



National University of Agriculture

Sciences and Technologies for Sustainable Agriculture (STSA)

ISSN: 1659-5726 (Online) 1659-634X (Print) <https://www.stsa.una.bj/index.php/st>

SPECIAL VOLUME (ORIGINAL ARTICLE)

## Levée des graines et croissance des plantules de néré sous différents régimes d'irrigations en pépinière au Bénin

Alimi Tassiki <sup>a, b, c, \*</sup>, Salami Arouna <sup>b, c</sup>, Alidou Bakara <sup>b, c</sup>, Raoul Gaba Yarou <sup>a, b, c</sup>, Abdou-Azimou Chabi Goura <sup>b, c</sup>, Michel Batamoussi Hermann <sup>a, b, c</sup>

<sup>a</sup> Laboratoire de Phytotechnie, d'Amélioration et de Protection des Plantes (LaPAPP)/UP

<sup>b</sup> Faculté d'Agronomie (FA), Université de Parakou (UP), 03 BP 125 Parakou, Bénin

<sup>c</sup> Département des Sciences et Techniques de Production Végétale, Faculté d'Agronomie, Université de Parakou BP : 123 - Parakou, République du Bénin

### RÉSUMÉ

*Parkia biglobosa* est une espèce dont l'importance est reconnue tant au niveau régional qu'international. Sa disparition dans ses aires de répartition, la dureté des téguments de ses graines et la lenteur de sa croissance primaire signalés par plusieurs scientifiques nécessitent des réflexions. Cette étude évaluant l'effet des régimes d'irrigation ainsi que des milieux de culture, vise à déterminer les conditions adéquates pour la levée des graines et la croissance des plantules de néré en pépinière. Des dispositifs en Bloc Aléatoire Complet (BAC) à quatre répétitions comportant chacune six traitements ont été installés. Le logiciel SPSS version 21 a été utilisé pour les analyses statistiques suivant le modèle linéaire général. Le test de Tukey a été appliqué au seuil de signification de 5 %. Les résultats ont montré que l'arrosage biquotidien (matin et soir) espacé d'un jour et l'ombrage ont significativement ( $P < 0,05$ ) amélioré la levée des graines et la croissance des plants. Sous l'ombrière, la première levée de graines a eu lieu environ trois semaines (20,97 jours  $\pm 3,81$ ) après semis à une vitesse de 29,04 jours  $\pm 3,1$  pour un taux de levée de  $36,81\% \pm 11,36$ . Le régime d'irrigation biquotidien quant à lui a enregistré un taux de levée de graines de  $42,50 \pm 6,46$  %. En outre, l'arrosage tous les deux jours a légèrement surpassé celui quotidien sur toutes les variables de levée étudiées. En ce qui concerne la croissance des jeunes plants, l'arrosage biquotidien espacé d'un jour a permis aux plants d'avoir de meilleures croissances diamétrales (0,33cm) et longitudinales (16,17cm) alors que le milieu ombragé n'a favorisé que celle longitudinale (14,6cm). Enfin, cette expérimentation a montré que, contrairement à la croissance des jeunes plants, les semences de néré sont moins exigeantes en lumière pour leur levée. Aussi, il est primordial d'arroser les pots chaque matin et soir espacé d'un jour.

**Mots clés** : *Parkia biglobosa*, évolution, période d'arrosage, germination, semence.

### ABSTRACT

Commonly known as the African locust bean, *Parkia biglobosa* (Jack, R. BR.) is a food species whose importance is well recognized both regionally and internationally. This study, conducted in 2022, evaluates the effects of irrigation regimes and growing media aims to determine the optimal conditions for seed germination and the growth of young *Parkia biglobosa* seedlings in a nursery setting. The experimental design used is a Complete Randomized Block (CRB) with four replications. Each of them consisting of six treatments. Statistical analyses were performed using SPSS version 21, and Tukey's test was applied with a significance level of 5%. The results showed that bi-daily watering (morning and evening) every other day under shade significantly ( $P < 0.05$ ) improved seed germination and seedling growth. Under the shade, the first seed germination occurred approximately three weeks (20.97 days  $\pm 3.81$ ) after sowing, with a germination speed of 29.04 days  $\pm 3.1$  and a germination rate of  $36.81\% \pm 11.36$ . The bi-daily irrigation regime promoted the germination of  $42.50\% \pm 6.46$  of the seeds. Additionally, watering every two days slightly outperformed daily watering across all germination variables studied (latency time, speed, duration, and germination rate). Regarding the growth of young seedlings, bi-daily watering every other day resulted in better diameter (0.33 cm) and height (16.17 cm) growth, while the shaded environment only favored height growth (14.6 cm). Finally, this experiment showed that, unlike the growth of young seedlings, *Parkia biglobosa* seeds are less demanding of light for their germination. Therefore, it is essential to water the pots every morning and evening, spaced at least one day apart.

**Keywords**: *Parkia biglobosa*, growth, irrigation period, germination, seed.

\* Corresponding author: Alimi Tassiki

E-mail address: [alimitassiki5@gmail.com](mailto:alimitassiki5@gmail.com)

Received in Aug 2022 and accepted in Sep 2024

## 1. Introduction

Les multiples fonctions des forêts africaines ont suscité depuis les années 80 au sein de la communauté internationale un regain d'intérêt pour les écosystèmes. Leur importance économique, socioculturelle, nutritionnelle et énergétique, médicinale et agroforestière a été largement documenté en Afrique de l'Ouest (Maisharou et Larwanou, 2015 ; Maazou et al., 2017). Parmi 175 espèces végétales forestières identifiées et consommées au Bénin à travers leurs feuilles, leurs fruits, leurs graines, leurs racines, leurs tubercules et leurs fleurs (Codjia et al., 2001), figure le néré (*Parkia biglobosa* Jack, R. BR), l'une dont l'importance est bien reconnue tant au niveau régional qu'international (Ouedraogo, 1995). Espèce typique des parcs agroforestiers, répandue dans la savane soudanienne, *Parkia biglobosa* présente de multiples fonctions et constitue une source inestimable de biens et de services pour les communautés locales en Afrique de l'Ouest. Les produits du néré sont utilisés pour l'alimentation humaine, la pharmacopée, le bois d'énergie, la fertilisation du sol, l'artisanat et constituent aussi une source de revenus (Mireille & Amoussou, 2017 ; Diatta et al., 2020). *Parkia biglobosa* dispose également d'autres biens et services d'ordre écosystémiques (culturel, spirituel etc...) important dans la vie quotidienne des populations locales (Babalola, 2012). Néanmoins, le néré est resté jusqu'à présent, dans la plupart des zones favorables à sa culture, à l'état sauvage et demeure encore un produit de cueillette. Par ailleurs, une évaluation récente a montré que de nombreuses espèces sont menacées de disparition dans les forêts d'Afrique Centrale parmi lesquelles environ 55% des espèces végétales dont 10% sont déjà éteintes à l'état sauvage (Maréchal et al., 2014). Ces ressources subissent de nombreuses pressions liées essentiellement à la forte démographie, aux variations climatiques, aux systèmes d'utilisation des terres (Guedje et al., 2010 ; Mapongmetsem et al., 2011 ; Segla et al., 2016 ; Dumenu 2019) et à la pauvreté conjuguée (Houndonougbo et al., 2020). Aussi, constate-t-on que certaines espèces végétales utiles autrefois abondantes disparaissent rapidement et sont remplacées par des essences exogènes (UICN, 2008 ; Djego et al., 2011). Au Bénin, les populations du néré ne sont plus systématiquement épargnées lors des défrichements et les parcs à néré sont caractérisés par une forte présence d'arbres relativement vieux, révélant une faible régénération des peuplements et une forte régression de l'aire de répartition (Sambe et al., 2010). Cette réduction qui compromet la durabilité de leur exploitation, porte préjudice à la survie de nombreuses espèces végétales (Vodouhè, 2010 ; Lougbegnon et al., 2011). Préserver donc les espèces végétales autochtones très en demande autant dans les réserves forestières que dans les terroirs proches des utilisateurs devient une nécessité. C'est ces raisons parmi tant d'autres qui ont poussé plusieurs à signaler la nécessité d'inclure cette espèce (*Parkia biglobosa*) dans les politiques formelles de protection et de conservation (Koura et al, 2011 ; Adomou et al, 2012 ; Assogbadjo et al, 2012 ; Dossou et al, 2012 ; Assongba et al., 2013 ; Fachola, 2013).

