse des conditions de mobilisation éolienne autour des cuvettes du Mounio (région de Zinder) : étude de dynamique d'ensablement des cuvettes et l'impact des haies morts sur le flux éoliens (sites de Tchago et de Woro). Mémoire de DEA, Université Abdou Moumouni de Niamey, (2005) 125 p.
- [2] - C. BODART, Étude de l'ensablement dans la région de Gouré (Sud-Est du Niger) : processus et apport de la télédétection. Mémoire de Licence en Sciences Géographiques, Université de Liège, (2004) 149 p.
- [3] - A. D. TIDJANI, Erosion éolienne dans le Damagaram Est (Sud-Est du Niger): paramétrisation, quantification et moyens de lutte. Thèse de doctorat, Université catholique de Louvain, Belgique, (2008) 194 p.
- [4] - Z. TOUDJANI et M. GUERO, Analyse diagnostique détaillée de la zone d'intervention du PLECO. Cartographie de la situation d'ensablement. Division des statistiques et de la cartographie forestière, Ministère de l'environnement et de la lutte contre la désertification, PNUD - PLECO, (2006) 66 p.
- [5] - M. JAHIEL, *Sécheresse*, 9 (2) (1998) 167 - 174
- [6] - M. O. LAMINO, Fixation des dunes dans le Sud-est du Niger : Evaluation de l'efficacité de la barrière mécanique, espèces ligneuses adaptées et potentialités d'inoculation mycorhizienne. Thèse de doctorat, Université de Liège, Belgique, (2009) 142 p.
- [7] - H. J. V. MAYDELL, Arbres et arbustes du Sahel. Leurs caractéristiques et leurs utilisations. Eschborn (Allemagne) G.T.Z., Schriftenreihe, (1983) 353 p.
- [8] - M. ARBONNIER, Arbres, arbustes et lianes des zones sèches d'Afrique de l'Ouest. CIRAD - MNHN - UICN, Montpellier (France), (2000) 541 p.
- [9] - J. MEUNIER et P. ROGNON, *Sécheresse*, 11 (4) (2000) 309 - 316
- [10] - F. NIANG-DIOP, B. SAMBOU et A. M. LYKKE, *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 4 (5) (2010) 1693 - 1705
- [11] - L. ABDOU, I. DAN GUIMBO, T. A. YOUNG, H. RABIOU et A. MAHAMANE, *Annales de l'Université Abdou Moumouni de Niamey*. Tome XVIII-A, (2015) 1 - 12
- [12] - F. EL AYADI, Diversité des ressources génétiques des *Acacia* sahariens (*Acacia tortilis* subsp. *raddiana*) du Maroc : Approche cytogénétique, morpho-métrique et moléculaire. Thèse de doctorat, Université Ibn Zohr Maroc, (2013) 193 p.
- [13] - H. M. K. ABDOU, H. RABIOU, L. ABDOU, I. S. ABDOURAHAMANE, I. A. A. ELH SANOUSSI, A. SOUMANA, A. MAHAMANE, Germination et croissance des plantules d'une espèce fruitière indigène au Niger : *Balanites aegyptiaca* (L.) Del. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 13 (2) (2019) 693 - 703
- [14] - B. A. BATIONO, S. J. OUEDRAOGO et S. GUINKO, *Ann. For. Sci.*, 58 (2001) 69 - 75
- [15] - B. YELEMOU, G. YAMEOGO, J. M. RASOLODIMBY et V. HIEN, *Sécheresse*, 18 (3) (2007) 185 - 192
- [16] - M. GUEYE, Contribution à l'étude de quelques facteurs exogènes et endogènes contrôlant la germination de cinq espèces ligneuses sahéliennes : *Sclerocarya birrea* (Richard) Hochst., *Zizyphus mauritiana* Lam. et trois espèces du genre *Acacia* Miller. Thèse de doctorat de 3^{ème} cycle, Université Cheikh Anta Diop, (1997) 116 p.
- [17] - A. ADO, I. H. BIL-ASSANOU, I. DAN GUIMBO, D. A. K. TOUDOU, A. MAHAMANE et M. SAADOU, *European Scientific Journal*, 13 (21) (2017) 251 - 268
- [18] - D. GAMPINE, Etude de la germination et des plantules de quelques essences spontanées de Combretaceae et Caesalpiniaceae au Burkina Faso. Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur du développement rural, Université de Ouagadougou, (1992) 124 p.

- [19] - A. KHELOUFI et L. M. MANSOURI, *Livestock Research for Rural Development*, 29 (2) (2017) 11
- [20] - P. OUEDRAOGO, S. TRAORE, B. M. I. NACOUUMA, E. DABOUE et B. A. BATIONO, *Bois et Forêts des Tropiques*, 350 (2021) 15 - 27
- [21] - A. K. K. KIARI, M. O. LAMINOU, I. DAN GUIMBO, S. KARIM, H. RABIOU et P. ROGER, *Journal of Applied Biosciences*, 120 (2017) 12053 - 12066
- [22] - H. M. K. ABDOU, H. RABIOU, S. KARIM, R. MAAZOU, M. I. ISSAHAROU et A. MAHAMANE, Caractéristiques floristique et écologique des formations végétales de Gouré (Sud-est du Niger). *Rev. Mar. Sci. Agron. Vét.*, 8 (2) (2020) 186 - 195
- [23] - I. IDRISSA, B. MOROU, H. ABDOURAHAMANE, S. KARIM, T. ABDOURAHAMAANE, I. DJIBO et A. MAHAMANE, *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 14 (3) (2020) 706 - 721
- [24] - E. MWANGI et B. SWALLOW, Invasion of *Prosopis juliflora* and local livelihoods : case study from the lake Baringo area Kenya. ICRAF Working paper N°3, Nairobi : World Agroforestry Centre, (2005) 68 p.