



Original Paper

<http://ajol.info/index.php/ijbcs>

<http://indexmedicus.afro.who.int>

Evaluation de l'adaptabilité de dix-neuf provenances de *Azadirachta indica* A. Juss. aux conditions agroclimatiques de la zone Nord soudanienne du Burkina Faso

Oblé NEYA^{1,3,4*}, Filly Bassirou Moïtché SOUGUE¹, Moussa OUEDRAOGO¹,
Edith Marie Sylvie DABOUE¹, Sobèrè TRAORE² et Mipro HIEN²

¹Centre National de Semences Forestières (CNSF), Division Recherche Appliquée,
01 B.P: 2682 Ouagadougou 01, Burkina Faso.

²Université Nazi Boni (UNB), Institut du Développement Rural, Département Eaux et Forêts, 01 BP : 1091
Bobo-Dioulasso 01, Burkina Faso.

³Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA), Département Environnement et Forêts, 04
B.P : 8645 Ouagadougou 04, Burkina Faso.

⁴West African Science Service Center on Climate Change and Adapted Land Use (WASCAL), Competence
Center, 06 B.P: 9507 Ouagadougou 06, Burkina Faso.

*Auteur de correspondance; E-mail: neyaoble@hotmail.com / neya.o@wascal.org;
Tél : (+226) 70359115/ (+226) 78597730/ (+226) 64453535

RESUME

Azadirachta indica A. Juss., espèce pantropicale aux multiples vertus d'importance internationale, a fait l'objet d'un réseau de recherche incluant des essais de provenances, dont le but général était d'appréhender sa variabilité génétique et son adaptabilité dans la zone tropicale. Ainsi un essai comparatif de 19 provenances, conçu en cinq blocs complets randomisés, a été mis en place dans la zone Nord soudanienne du Burkina Faso. La présente étude est une évaluation dudit essai, quinze ans après sa mise en place. Les paramètres utilisés pour l'évaluation sont le taux de survie, la hauteur totale moyenne, les diamètres moyens au collet et à 1,30 m et la fructification. Les résultats révèlent que tous les paramètres d'évaluation varient significativement suivant la provenance. Taux de survie, 70 à 14% ; Hauteur totale entre 3,65 et 5,36 m ; Diamètre à 1,30 m entre 3,62 et 9,9 cm. Sur la base des résultats obtenus, il est conclu que la provenance témoin (Ouagadougou) se comporte mieux que les 18 provenances internationales de l'essai. Des provenances internationales, Tung Luang originaire de Thaïlande, apparaît comme la mieux adaptée aux conditions agroclimatiques en zone Nord soudanienne. L'étude suggère sa promotion pour la production de bois d'œuvre au Burkina Faso.

© 2018 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : Plantation, neem, adaptation, zone climatique, Gonsé.

Evaluation of the adaptability of nineteen provenances of *Azadirachta indica* A. Juss. to the agroclimatic conditions of North Sudanian zone of Burkina Faso

ABSTRACT

Azadirachta indica A. Juss., a multipurpose pantropical species of international importance, has been subject of a research network including provenances trials, which general aim was to understand the genetic variability and adaptability of the species to the tropical zone. Thus, a comparative trial of 19 provenances,

designated in five complete randomized blocks, was set up in the northern Sudanian zone of Burkina Faso. This study is an evaluation of the trial, fifteen years after its implementation. The parameters used for the evaluation of the provenances are the survival rate, the average total height, the average collar and at 1.30 m diameters and the fruit bearing. The results reveal that all evaluation parameters vary significantly depending on the source. Survival rate from 70 to 14%; Total height between 3.65 and 5.36 m; Diameter at 1.30 m between 3.62 and 9.9 cm. Based on the results obtained, it is concluded that the control provenance (Ouagadougou) behaves better than the 18 international provenances of the trial. Among international sources, Tung Luang from Thailand appears to be the best adapted provenance to the agro-climatic conditions of the North Sudanian zone. The study suggests its promotion for timber production in Burkina Faso.
© 2018 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: Plantation, neem, adaptation, climatic zone, Gonsé.

INTRODUCTION

Depuis plusieurs décennies, des programmes et projets de reboisement ont été initiés en Afrique afin de limiter l'avancée de la désertification et de préserver les écosystèmes (Ngueguim et al., 2015 ; Soumaré et al., 2017). Au cours des années 80, leurs extensions ont été beaucoup observées dans les pays en développement avec un rythme annuel de 0,14 million d'hectares en Afrique (FAO, 2011). Ces plantations sont des résultats de politiques très volontaristes des Etats pour faire face aux risques de pénuries de bois d'œuvre et de services et pour lutter contre la déforestation. Cependant dans la mise en œuvre de ces programmes de reforestation, on a souvent eu recours aux espèces exotiques dites peu exigeantes et à croissance rapide aux dépens des espèces locales (Marien et Mallet, 2004 ; Makundi, 2014). L'une de ces espèces exotiques les plus utilisées est *Azadirachta indica* A. Juss, communément appelé neem.

Originaire d'Asie notamment de l'Inde, le neem a été très propagé à travers l'Afrique de l'Ouest en général (Nwobodo et al., 2018 ; Sané et al., 2018) et le Burkina Faso en particulier (Bationo et al., 2004). Cette espèce aux multiples vertus cosmétiques, médicinales et agroforestière, se rencontre aussi bien en milieu urbain qu'en milieu rural sous forme de brise vent, de plantation d'alignement, de plantation pleine, d'arbre d'ombrage, ou encore sous forme d'essence agro forestière (Bationo et al., 2004 ; Arbonnier, 2009 ; Abdoul et al., 2016 ; Alzohairy, 2016 ; Mondal et Chakrabo, 2016). Dès les années