La mise en place de stratégies visant à la domestication du *P. biglobosa* dans les agrosystèmes pourrait permettre sa conservation ex situ (Omonyale, 2015). La maîtrise de la germination et production des plantes en pépinière étant une démarche écologiquement et techniquement rentable pour la restauration des plantes ligneuses (Ali et al., 2017), il s'avère important d'étudier les facteurs surtout externes qui limitent la production des plants de néré en pépinière. En effet, la

germination des graines est une étape très importante et vulnérable dans le cycle de vie des plantes car elle est le pivot pour l'obtention rapide des plants de qualité et en quantité. Elle est régulée par l'interaction des facteurs environnementaux et aussi l'état de préparation physiologique (Steckel et al., 2004). Chaque espèce végétale a donc une gamme spécifique d'exigences environnementales nécessaires à sa germination (Baskin et Baskin, 1998). Certaines plantes ont des mécanismes pour faire face au stress, soit elles s'échappent à la sécheresse, maintiennent l'humidité intérieure ou tolèrent la déshydratation (Ali et Ashraf, 2011 ; Ashraf et al., 2012). Plusieurs de ces facteurs tels que l'eau, la température, la lumière et l'oxygène doivent à cet effet être étudiés. Parmi ceux-ci, la température est le facteur le plus important de régulation et le développement des plantes (Koger et al., 2004). Elle est suivie par l'eau dont le déficit affecte négativement la germination des graines et diminue ou même inhibe complètement l'émergence des plantules (Kaya et al., 2006). Eu égard à ces facteurs perturbants la régénération de cette espèce, déterminer la meilleure période, pratique et quantité d'eau d'irrigation dans la sous-région pourrait constituer un bon début pour la domestication de cette espèce. L'objectif général étant de contribuer à l'obtention rapide d'une importante gamme de plantules de bonne qualité. Spécifiquement il a été question de déterminer le régime d'irrigation ainsi que le milieu de culture adéquats pour l'épanouissement de la levée des graines et la croissance des jeunes plants de néré en pépinière.

## 2. Matériel et méthodes

### 2.1. Milieu d'étude

La présente étude a été conduite dans la ville de Parakou (Figure 1) au nord Bénin. Cette ville est située entre 9°15' et 9°25' de latitude nord et entre 2°30' et 2°45' de longitude Est et s'étendant sur une superficie d'environ 441 km<sup>2</sup> (Yolou, 2016). Il faut préciser que l'expérimentation a été menée dans la ferme interne (Jardin agro) de la Faculté d'Agronomie de l'Université de Parakou (Figure 1). Elle est située entre 9°20'17" de latitude nord et 2°38'54" de longitude Est.

Le climat de la commune de Parakou est de type tropical humide (climat Sud soudanien). Il est caractérisé par deux saisons, une saison sèche qui dure cinq mois, de mi-octobre à mi-avril et une saison pluvieuse qui occupe le reste de l'année. La température de cette ville s'abaisse au cours de la période de Décembre-Janvier. La précipitation moyenne annuelle est de 1200 mm. Le maximum survient entre juillet, août et septembre (Kora & Guidibi, 2006). La température moyenne annuelle est de 27°C et l'humidité relative de 60% en moyenne par an. Il faut noter que pendant la période de l'expérimentation, la température moyenne est de 28°C avec un minima de 20 °C et un maxima de 35°C (Météo Bénin). Quant au couvert végétal, Parakou est dominé par la savane arborée. La végétation est caractérisée par la présence du néré (*Parkia biglobosa*) et le karité (*Butyrospermum paradoxum*). Les bas-fonds sont des prairies marécageuses de savanes, des buissons de bambous (*Bambusa arundinacea*). Les jachères sont

envahies par des graminées et des arbustes assez divers. Par ailleurs, les espèces dominantes du site expérimental (ferme interne de la Faculté d'Agronomie) sont : Eucalyptus (*Eucalyptus globulus*), manguier (*Mangifera indica*) et Gmélina (*Gmelina arborea*). Pour cette expérimentation, le matériel végétal est constitué des graines âgées de 2 ans provenant des parcs à bois de la commune de Kalalé. Ces graines ont été collectées suivant les axes de référence Est-Ouest, Nord-Sud du houppier de l'arbre. Ensuite, les gousses ont été décortiquées manuellement puis trempées dans de l'eau à température ambiante pendant plusieurs heures afin de faciliter la séparation de la pulpe aux graines. Après leur séparation, elles ont été lavées et séchées à l'air libre et sous l'ombre. Il faut noter que ce sont les graines de couleur sombre (noir) aux téguments durs qui ont été destinées au test de levée. Pour ces essais de levée, des sachets de polyéthylène de 20 cm de long et de 10 cm de large perforés à la base et sur les côtés pour faciliter le drainage de l'eau d'arrosage et remplis de terreau ont été utilisés. Par ailleurs, des flacons plastiques gradués pour l'apport d'eau ; des marmites et récipients ; un thermomètre pour vérifier la température du substrat lors de la stérilisation et des fiches de collecte des données ont été également exploités au cours de cette expérimentation.

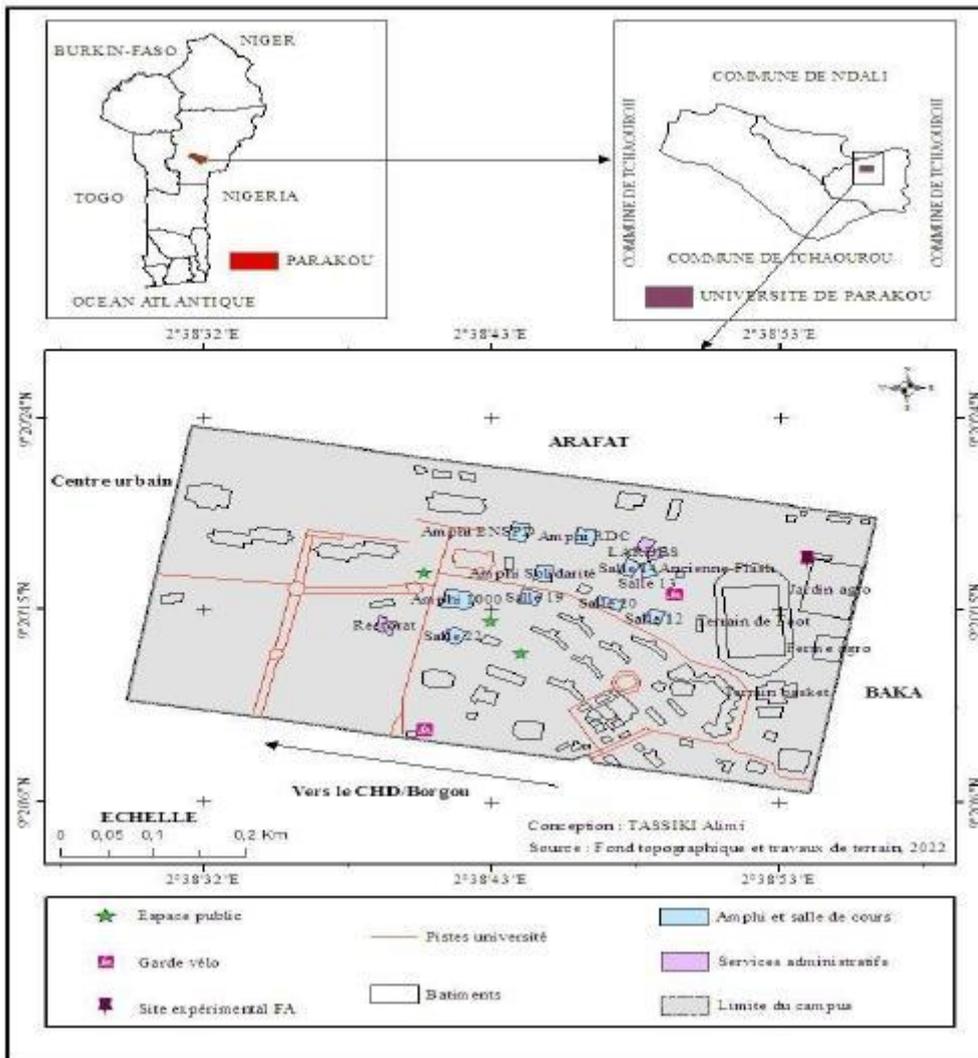


Figure 1. Situation géographique de la zone d'étude.

## 2.2. Processus expérimentaux

Avant l'empotage, le substrat a été tamisé (Figure 2/Photo a) à l'aide d'un tamis grossier en vue de le débarrasser des cailloux, brindilles et autres éléments grossiers pouvant perturber la levée des graines et la pénétration des racines. Ce tamisage a été précédé d'un arrosage multiple du substrat pendant trois jours. Ensuite, il a été stérilisé (Photo b) en faisant recours à la vieille méthode de marmite qui consiste à mettre dans une marmite, une quantité raisonnable d'eau puis une quantité de substrat pouvant absorber cette eau. La marmite est ensuite fermée hermétiquement et l'ensemble est chauffé sous la pression du feu de charbon. Lorsque la température atteint 100°C ou l'avoisine en se

stabilisant, la marmite est descendue et le contenu est renversé (Photo c). Cette stérilisation a pour but de neutraliser les germes de maladies et autres êtres vivants contenu dans le substrat pouvant affecter négativement la levée des graines.

Il faut noter que ce substrat est composé de sable de rigole et du terreau prélevé dans les environs de la ferme d'application au niveau d'un tas d'ordure. Le mélange était équi-substratique (1/2 terreau + 1/2 de sable). Après l'empotage qui a été fait après refroidissement du substrat, les pots ont été arrosés avant de recevoir les graines qui ont été conservées pendant de 2 ans. Ces graines provenant des parcs à bois de la commune de Kalalé.



Photo a : sable tamisé

Photo b : sable en stérilisation

Photo c : sable stérilisé

Figure 2. Stérilisation du substrat utilisé.

Pour assurer une bonne levée, les graines destinées au semis ont été soumises au test de flottaison et celles qui ont émergé ont été éliminées. Ensuite, les bonnes graines ont été trempées à l'eau de robinet pendant 24 h de temps puis séchées à l'ombre pendant 6 heures avant de passer au semis.

Les graines de néré ont été semées à une profondeur d'environ 2 cm dans le substrat à raison de quatre graines par sachet. Lors du semis, la partie racinaire de la graine a été orientée vers le bas afin de faciliter la levée. En ce qui concerne l'entretien, il s'est limité au désherbage régulier et au binage (une fois toutes les deux semaines) des pots.

### 2.3. Dispositifs expérimentaux

L'expérimentation a été effectuée au début de la saison sèche fraîche (28°C) et a duré 90 jours. Le dispositif expérimental composé de deux milieux : avec ombrière et sans ombrière, est celui en Bloc Aléatoire

Complet à quatre répétitions à l'intérieur desquelles des parcelles élémentaires/traitements (06) contenant chacun 25 pots ont été installées. Chaque pot a reçu quatre graines soit 2 400 graines pour 600 pots par milieu de culture. Les répétitions ont été espacées d'un mètre et les traitements de 0,5 m de tous les côtés tandis que les pots sont collés les uns contre les autres à l'intérieur de chaque traitement. Ces derniers sont constitués par les différentes doses d'irrigation que sont : T1 = 50 ml d'eau tous les matins et 50 ml d'eau tous les soirs ; T2 = 100 ml d'eau tous les matins ; T3 = 100 ml d'eau tous les soirs ; T4\* = 100 ml d'eau tous les matins et 100 ml d'eau tous les soirs ; T5\* = 200 ml d'eau tous les matins ; T6\* = 200 ml d'eau tous les soirs.

NB : \*= arrosage tous les deux jours

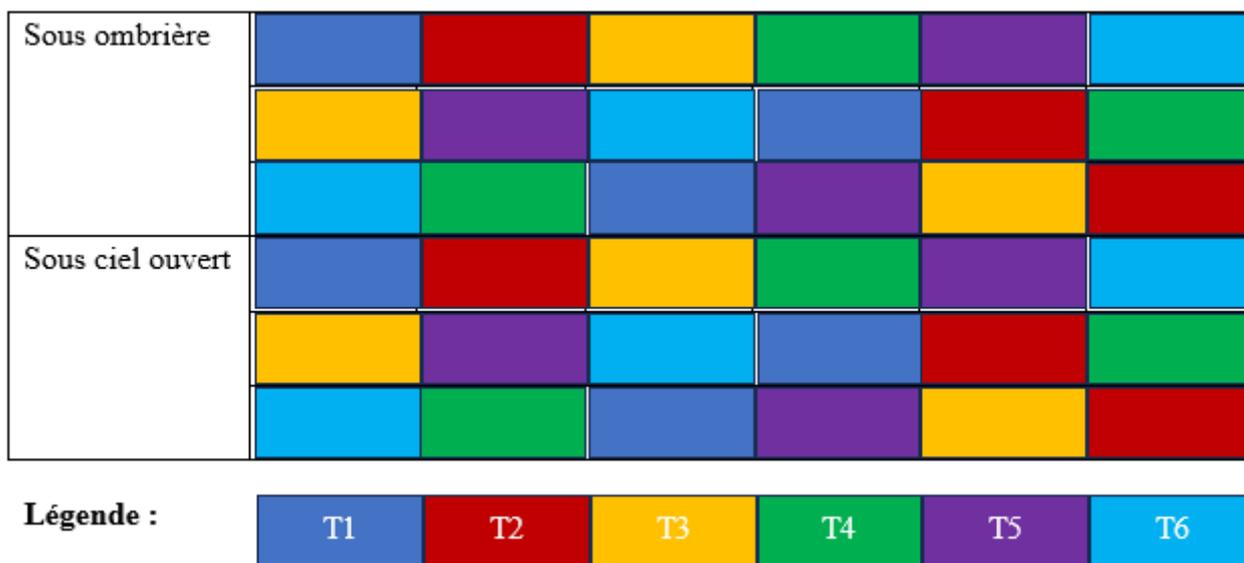


Figure 3. Schéma du dispositif expérimental.