80, le neem était devenu une essence d'intérêt international à tel point qu'en 1993, un réseau international de recherche sur le neem coordonné par l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO), a été créé avec pour objectif à long terme d'améliorer la qualité génétique et l'adaptabilité du neem. En 1996, dans le cadre de ce réseau international, un essai de comportement de 19 provenances de neem a été mis en place dans la station expérimentale de Gonsé située dans la zone phytogéographique Nord soudanienne du Burkina Faso (Soloviev et al., 2010 ; Kohio et al., 2017). Quinze (15) années après leur plantation, une évaluation de l'adaptabilité de ces provenances aux conditions écologiques de cette station s'avérait nécessaire. L'adaptabilité d'une espèce aux conditions écologiques d'une zone donnée sous-entend non seulement la capacité de l'espèce à survivre et à se développer dans cette zone, mais aussi sa capacité à se reproduire. Par conséquent, l'étude de la fructification peut donc constituer un moyen approprié pour étudier l'adaptabilité d'une espèce (Mahamane et al., 2007 ; Mabrouk et al., 2016). Ainsi, la présente étude qui est une contribution à une meilleure connaissance de la sylviculture et de la diversité génétique du neem, a pour objectifs de déterminer le taux de survie et les paramètres de croissance des 19 provenances, d'étudier la fructification des différentes provenances et de déterminer les provenances les mieux adaptées aux conditions agroclimatiques de la zone Nord soudanienne du Burkina Faso.

MATERIEL ET METHODES

Site de l'étude

Le site de l'étude est une station expérimentale du Centre National de Semences Forestières (CNSF), localisée dans la forêt classée de Gonsé, à 35 km à l'Est de la ville de Ouagadougou (Figure 1). Les coordonnées géographiques de la station sont 12°25' de latitude Nord et 1°20' de longitude Ouest avec une altitude moyenne de 280 mètres. La station couvre une superficie de 65 km². Comme dans toute la zone phytogéographique Nord soudanienne, on y distingue 2 saisons : une sèche et l'autre pluvieuse. La température moyenne annuelle est de 28 °C avec un maximum de 33 °C en avril-mai, et un minimum de 23 °C en décembre-janvier. La pluviométrie moyenne annuelle est de 723 mm avec 64 jours de pluies tandis que l'humidité relative est comprise entre 20 et 30% dans les mois secs et elle dépasse 50% entre mai et octobre (Figure 2). L'évapotranspiration annuelle potentielle (E.T.P) s'élève à 1905 mm. La station est dominée par des sols squelettiques, de type ferrugineux tropical, lessivés, caractéristiques des sols du plateau mossi (OSS, 2015). La végétation autochtone est constituée de savane arbustive avec un tapis herbacé dense par endroit (Soloviev et al., 2010 ; Kohio et al., 2017).

Matériel végétal et dispositif expérimental

Les semences de 19 provenances de sept pays d'Afrique et d'Asie ont été collectées en 1996 pour produire les plants utilisés dans l'essai expérimental conformément aux procédures communes arrêtées par le réseau international sur le neem (Emmanuel et al., 1997). Le Tableau 1 donne les caractéristiques géographiques et climatiques des différentes provenances étudiées. L'essai comparatif de provenances de neem occupe une superficie de 4,75 ha dans la station expérimentale de Gonsé. La plantation a été effectuée les 12 et 13 août 1996 selon un dispositif expérimental en cinq blocs complets randomisés. Les blocs sont séparés entre eux et de l'extérieur par des lignes de bordure constituées de plants de

neem de la provenance locale. Sur chaque parcelle unitaire, 16 plants d'une même provenance correspondant au numéro de la parcelle, ont été plantés avec des écartements de quatre mètres sur chaque ligne et entre deux lignes voisines (Figure 3). L'entretien des parcelles a été effectué chaque année pendant le mois de novembre et porte essentiellement sur le désherbage et la création de pare-feu pour protéger les essais contre des feux de brousse.

Paramètres mesurés

Le taux de survie par provenance (le rapport entre le nombre d'arbres vivants et le nombre initial d'arbres plantés) a été estimé par un comptage du nombre de pieds vivants par parcelle et par bloc. Ce taux a été donc calculé par bloc pour chaque provenance en utilisant la formule suivante.

$$TS(\%) = \frac{NV}{NP} \times 100$$

Avec : TS = taux de survie, NV = Nombre de pieds Vivants, NP = Nombre de pieds Plantés. Pour déterminer les caractéristiques dendrométriques et morphologiques des arbres des différentes provenances, une version adaptée de la fiche d'inventaire proposée par Emmanuel et al. (1997) a été utilisée. Ainsi, pour chaque arbre, les mesures ont concerné la hauteur totale, le diamètre au collet, le diamètre à 1,30 m et le nombre de tige par pied. Le matériel utilisé pour les différentes mesures est composé d'une perche graduée de 14 mètres pour la mesure de la hauteur des individus, d'un compas forestier pour la mesure des diamètres des gros arbres, d'un ruban et d'un pied à coulisse électronique pour la mesure du diamètre des petites tiges.

Pour ce qui est de l'étude de la fructification, elle a consisté en un suivi des phases de développement notamment la floraison et la fructification des pieds des différentes provenances sur une période de 9 mois consécutifs. Pour faciliter les observations phénologiques sur les pieds individuels de chaque provenance, les états de floraison et de fructification ont été codifiés.

Pour la floraison : absence de floraison = 0, début de floraison = 1, pleine floraison = 2 et fin de floraison =3. Pour la fructification : absence de fruit = 0, début de fructification = 1, pleine fructification = 2 et fin de fructification =3.

Analyses statistiques

Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel Minitab 17. Les données du taux de survie et de croissance ont fait l'objet d'analyse de variance et de

statistiques descriptives. Les données en pourcentage (taux de survie) ont préalablement fait l'objet de transformation en « Arc sinus racine carrée » avant de procéder à l'analyse de variance. Puis un test de comparaison de moyenne de Tukey au seuil de 5% a été effectué pour chacune des variables. Enfin une classification ascendante hiérarchisée a été appliquée à l'ensemble des moyennes des variables afin d'identifier d'éventuels groupes de provenances.