### 2.4. Données et méthode de collecte

Pour mener à bien cette expérimentation, le nombre de graines germées (celles dont les radicules a traversé la fine couche de sable) a été enregistré quotidiennement jusqu'à 45 jours après semis (fin de la germination des graines). Ces données ont permis d'évaluer le taux de levée, le temps de latence, la durée et la vitesse de levée des graines. Quinze (15) jours après la fin du test de levée, le diamètre au collet (DC) et la hauteur des plantules (HP) ont été mesurés chaque quinzaine. Cette mesure a été respectivement faite à l'aide d'un pied à coulisse et d'un mètre ruban.

Dans le but de déterminer les variables de levée (temps de latence (TLa), vitesse (VL), durée (DL) et taux de levée (TL)) et de la vigueur (Vig) des plants, les formules suivantes ont été utilisées :

- ✓  $TLa(\text{Jour}) = (\text{JPG} - \text{JS})$ , Avec JPG : le jour de la première levée ; JS : Jour du semis. Cela correspond au nombre de jour passé sans aucune levée ;
- ✓  $DL(\text{Jour}) = (\text{DJG} - \text{TLa})$ , Avec DJG : le jour à partir duquel le taux de levée a atteint son pic ;
- ✓  $VL(\text{Jour}) = \frac{\sum(G_i * J_i)}{G_t}$  Avec  $G_i$  : taux de levée du jour  $i$ ,  $J_i$  : nombre de jour après semis ;  $G_t$  : taux de levée total.

- ✓  $TL (\%) = \frac{NGG}{NTGS} \times 100$  (NGG : nombre de graines germées, NTGS=nombre total de graines semées) ;
- ✓  $Vig = \frac{H (cm)}{(DC (cm))}$

La vigueur (Vi) est dite bonne lorsque le rapport DC/H est inférieur à 80. Le plant le plus vigoureux est celui dont la valeur du rapport (DC/H) est plus faible.

**2.5. Analyse des données**

Les données ont été purifiées, saisies et codifiées à l'aide du tableur Excel 2013. Ensuite, elles ont été traitées à l'aide du logiciel SPSS version 21 suivant le model linéaire général. L'ANOVA a un facteur a été effectuée avec application du test de Tukey qui a permis de comparer les moyennes. Le seuil de signification est de 5%. Les coefficients de corrélation bivariée de Pearson et Rho de Spearman ont permis de ressortir les relations existantes entre les paramètres étudiés (le taux de levée, le temps de latence, la durée et la vitesse de levée, diamètre au collet et hauteur des plantules).

**3. Résultats et discussion**

**3.1. Résultats**

*3.1.1. Effet de de la lumière sur la levée des graines et la croissance des jeunes plants de néré en pépinière*

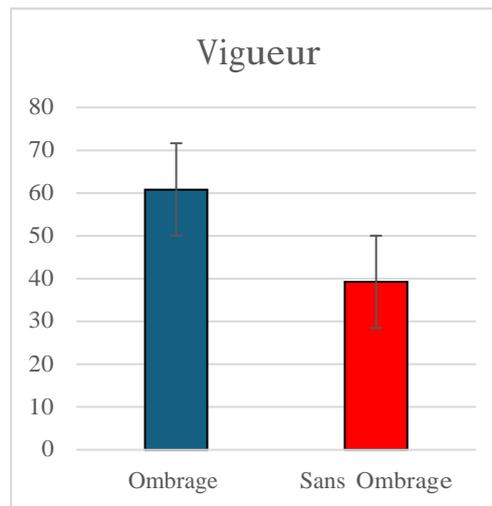
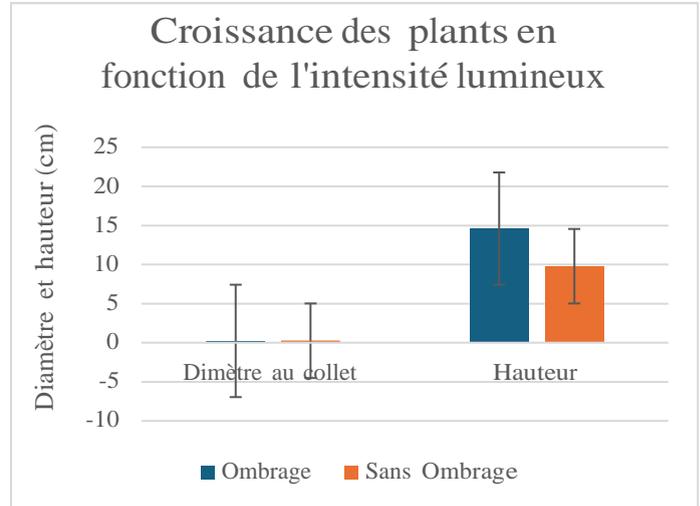
L'ANOVA a montré que la levée des graines de néré est très hautement et significativement affectée ( $p < 0,001$ ) par les milieux de culture (Tableau 1). Pour ce qui est de la croissance des plantules, seul le diamètre au collet n'est pas significativement ( $p \geq 0,05$ ) affecté par ces milieux de culture (Figure 4).

De l'analyse du Tableau 1, il ressort qu'en dehors de la durée de levée, les meilleures performances de levée des graines ont été obtenues sous l'ombrière. Cette dernière a permis de raccourcir non seulement le temps de la première levée de graines d'environ une semaine mais aussi de boucler son cycle de levée en deux semaines (DG) avec un supplément de taux de levée de 26,81%. Il va donc s'en dire qu'en saison sèche, un ombrage s'avère nécessaire pour réguler les régimes lumineux et hydriques afin d'améliorer les taux de levée des graines de néré en pépinière. Quant à la Figure 4, elle montre que le milieu ombragé et celui non ombragé ont respectivement permis d'avoir des plants de grandes tailles (14,6 cm) et de gros diamètres (0,26 cm). Ainsi, les plants sous ciel ouvert sont plus vigoureux avec une valeur du rapport hauteur/Diamètre de 39,23. Il faut noter que ces plants sous ciel ouvert sont plus lignifiés et sont de petites tailles. Ces résultats ont montré que les traitements ayant plus favorisés l'évolution des plants en hauteur ont présenté les plants de faible vigueur et par conséquent moins robuste. Par contre, ceux limitant l'évolution des plants en diamètre et / ou en hauteur ont permis aux plants d'avoir une bonne vigueur donc robuste. Ces résultats permettent de retenir non seulement que la pratique d'ombrière est d'une importance capitale pour rentabiliser la levée des graines de néré en pépinière mais aussi la croissance des jeunes plants. Cependant, cet ombrage doit être enlevée 1-2 semaines après la levée totale afin d'éviter l'étiollement des plants.

**Tableau 1. Effet de de la lumière sur la levée des graines de néré en pépinière.**

Traitements	TLa	DG	VL	TL
Ombrage	20,97 ± 3,81	15,08 ± 4,38	29,04 ± 3,1	36,81 ± 11,36
Sans Ombrage	27,6 ± 4,85	6,09 ± 7,3	40,1 ± 8,63	10,00 ± 6,53
p-value	0,000	0,000	0,000	0,000

TLa= temps de latence ; DG= Durée de levée ; VL= Vitesse de levée ; TL= Taux de levée.