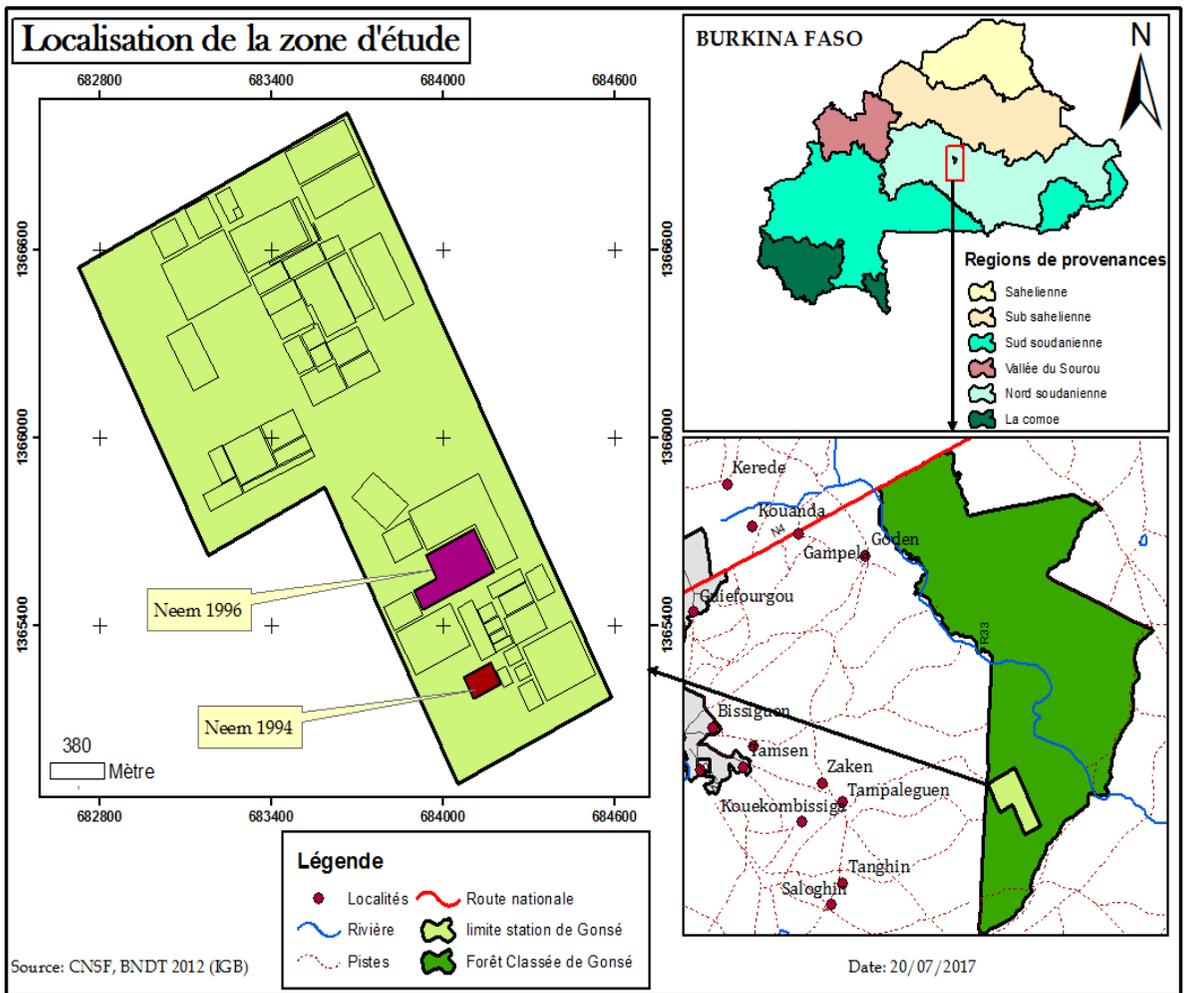


Figure 1 : Localisation de la station expérimentale de Gonsé et de l'essai comparatif de provenances.

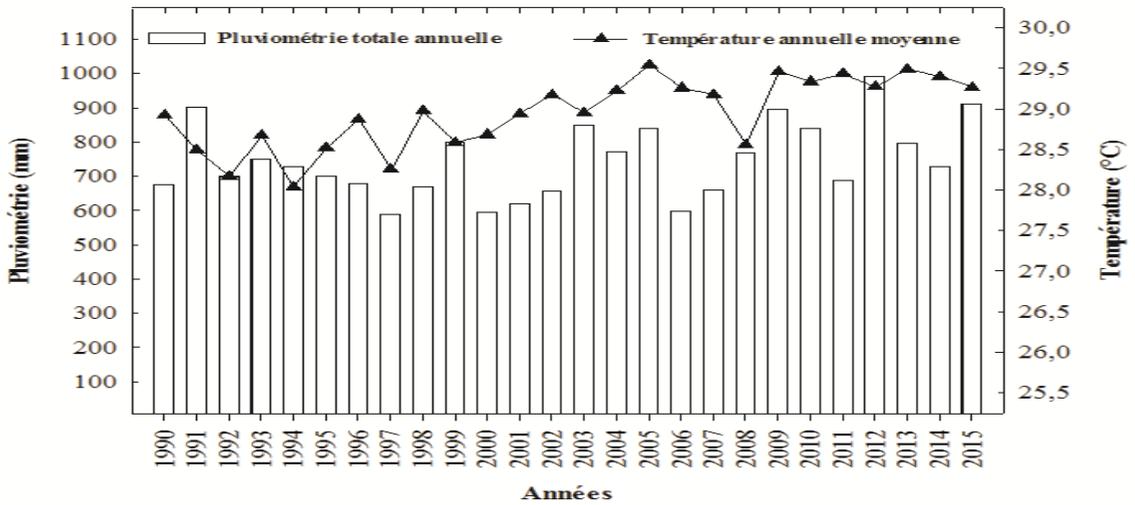


Figure 2 : Evolution de la pluviosité et de la température dans le site de Gonsé. (Sources : données brutes de la station de recherche et de la direction de la météorologie).

Tableau 1 : Sources des semences, caractéristiques géographiques et pluviosité des sites de récolte.

N°	Nom de la provenance	Pays d'origine	Latitude	Longitude	Alt. (m)	Pluviosité annuelle (mm)	Saison sèche
P1	Sunyani	Ghana	07°21'N	02°21'W	950-1000	1270-1400	Dec.- Mars
P2	Ramannaguda	Inde	19°05'N	83°49'E	250	1100	Mars-Juin
P3	Yezin I	Myanmar	19°51'N	96°16'E	100	1269	Nov-Mai
P4	Myene	Myanmar	22°03'N	95°13'E	76	809	Nov-Avril
P5	Yezin II	Myanmar	19°51'N	96°16'E	100	1269	Nov-Mai
P6	Balharshah	Inde	19°51'N	79°25'E	250	approx. 1000	Avril-Juin
P7	Mandore (Jodhpur)	(Inde)	26°18'N	73°01'N	224	373	Sept.-Juin
P8	Allahabad	Inde	25°28'N	81°54'E	320	910	Mars-Juin
P9	Ghaati Subramanya	Inde	13°22'N	77°34'E	950	741	Mars-Juin
P10	Molakalmur	Inde	14°02'N	74°06'E	615	417	Mars-Juin
P11	Annur	Inde	11°17'N	77°07'E	360	875	Mars-Juin
P12	Multan	Pakistan	30°11'N	71°29'E	> 150	276	Oct-Fev
P13	Lamahi	Népal	27°52'N	82°31'E	350-440	1500	Nov-Mai
P14	Geta	Népal	28°46'N	80°34'E	170	1725	Nov-Avril
P15	Intermediate (Kuliyapitiya)	Sri Lanka	7°8'N	80°0'E	-	1397	Jan-Fev
P16	Ban Bo	Thaïlande	16°17'N	103°35'E	150	1400	Oct-Avril
P17	Ban Nong Rong	Thaïlande	14°05'N	99°40'E	40	1145	Nov-Mars
P18	Tung Luang	Thaïlande	09°09' N	99°07'E	4	1755	Jan-Avril
TEM	Ouagadougou (témoin)	Burkina Faso	12°25 N	01°20'W	280	600 900	Octobre - Mai

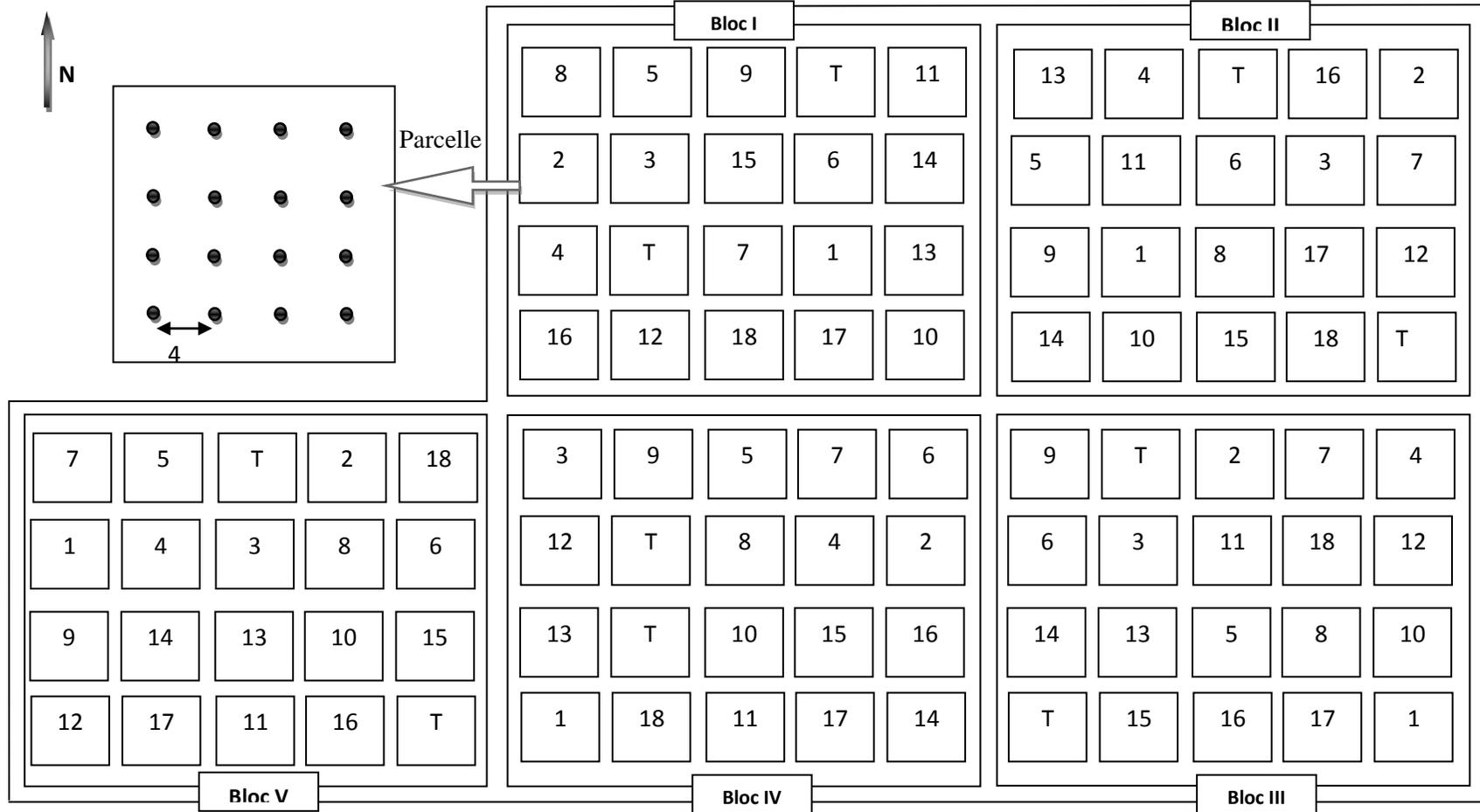


Figure 3 : Plan du dispositif expérimental de l'essai neem 96 installé à la station de Gonsé.

RESULTATS

Taux de survie des différentes provenances

Quinze années après la mise en place de l'essai comparatif de 19 provenances de neem à la station de Gonsé, le taux de survie global moyen de l'essai était de 30,4% (Figure 4). La provenance témoin (Ouagadougou, Burkina) possède le meilleur taux de survie avec environ 70% de pieds vivants. Ce taux diffère significativement de ceux des provenances internationales dont les taux de survie sont inférieurs à 50%. Seuls les provenances P17, P18 et P13, originaires de Thaïlande pour les deux premières et du Népal pour la dernière, qui ont des taux de survie de 40% environ, les taux de survie des autres provenances varient entre 14 et 30% (Figure 4).