**Figure 4. Effet de la lumière sur la levée des graines de néré en pépinière.**

*3.1.2. Effet du régime d'irrigation sur la levée des graines de néré en pépinière*

Le Tableau 2 présente l'effet du régime d'arrosage sur les paramètres de levée des graines de néré en pépinière. Il a été révélé que quel que soit la pratique (Ombrage ou non), seul le taux de levée a été significativement affecté ( $p < 0,05$ ).

A cet effet, l'analyse du Tableau 2 montre que le meilleur taux de levée a été obtenu avec le régime d'irrigation "matin et soir". En effet, ce régime a permis à  $42,50 \pm 6,46$  % (Ombrière) et  $13,00 \pm 7,75$  % (sans Ombrière) des graines de germer au cours de la durée (45 jours) du test de levée. Sous la partie ombragée, le faible taux de levée a été obtenu avec le régime chaque "matin" ( $31,25 \pm 6,29$  %) alors qu'il l'a été sous la partie non ombragée avec le régime chaque "soir" ( $7,50 \pm 3,78$  %). Par ailleurs, l'arrosage des pots chaque deux jours a permis d'avoir la meilleure levée ( $45,00 \pm 4,08$  %) des graines de néré en pépinière. Il est donc préférable que les pépiniéristes ou tout individu ayant la vocation

de produire de jeunes plantules en pépinière pratiquent un arrosage régulier journalier "matin et soir" afin d'obtenir de meilleur taux de levée. Lorsque la température est basse, un arrosage tous les deux jours est primordial. En cas de force majeure, sous la partie non ombragée, l'arrosage régulier journalier "chaque matin" peut être pratiqué et celui "chaque soir" sous la partie ombragée. Il faut noter que pour les régimes mono-quotidiens, les volumes d'eau de l'arrosage biquotidien doivent

être cumulés. L'indisponibilité d'arroser matin et soir et l'absence d'ombrière ont pour conséquence surtout sous la partie non ombragée, la baisse considérable du taux de levée et le rabougrissement des jeunes plantules. En conclusion, il faut retenir que quel que soit la pratique (ombrage ou sans ombrage), l'arrosage biquotidien (matin et soir) maximise la levée des graines de néré. Aussi, pendant la période fraîche, il est très important d'arroser les pots tous deux jours.

Tableau 2. Effet du régime hydrique sur la levée des graines de néré en pépinière.

	Traitements	TLa	DL (jour)	VL	TL (%)
Ombrage	Matin	22,75±1,708	15,50±4,20	32,18±0,96	31,25±6,29
	Soir	23,50±3,42	14,50±4,04	31,72±0,84	41,25±11,09
	Matin et Soir	22,25±0,50	16,25±3,10	31,78±1,92	42,50±6,46
	p.value	<b>0,59</b>	<b>0,81</b>	<b>0,73</b>	<b>0,02</b>
Sans Ombrage	Matin	29,50±4,275	5,50±9,424	29,30±8,71	7,92±4,98
	Soir	28,00±5,976	4,25±5,65	30,63±4,81	7,50±3,78
	Matin et Soir	25,87±4,31	7,53±6,26	30,46±2,24	13,00±7,75
	p.value	<b>0,14</b>	<b>0,32</b>	<b>0,18</b>	<b>0,04</b>
	Chaque jour	22,25± 0,50	16,25± 3,10	31,78± 1,92	42,50±6,45
	Chaque 2 jours	21,75± 3,40	16,25± 5,74	30,86± 1,74	45,00± 4,08
	p.vlue	<b>0,76</b>	<b>0,77</b>	<b>0,39</b>	<b>0,55</b>

TLa= temps de latence ; DG= Durée de levée ; VL= Vitesse de levée ; TL= Taux de levée.

3.1.3. Effet du régime d'irrigation sur la croissance des jeunes plants de néré en pépinière

Le résultat de l'effet du régime d'irrigation sur le diamètre au collet et la hauteur des jeunes plants de néré en pépinière est présenté dans la Figure 5.

Le test de ANOVA a montré que seule la hauteur des plantules est significativement ( $p < 0,05$ ) influencées par le régime d'irrigation.

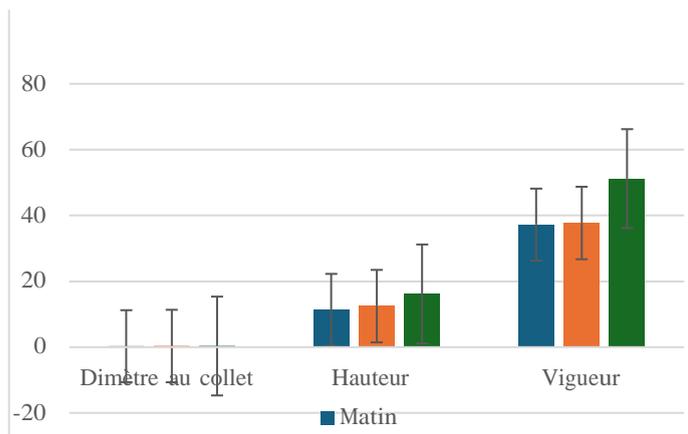


Figure 5. Effet du régime hydrique sur la croissance des jeunes plants de néré en pépinière.

L'analyse de cette figure montre que le régime d'irrigation "matin et soir" a permis aux plantules d'être hautes (16,17cm) et robuste (0,33cm). Par contre, les plantules chétives ont été obtenues avec le régime chaque "matin". En effet, cette figure révèle que les plants les plus vigoureux

sont ceux qui sont de petites tailles. Ils ont été obtenus avec le régime mono-quotidiens (matin ou soir). De cette analyse, il ressort que les traitements ayant plus favorisés l'évolution des plants en hauteur ont présenté les plants de faible vigueur et par conséquent moins robuste. Par contre, ceux limitant l'évolution des plants en diamètre et / ou en hauteur ont permis aux plants d'avoir une bonne vigueur donc robuste. Il est important de signaler que le meilleur traitement n'est par forcément celui ayant permis aux plants d'avoir de gros diamètres plutôt qu'en combinaison avec la hauteur.

3.1.4. Corrélations entre les paramètres étudiés

L'analyse de corrélation entre les différents paramètres étudiés a révélée l'existence d'une corrélation significative ( $P \leq 0,05$ ) entre certains paramètres étudiés. Les valeurs consignées dans le tableau de corrélation sont celles dont les probabilités sont inférieures à 5%. Ainsi, nous pouvons dire de l'analyse de ce tableau que la valeur de la vigueur des plants est fortement et négativement corrélée au diamètre au collet ( $r = -0,83$ ) mais positivement à la hauteur des plants ( $r = 0,81$ ). Cela signifie que l'augmentation plus rapide du diamètre au collet relativement à la hauteur est un gage pour l'obtention des plants plus vigoureux (Alexandre, 1977). L'inverse ne produit que des plants chétifs. Ainsi, pour la plupart, l'évolution diamétrale des plants inhibe leur croissance verticale et vice-versa ( $r = -0,428$ ). Il faut noter qu'une évolution proportionnelle du diamètre au collet et de la hauteur des plants conduit à l'obtention des plants vigoureux, de grandes tailles et de gros diamètres. En outre, ce même tableau renseigne que plus la vitesse de levée est élevée, plus la durée de levée est courte ( $r = 0,43$ ) sauf si ce raccourcissement est dû au faible taux de levée. Il est à noter que rares

plants peuvent avoir une croissance longitudinale très rapide et être plus vigoureux.