Paramètres de croissance des différentes provenances

Les moyennes globales de la hauteur totale, des diamètres au collet et à hauteur de poitrine (1,30 m), étaient respectivement de $3,8 \pm 1,62$ m ; $10,42 \pm 6,01$ cm et $6,87 \pm 3,98$ cm. Les provenances qui dominent en termes de hauteur totale moyenne sont P9 (Ghaati Subramanya, Inde) qui a paradoxalement le plus bas taux de survie (14%), P18 (Tung Luang, Thaïlande) et TEM (Ouagadougou, Burkina Faso) (Figure 5). La provenance ayant le plus gros diamètre moyen au collet est la provenance témoin (P19, Ouagadougou 17,12 cm), suivi de la provenance Multan (P12, 13,06 cm). La provenance Intermediale (P15, 6,35 cm) est celle qui possède les individus aux plus petits diamètres au collet (Figure 6). Les provenances ayant le plus gros diamètre moyen à hauteur de poitrine sont la provenance Ghatii (P9, 9,9 cm) suivie des provenances Ouagadougou (P19, 9,36 cm) et Tung Luang (P18, 8,98 cm). La provenance Intermediale (P15, 6,35 cm) est celle qui possède les individus aux plus petits diamètres à hauteur de poitrine (Figure 6).

Etat de fructification des différentes provenances

Le Tableau 2 fait le bilan des observations en lien avec la fructification des pieds des différentes provenances. De l'ensemble des provenances de l'essai, seule la provenance P8 (Allahabad, Inde) n'a présenté aucun signe de floraison encore moins de fructification. A l'exception de cette provenance, toutes les autres provenances ont au moins fleuri durant la période de suivi (août 2011 à avril 2012). Cependant peu d'arbres par provenance ont fructifié et le nombre de pieds en fructification par provenance a varié seulement légèrement au cours des neuf mois d'observation. La provenance TEM est la seule à avoir un minimum de 20 pieds en floraison/fructification par période. Les mois pour lesquels des données chiffrées sont indiquées correspondent aux périodes exactes de constatation de présence ou non de fleurs et/ou de fruits sur l'ensemble des arbres de l'essai. L'extension de couleurs aux cellules ne comportant pas de chiffre s'est faite par extrapolation.

Comparaison multi variées des paramètres de croissance des différentes provenances

Une classification ascendante hiérarchisée a été réalisée sur les moyennes pondérées des distances euclidiennes des différentes provenances. Cette analyse simultanée de toutes les variables de croissance des 19 provenances de neem a fait ressortir la variabilité entre les provenances étudiées et indiquée des regroupements apparents de provenances aux capacités d'adaptation plus ou moins similaires. Ainsi, pour un index de similarité de 54,24, le dendrogramme a suggéré quatre groupes de provenances (Figure 7).

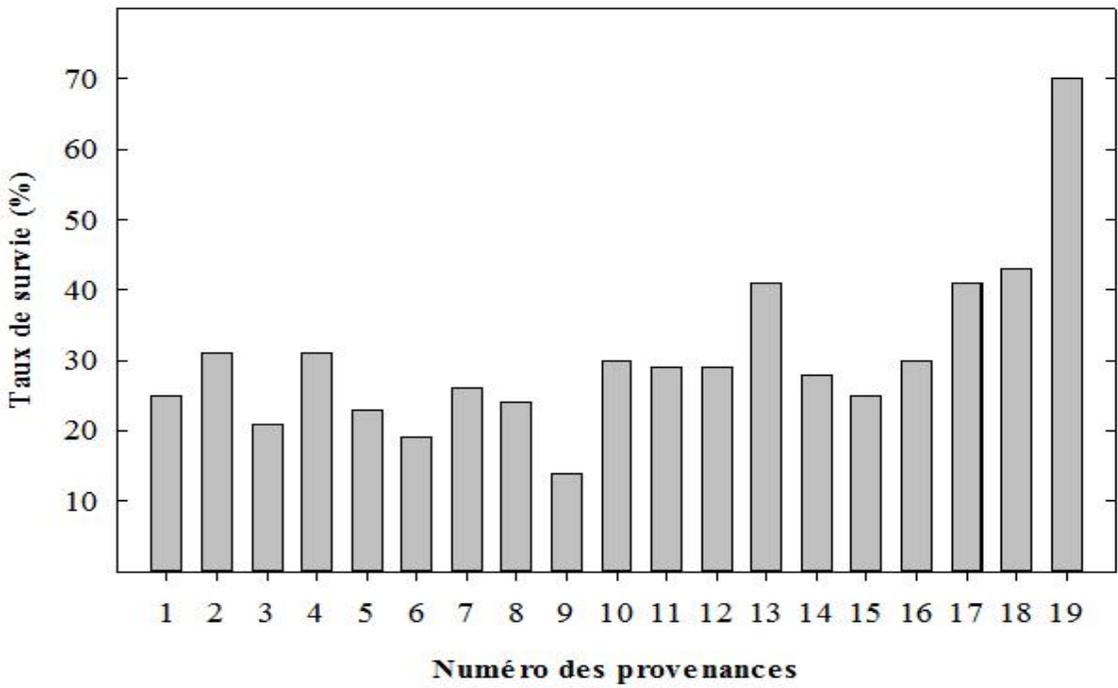


Figure 4 : Taux de survie des plants de 19 provenances de neem dont les 18 premières sont internationales, 15 ans après leur plantation à la station expérimentale Gonsé en zone Nord soudanienne au Burkina Faso.

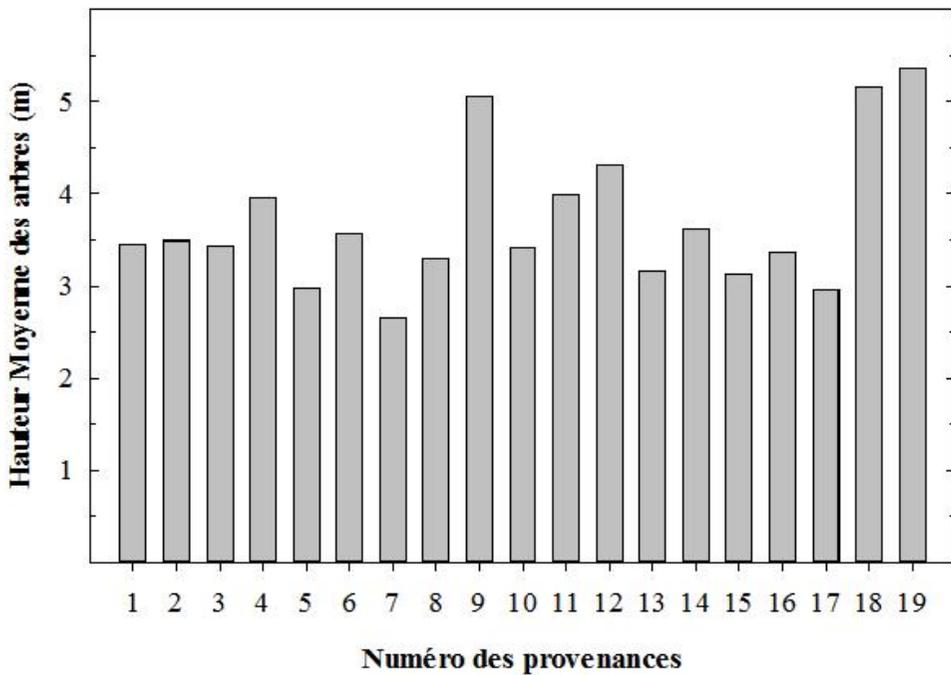


Figure 5 : Hauteur totale moyenne des arbres de 19 provenances de neem dont les 18 premières sont internationales, 15 ans après leur plantation à la station expérimentale Gonsé en zone Nord soudanienne au Burkina Faso.

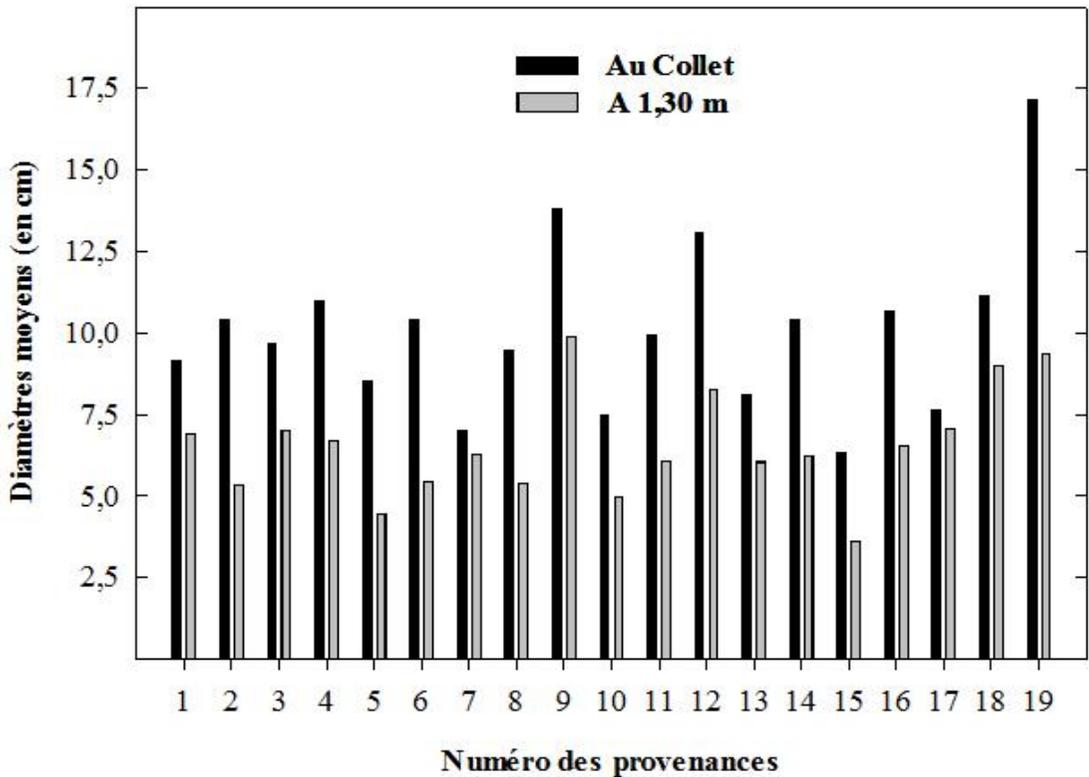


Figure 6 : Diamètre au collet et Diamètre à hauteur de poitrine (1,30 m) des arbres de 19 provenances de neem dont les 18 premières sont internationales, 15 ans après leur plantation à la station expérimentale Gonsé en zone Nord soudanienne au Burkina Faso.

Tableau 2. Nombre de pieds en floraison et/ou en fructification de 19 provenances de neem au bout d'un suivi de neuf mois consécutifs, 15 ans après leur plantation en zone Nord soudanienne dans la station expérimentale de Gonsé.

Provenance	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr
P1 (sun/GHA)	2		1	2		1		6	
P2 (ram/IND)	2					2		8	
P3 (yez/MYA)	3		1	2		2		5	
P4 (mye/MYA)	4		4	1		5		11	
P5 (yez/MYA)									2
P6 (bal/IND)									1
P7 (man/IND)									2
P8 (all/IND)									
P9 (gha/IND)	3		3	2		4		10	
P10 (mol/IND)									4
P11 (ann/IND)									10
P12 (mul/PAK)	3		3	1		8		9	

P13 (lam/NEP)				2	11
P14 (get/NEP)					8
P15 (int/SRI)				1	7
P16 (ban/THA)				7	6
P17 (non/THA)				13	7
P18 (tun/THA)				9	12
TEM (BUR)	28	26	20	23	35
TOTAUX	45	38	28	73	155

Jaune : floraison ; Vert : fructification ; Bleu : floraison et fructification simultanée ; Blanc : Ni floraison-ni fructification.