Tableau 3. Corrélations entre les paramètres étudiés.

Paramètres	Vigueur	DC	VL	DG	HP	T.L	T.La
Vig	1						
DC	-0,83	1					
VLT	-	-	1				
DL	-	-	0,43	1			
HP	0,81	-0,42	-	-	1		
T.Levée	-	-	-	-	-	1	
T.Latence	-	-	-	-	-	-	1

TLa= temps de latence ; DG= Durée de levée ; VL= Vitesse de levée ; TL= Taux de levée, DC = diamètre au collet, HP = Hauteur plant.

### 3.2. Discussion

#### 3.2.1. Effet du régime d'arrosage sur la levée des graines de néré en pépinière

Cette expérimentation d'une durée de 3 mois a été menée en période fraîche (28°C). C'est ce qui explique en dépit d'autres facteurs tels que la durée de conservation (2 ans) des semences utilisées, les très faibles taux de levée ayant variés de 7,5% à 45%. Selon Rundel (1996), les températures fraîches d'hiver limitent la germination pendant la saison humide avec une haute disponibilité de l'eau. C'est pour cette raison que l'arrosage du concombre est interdit avec de l'eau froide (Gilles et al., 2005). En effet, les plantes ont des températures de base ou minimale, optimale et des températures de plafond pour la germination des graines. C'est le cas du néré où la levée des graines est meilleure lorsque la température est comprise entre 32°C et 34°C, la borne supérieure étant l'optimum tant sur la levée des graines que sur la croissance des plants (Adji et al., 2021). La levée des graines est donc plus efficace dans les environnements plus cléments (sol fertile, un climat tropical stable ou humide, humidité de l'air plus élevée, température favorable ou douce, etc.) avec pour corollaire l'obtention des plantules vigoureuses (Adji et al., 2021). Malgré ces faibles levées des graines, les meilleurs résultats (levée des graines et croissance des plants) sont enregistrés sous "milieu ombragé" avec l'arrosage biquotidien (matin et soir) et celui réalisé tous les deux jours. Le régime d'irrigation biquotidien (matin et soir) a permis aux graines d'avoir les premières levées avec un taux de levée élevé.

#### 3.2.2. Effet de la lumière et du régime d'irrigation sur la levée des graines et la croissance des jeunes plants de néré en pépinière

Le régime d'irrigation biquotidien (matin et soir) a permis aux plantules d'avoir la plus grande taille (16,17cm) et le plus grand diamètre (0,33cm). La pratique d'ombrage quant à elle, a enregistré de meilleurs résultats sur tous les paramètres évalués (Temps de latence, durée, vitesse et taux de levée, diamètre au collet, hauteur). Ces résultats corroborent ceux de Douma et al. (2019) qui stipulent que ce régime a enregistré la meilleure croissance sur la hauteur et le diamètre au collet des jeunes plants de néré. Ce régime a aussi permis une meilleure levée des graines de *Kaya Senegalensis* (DGCDN, 2007). Par ailleurs, les meilleurs résultats obtenus sous l'ombrage peuvent s'expliquer par la réduction de l'intensité lumineuse venant de la radiation solaire. Noter que cette intensité a drastiquement réduit le taux de levée sous ciel ouvert par réchauffement du substrat et par ricochet la dégénérescence de certaines graines ayant entamées leurs processus de levée. Les semences de néré sont donc moins exigeantes en lumière pour leur germination. Selon ITAB (2016), une graine ne nécessite pas de lumière pour germer mais dès le début de levée, il faut suffisamment de lumière pour éviter que les graines ne filent et que les plants s'étiolent. En outre, chez des espèces telles que le *Kaya Senegalensis*, les phytochromes localisés dans les semences ont besoin d'intensité lumineuse modérée pour faciliter la sortie des racines (Kouadio et al., 2014). Selon Natta et al. (2013) l'ombrage permet de limiter l'évaporation d'eau du sol et de conserver ainsi l'humidité pendant longtemps réduisant de ce fait la température du milieu. Silue et al. (2021) ont également montré que ce milieu ombragé favorise la levée des semences de *Kaya senegalensis*. Cependant, ils signalent que la forte intensité (milieu ouvert), qui réduit l'humidité du sol, ne semble pas

ralentir les réactions métaboliques de l'embryon de la graine et de facto la sortie rapide de la radicule chez l'espèce. Par contre, l'ombrage crée un effet de microclimat qui stimule la levée de la dormance des semences de *Kaya senegalensis* avec pour corollaire l'obtention des taux de levée élevés et une croissance ralentie du diamètre des plants (Silue et al., 2021). Kouadio et al. (2014) ont montré que cette pratique d'ombrage stimulait la croissance en diamètre de *Guibourtia ehie*. Cependant, ces auteurs ont montré que les plants sous ombrage ont une forte croissance longitudinale plus rapide que celle diamétrale. Cette forte croissance, serait due au phénomène de l'étiollement par lequel la plantule utilise toutes ses ressources pour assurer la croissance dans la tige à la recherche de la lumière (Prat, 2008). Enfin, nos résultats ont montré qu'en saison sèche fraîche, l'arrosage chaque deux jours permet d'obtenir les meilleurs résultats tant sur la levée des graines que sur la croissance des jeunes plants de néré en pépinière. C'est à juste titre que l'INRAB (2016) recommande l'arrosage une fois par jour en saison pluvieuse et deux fois par jour (matin et le soir) en saison sèche. En effet, Salé (2015) ayant travaillé sur le néré et Isah et al (2013) sur *Acacia senegalensis* ont montré que l'arrosage une fois tous les trois jours permet d'avoir de bon taux de levée des graines et de croissance des plants. INRAN (2019) a également indiqué qu'il serait idéal qu'en période de forte chaleur (avril, mai), d'irriguer tous les 2 jours.

Globalement, les résultats obtenus sur la croissance des plants ont révélé que les traitements ayant plus favorisés l'évolution des plants en hauteur ont présenté les plants de faible vigueur et par conséquent moins robuste. Par contre, ceux limitant l'évolution des plants en diamètre et / ou en hauteur ont permis aux plants d'avoir une bonne vigueur donc robuste. Cela s'explique par les fortes corrélations existantes entre la hauteur, le diamètre et la vigueur.

### 3.2.3. Corrélations entre les paramètres étudiés

La corrélation indique que la valeur de la vigueur des plants est fortement et négativement corrélée au diamètre au collet ( $r = -0,83$ ) mais positivement à la hauteur des plants ( $r = 0,81$ ). Cela s'explique par le fait que plus la hauteur est élevée plus la vigueur est faible (Alexandre, 1977) et serait dû à un défaut des entrées énergétiques (Devineau, 1991). L'obtention des meilleurs résultats tant sur la levée des graines que sur la croissance des jeunes plants avec les mêmes traitements s'explique également par ces fortes corrélations existantes entre ces deux catégories de variables. Elles indiquent que plus la vitesse de levée est élevée, la durée de levée est courte ( $r = 0,43$ ) sauf si ce raccourcissement est dû au faible taux de levée.