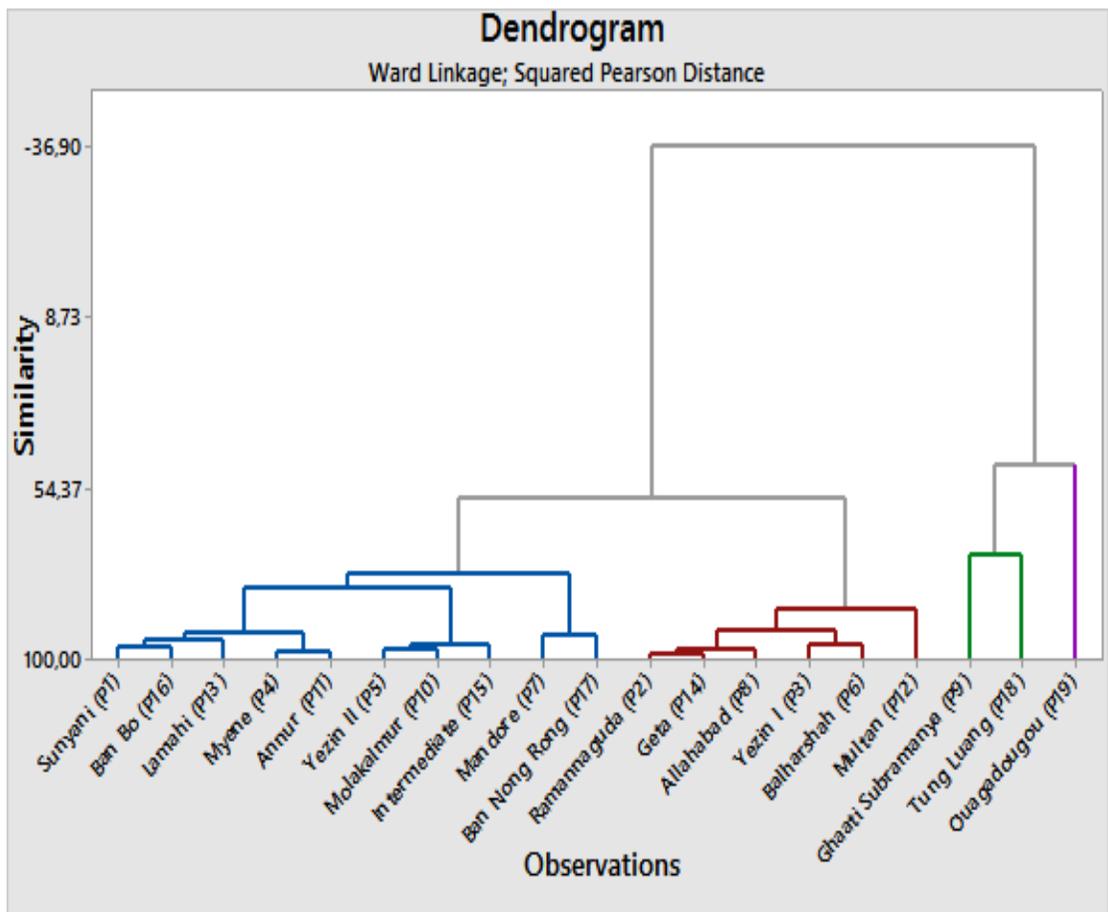


Figure 7 : Classification hiérarchisée ascendante de 19 provenances de neem, effectuée à partir d'indices de similarité entre variables biométriques.

DISCUSSION

Taux de survie et croissance des différentes provenances

Pour le taux de survie tout comme pour toutes les variables dendrométriques mesurées (hauteur totale, diamètres au collet et à 1,30 m), les analyses de variance ont révélé des différences significatives entre les provenances. En effet, les analyses statistiques ont montré que le taux de survie ($F= 2,70$ et $P=0,02$), la hauteur totale ($F=8,25$ et $P=0,000$), le diamètre au collet ($F= 7,51$ et $P= 0,000$) et le diamètre à hauteur de poitrine ($F=3,86$ et $P= 0,000$) varient tous significativement suivant la provenance. La combinaison des différents paramètres d'évaluation de l'essai indique que la provenance TEM (Ouagadougou, Burkina Faso) surpasse toutes les 18 provenances internationales. Après la provenance témoin, les provenances internationales qui survivent les mieux (avec un taux $> 40\%$) sont Tung Luang (P18) et Ban Nong Rong (P17) de Thaïlande et la provenance Lamahi (P13) du Népal. Les conditions climatiques de la station de Gonsé, qui sont celles de la zone Nord soudanienne (Soloviev et al., 2010 ; Kohio et al., 2017), semblent donc ne pas être propices pour la survie et le développement de la plupart des provenances de l'essai. Cet état de fait contraste avec les données de littérature qui rapportent une bonne capacité de l'espèce à s'adapter aux conditions agroclimatiques aussi bien des zones arides que semi arides (Bationo et al., 2004 ; Seye et al., 2006 ; Bationo et al., 2012). Cela est même surprenant pour les provenances Indiennes (Allahabad, Annur, Molakalmur, Ballarsha) qui sont originaires de régions dont les conditions climatiques sont plus ou moins similaires à celles de Gonsé avec une pluviométrie annuelle variant entre 700 et 1100 mm (Himmaman et al., 2009 ; Figure 2). En effet ces dernières ont des taux de survie n'excédant pas 31%. Tout laisse croire que des facteurs autres que la pluviométrie interviennent dans l'adaptation des provenances de neem. Pourtant il est dit que le neem supporte des conditions climatiques variées et qu'elle serait une

espèce peu exigeante (Gautier et al., 2002). Cette difficile survie de la plupart des provenances indique que contrairement à la propagation facile et rapide de l'espèce qui s'observe actuellement dans le pays, l'introduction du neem au Burkina a sans doute connu des difficultés liées à la provenance du matériel utilisé. Il est donc possible que l'introduction du neem au Burkina ait été faite sur une base sélective volontaire ou non.