## 4. Conclusion

La présente étude a montré que le milieu ombragé, l'arrosage biquotidien (matin et soir) et celui tous les deux jours ont significativement ( $P < 0,05$ ) affecté la levée des graines et la croissance de jeunes plants de néré en pépinière. Ils ont non seulement permis d'obtenir des vitesses et taux de levée élevés, un temps de latence courts mais aussi des jeunes plants de grandes tailles et de gros diamètres. Ces résultats ont révélé que pour la plupart, les traitements ayant plus favorisés l'évolution des plants en hauteur ont présenté les plants de faible vigueur et par conséquent moins robuste contrairement à ceux limitant l'évolution des plants en diamètre et/ou en hauteur. Ils indiquent également que, contrairement à la

croissance des jeunes plants, les semences de néré sont moins exigeantes en lumière pour leur levée.

En période fraîche (28°C), il est primordial d'installer un système d'ombrage ; d'apporter l'eau d'arrosage en de petites quantités et espacé d'un jour. Il ressort donc que la pratique d'ombrière est d'une importance capitale pour maximiser le taux de levée des graines de néré en pépinière mais doit être enlevée 1-2 semaines après la levée complète des graines.

Dans les recherches futures, l'expérimentation s'étendra d'une part sur deux périodes (période fraîche et période chaude) afin d'évaluer l'effet l'humidité ambiante ; et d'autre part multiplier les fréquences d'irrigation à 3 et à 5 jours afin de connaître l'optimum.

## Remerciements

Au terme de travail, nous tenons à remercier très sincèrement : notre oncle BONI DASSOGUI Sabi Amouda pour son soutien financier et moral ; les autorités décanales de la faculté d'agronomie ainsi que les responsables de l'Ecole doctorales des Sciences agronomiques et de l'eau et aux responsables de la ferme interne de l'université de Parakou pour avoir facilité la réalisation de cette expérimentation.

## Contribution des auteurs

Alimi TASSIKI : Rédacteur du protocole de recherche. Alimi TASSIKI, Alidou BAKARA, Raoul GABA YAROU, Abdou-Azimou CHABI GOURA et Salami AROUNA : Collecteurs et analyseurs des données. Alimi TASSIKI : Gestionnaire du projet. Michel BATAMOSSI : Superviseurs du travail. Alimi TASSIKI et Salami AROUNA : Rédacteur du manuscrit. Michel BATAMOSSI et Alimi TASSIKI : Réviseurs du manuscrit. Alimi TASSIKI : Editeur du manuscrit.

## Références bibliographiques

- Adji BI, Akaffou DS, Sabatier S. 2021. Ecological environment effects on germination and seedling morphology in *Parkia biglobosa* in nursery (Côte d'Ivoire) and greenhouse (France). *International Journal of Horticulture, Agriculture and Food Science* 5(5) : 01-13. <https://doi.org/10.22161/ijhaf.5.5.1>
- Adomou AC, Yedomonhan H, Djossa B, Legba SI, Oumorou V, Akoegninou A. 2012. Etude ethnobotanique des plantes médicinales vendues dans le marché d'Abomey-Calavi au Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci* 6(2) : 55-78.
- Alexandre DY. 1977. Régénération naturelle d'un arbre caractéristique de la forêt équatoriale de Côte d'Ivoire : *Turraeanthus africana* Pellegr. *Ecologia Plantarum* 12 (3) : 241- 262.
- Ali A, Bil-Assanou IH, Dan Guimbo I, Abdoul Karim TD, Mahamane A. 2017. Effet de prétraitements, de substrats et de stress hydriques sur la germination et la croissance initiale de *diospyros mespiliformis* hochst. *Ex A.DC. European Scientific Journal* 13(21) : 1857 – 7881. URL : <http://dx.doi.org/10.19044/esj.2017.v13n21p251>
- Ali Q, Ashraf M. 2011. Induction of Drought Tolerance in Maize (*Zea mays* L.) due to Exogenous Application of Trehalose: Growth, Photosynthesis, Water Relations and Oxidative Defence Mechanism. *Journal of Agronomy and Crop Science* 197 (4) : 258-271.

- Ashraf M, Ahmad MSA, Öztürk M, Aksoy A. 2012. Crop Improvement Through Different Means: Challenges and Prospects. *Crop Production for Agricultural Improvement* :115.
- Assogbadjo AE, Fandohan AB, Glela Kakai LR, Sinsin B. 2012. Genetic evidence of the contribution of ethnic migrations to the propagation and persistence of the rare and declining scrambling shrub *Caesalpinia bonduc* L. *Hum. Ecol* 40 : 117-128.
- Assongba YF, Djego GJ, Sinsin B. 2013. Distribution des habitats de *Dialium guineense* (willd) (Fabaceae: Caesalpinoideae) dans les phytodistricts Est du Sud-Bénin. *Bull. sci. Inst. natl. environ. conserv Nat* 12 : 1-16.
- Babalola, F. D. (2012). Evaluation of the Marketing Chain of *Parkia biglobosa* (Jacq. Berth) R. Br. Ex G. Don in Southwest Nigeria. *International Journal of Basic and Applied Sciences*, 1(3), 210-213.
- Baskin CC, Baskin JM. 1998. *Seeds: Ecology, Biogeography and Evolution of Dormancy and Germination*. Academic Press, San Diego, USA.
- Codjia JTC, Assogbadjo AE. 2001. Diversité des ressources forestières alimentaire du Bénin, rôle pour les populations et possibilité de valorisation pour un développement humain durable. Communication présentée durant le séminaire sur l'aménagement intégré de forêts naturelles des zones tropicale sèches en Afrique de l'ouest. Parakou Bénin (25-29 Juin 2001) : 20.
- Devineau JL. 1991. Variabilité de la croissance en circonférence des arbres dans les forêts semi-décidues de Lamto (Côte d'Ivoire).
- DGCDN. 2007. Fiches techniques de dix espèces prioritaires de la zone d'intervention du projet. projet d'appui a la filiere de production de plants au burkina faso. 8 p
- Diatta, É. A., Dieng, S. D., Niang-Diop, F., Goudiaby, A., & Sambou, B. (2020). Importance socio-économique de *Parkia biglobosa* (Jacq) R. Br. Ex G. Don (nééré) dans le système agroforestier en Basse Casamance, Sénégal. *Afrique science*, 17(4), 1-17.
- Djego J, Djego-Djossou S, Kakpo Y, Agnani P, Sinsin B. 2011. Evaluation du potentiel ethnobotanique des populations rurales au Sud et au centre du Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci* 5(4) : 1432-1447.
- Dossou ME, Houessou GL, Lougbégnon OT, Tenté AHB, Codjia JTC. 2012. Etude ethnobotanique des ressources forestières ligneuses de la forêt marécageuse d'Agonvè et terroirs connexes au Bénin. *Tropicicultura* 30 (1) : 41-48.
- Douma S, Adamou MM, Aboubacar K, Alleidi I, Boubacar AN. 2019. Effet du régime d'irrigation sur la germination et la croissance en pépinière de *Parkia biglobosa* (Jacq.) G. Don. *Journal of Animal & Plant Sciences (J.Anim.Plant Sci.)* 40 (1) : 6573-6583.
- Dumenu WK. 2019. Assessing the impact of felling/export ban and CITES designation on exploitation of African rosewood (*Pterocarpus erinaceus*). *Biological Conservation*. 236 : 124-133. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.05.044>
- Fachola BO. 2013. Biodiversité et formes d'utilisation des plantes alimentaires et médicinales utilisées par les populations riveraines de la forêt classée de Dogo-Kétou. Mémoire de DEA, FLASH/UAC.
- Gilles T, Liette L, Jacques P, Nicolet AC, Mélissa P, Danya B. 2005. Préparation des plants - Préparation de la serre avant la plantation : 1
- Guedje NM, Fokunang NC, Jiofack TRB, Dongmo FR. 2010. Opportunités d'une exploitation soutenue des plantes médicinales dans l'aménagement forestier. *Int. J. Biol. Chem. Sci* 4(4) : 1346-1372. <http://ajol.info/index.php/ijbcs>.
- Houndonougbo JSH, Kassa B, Mensah S, Salako VK, Glèlè Kakaï R, Assogbadjo AE. 2020. A global systematic review on conservation and domestication of *Parkia biglobosa* (Jacq.) R. Br. ex G. Don, an indigenous fruit tree species in Sub-Saharan African traditional parklands: Current knowledge and futures directions. *Genetic Resources and Crop Evolution* 67(4) : 1051-1066. <https://doi.org/10.1007/s10722-020-00892-w>.
- INRAB. 2016. Technique de test de germination des semences de coton en milieu paysan. *Bibliothèque nationale du Bénin*. 37 p
- INRAN. 2019. Recueil des fiches techniques
- Isah AD, Bello AG, Maishanu HM, Abdullahi S. 2013 : Effect of Watering Regime on the Early Growth of *Acacia Senegal* (LINN) Willd. Provenances. *International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences* 3 : 2-9
- ITAB. 2016. Bulletin technique légume bio
- Koger CH, Reddy KN, Poston DH. 2004. Factors affecting seed germination, seedling emergence and survival of texasweed (*Caperonia palustris*). *Weed Science* 52: 989-995.
- Kora O, Guidibi ME. 2006. Monographie de la commune de Parakou, Afrique conseil : 44 p.
- Kouadio K, Koné M, Soro D. 2014. Influence de l'ensoleillement sur la germination de quatre essences forestières en voie d'extinction dans les forêts ivoiriennes. *Journal of Animal & Plant Sciences* 23(1): 3529-3538.
- Koura K, Ganglo CJ, Assogbadjo AE, Agbangla C. 2011. Les différences ethniques dans les valeurs d'usage et les modes d'utilisation de *Parkia biglobosa* dans le Nord Bénin. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 7(42).
- Kaya M.D., Okcu G., Atak M., Cıkihi Y., Kolsarıcı O. (2006)., Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *European Journal of Agronomy* Vol. 24, No 4, pp : 291-295.
- Lougbégnon TO, Tenté BAH, Amontcha M, Codjia JTC. 2011. Importance culturelle et valeur d'usage des ressources végétales de la réserve forestière marécageuse de la vallée de Sitatunga et zones connexes. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin* 70 : 35-46.
- Maazou R, Rabiou H, Issiaka Y, Abdou L, Saidou IS, Mahamane A. 2017. Influence de l'occupation des terres sur la dynamique des communautés végétales en zone Sahélienne : cas de la commune rurale de Dantchandou (Niger). *Int. J. Biol. Chem. Sci* 11(1) : 79-92. DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v11i1.7>
- Maisharou A, Larwanou M. 2015. Market Potential of Non-Wood Forest Products in The Sahelian Countries. *International Journal of Forestry Review* 17(3) : 125-136.

- Mapongmetsem PM, Nkongmeneck BA, Rongoumi G, Dongock DN, Dongmo B. 2011. Impact des systèmes d'utilisation des terres sur la conservation de *Vitellaria paradoxa* Gaerten. F. (Sapotaceae) dans la région des savanes soudano-guinéennes. *International Journal of Environmental Studies* 68(6) : 851-872.
- DOI : <https://doi.org/10.1080/00207233.2011.587259>.
- Maréchal C, Cawoy V, Coquyt C, Dauby G, Dessein S, Douglas-Hamilton I, Dupain J, Fischer E, Obang D, Groom Q, Henshel P, Jeffery K, Korte L, Lewis S, Lubunu S, Maisels F, Melletti M, Ngouffo R, Ntore S, Palla F, Scholte P, Sonke B, Stevart T, Stoffelen P, Van Den Broeck D, Walters G, Williamson E. 2014. Conservation et Gestion de la biodiversité. In : *Etat des Forêts 2013*, De Wasseige C, Flynn J, Louppe D, *Hiol Hiol F, Mayaux Ph (eds)*. WeyRich : Belgique : 67-96.
- Mireille, O. C., & Amoussou, I. F. L. (2017). Evaluation de la conservation et de la restauration de *Parkia biglobosa* dans la commune d'Abomey : Cas de l'arrondissement de détohou.
- Natta AK, Zoumarou-Wallis N, Akossou AYJ, Houndehin J. 2013. Effets de l'eau et de la lumière sur la germination des graines de *Pentadesma butyracea* Sabine au centre Benin. *Annales de l'Université de Parakou, Série « Sciences Naturelles et Agronomie 2(2) »* : 9-15
- Omonyele AM, Gbemavo C, Adjakpa JB. Impact des habitats écologiques sur la conservation in situ du Néré (*Parkia biglobosa* Jacq.) dans la commune de Djidja. EPAC/CAP/UAC; 2015.
- Ouédraogo AS. 1995. *Parkia biglobosa* (Leguminosae) en Afrique de l'Ouest : Biosystématique et Amélioration. Thèse doctorat Wageningen en University. Institute for Forestry and Nature Research, IBN-DLO : 205.
- Prat R. 2008. Biologie végétale : Croissance et Développement, 2ème Edition : 256.
- Rundel PW. 1996. Monocotyledonous geophytes in the California flora. *Madrono* 43 : 355-368.
- Salé FA. 2015. Evaluation of watering regimes and different pot sizes in the growth of *Parkia biglobosa* (jacq) benth seedlings under nursery condition. *Eropean Scientific Journal* 11(12) : 1857 – 788.
- Sambe MAN, Sagna M, Sy MO. 2010. Seed germination and *in vitro* plant regeneration of *Parkia biglobosa* (Jacq.) Benth. *African Journal of Biotechnology* 9(21) : 3099-3108.
- Segla NK, Rabiou H, Adjonou K, Moussa BM, Saley K, Radji RA, Kokutse AD, Bationo AB, Mahamane A, Kokou K. 2016. Population structure and minimum felling diameter of *Pterocarpus erinaceus* Poir in arid and semiarid climate zones of West Africa. *South African Journal of Botany* 103 : 17–24. <http://dx.doi.org/10.1016/j.sajb.2015.09.005>
- Silue PA, Koffi KAD, Koffi AB, Kouassi KE. 2021. Essais de germination et suivi des performances de croissance des plants de *Khaya senegalensis* (Desv.) A. Juss., en zone soudanienne (Côte d'Ivoire). *Journal of Animal & Plant Sciences (J.Anim.Plant Sci* 48(2) : 8673-8685. <https://doi.org/10.35759/JAnmPLSci.v48-2.4>
- Steckel LE, Sprague C, Stoller EW, Wax L. 2004. Temperature effects on germination of nine *Amaranthus* species. *Weed Sci* 52: 217-221.
- UICN. 2008. The UICN Red list of Threatened Species. [En ligne], [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org) date of 2008.
- Vodouhe F. 2010. Exploitation des Produits Forestiers Non Ligneux et conservation de la biodiversité au Bénin. Thèse de Doctorat unique /UAC, Bénin.
- Yolou I. 2016. Activité de maraîchage en milieu à Parakou au Nord-Bénin: Caractéristiques et problèmes fonciers/ [Market Gardening in urban area of municipality of Parakou (north Benin): Characteristics and Land Tenure Problems]. *Int. J. Innov. Appl. Stud* 14 : 1086-1095.