Tout comme le taux de survie, l'analyse des paramètres de croissance a fait ressortir une forte variabilité des variables en fonction des provenances. Les plus grandes hauteurs sont obtenues par la provenance TEM (Ouagadougou, 5,36 m) ; suivie de la provenance thaïlandaise Tung Luang (P18, 5,15 m). Ces deux provenances ont également les meilleures performances en termes de diamètres à 1,30 m. Pour la majeure partie des provenances, la hauteur moyenne des individus est strictement inférieure à 4 m. La provenance Mandore ; est celle qui possède les plus petits individus du point de vue hauteur (2,70 m) (Figure 5). La provenance Tung Luang de Thaïlande est la seule provenance à avoir des individus à tige unique et à port droit. Ce résultat est comparable aux résultats obtenus par Himmaman et al. (2009) dans l'évaluation d'un essai international de provenances de neem dans la province de Kanchanaburi en Thaïlande, neuf ans après la plantation. Ils laissent donc penser que cette provenance (Tung Luang) présente de ce fait des prédispositions naturelles à la production de bois d'œuvre. Elle pourrait donc être mise à profit pour soutenir la production locale déjà très faible de bois d'œuvre.

Floraison/fructification des arbres des différentes provenances

Les provenances de l'essai qui ont fleuri et/ou fructifié peuvent être réparties en deux principaux groupes sur la base des résultats des observations. Le groupe des provenances à une seule période de fructification au nombre de 11 et celui des provenances à deux périodes de production

au cours de l'année au nombre de huit y compris la provenance TEM. Par contre, les observations sur les provenances Sunyani (P1), Ramannaguda (P2), Myene (P4), Yezin (P3), Multan (P12), Lamahi (P13) et TEM indiquent au moins deux périodes de fructification au cours de l'année (Tableau 2). L'existence de deux périodes de fructification du neem au Burkina avait aussi été observée par Neya et al. (2004); du reste pour Arbonnier (2009), le neem produit pendant presque toute l'année. Néanmoins, l'essai a révélé que les pourcentages de production restent très faibles sur le site de Gonsé comparativement aux régions d'origines. Le second constat général est le décalage des périodes de floraison et de fructification rendant les provenances « précoces » sur le site de Gonsé par rapport aux régions d'origine.

Impact des conditions locales sur les caractères adaptatifs des provenances

L'analyse multicritère du taux de survie et des variables de croissances (hauteur totale, diamètre au collet, diamètre à hauteur de poitrine, nombre de tige et rectitude) des provenances de *Azadirachata indica* a également révélé des différences significatives entre elles. Ces différences sont indépendantes des caractéristiques climatiques et géographiques des pays d'origine des provenances. Ces résultats qui indiquent que les caractères adaptatifs de chaque provenance ont été influencés de manière significative par les conditions locales du milieu sont comparables à ceux de Diallo et al. (2010).

Conclusion

Cette étude sur l'adaptabilité du neem a permis de montrer que 19 provenances de l'espèce se comportent très différemment dans les conditions agro climatiques de la zone Nord soudanienne du Burkina Faso. En dehors de la provenance TEM, les autres provenances ont présenté des taux de survie moyens voire faible. Au terme des différentes analyses, l'étude permet de proposer la provenance Thaïlandaise Tung Luang,

comme une provenance à promouvoir pour la production de bois d'œuvre. Cependant, cette étude suggère de nouvelles investigations notamment la mise en place de l'essai dans les zones phytogéographiques Sud soudanienne, subsahélienne et sahélienne afin de pouvoir tirer des conclusions pour le niveau national au Burkina Faso.

CONFLIT D'INTÉRÊTS

Les auteurs déclarent qu'il n'y a aucun conflit d'intérêts.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

Tous les co-auteurs ont eu un apport intellectuel très important de la conception de l'étude jusqu'à l'approbation de la version finale. ON a coordonné la conception de l'étude, supervisé la collecte des données et compilé les différentes contributions, qui ont permis de rédiger l'article. FBMS a effectué la collecte des données et assuré les premières analyses des données de l'article. MO s'est occupé des analyses statistiques et a contribué à l'interprétation des résultats. EMSD a contribué à la collecte des données, à l'analyse et à l'interprétation des résultats. ST et MH ont assuré la lecture critique du manuscrit et approuvé la version finale.

REFERENCES

- Abdoul HZ, Chaibou IM, Zabeirou H, Adam T. 2016. Efficacité de l'huile de neem (*Azadirachta indica*) et de *Bacillus thuringiensis* (Biobit 2X) sur la dynamique de la population de *Bemisia tabaci* (Gennadius 1889) et *Helicoverpa armigera* (Hubner, 1808) dans une plantation de tomate au Niger. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **10**(2): 497-505. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v10i2.4>
- Alzohairy MA. 2016. Therapeutics Role of *Azadirachta indica* (Neem) and Their Active Constituents in Diseases Prevention and Treatment. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, **2016**. DOI : <http://dx.doi.org/10.1155/2016/7382506>
- Arbonnier M. 2009. Arbre, arbustes et lianes des zones sèches d'Afrique de l'Ouest.

- (3ème édition). Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris ; Quae, Versailles, 576 p.
- Bationo BA, Yelemou B, Ouédraogo SJ. 2004). Le neem (*Azadirachta indica* A. Juss.), une espèce exotique adoptée par les paysans du centre ouest du Burkina. *Bois et Forêts des Tropiques*, **282**(4) : 5-10. DOI: <https://doi.org/10.19182/bft2004.282.a20219>
- Bationo BA, Kalinganire A, Bayala J. 2012. Potentialités des ligneux dans la pratique de l'agriculture de conservation dans les zones arides et semi-arides de l'Afrique de l'Ouest : Aperçu de quelques systèmes candidats. ICRAF Manuel Technique N017, Nairobi : World Agroforestry Centre.
- Diallo BO, Joly HI, McKey D, Hossaert-McKey M, Chevallier MH. 2010. Variation des caractères biométriques des graines et des plantules de neuf provenances de *Tamarindus indica* L. (Caesalpinioideae). *Fruits*, **65** :153–167. DOI: <http://dx.doi.org/10.1051/fruits/201001>
- Emmanuel CJSK, Gaye A, Boontawee B, Thomsen A, Graudal L. 1997. Evaluation des essais internationaux de provenances de neem : caractères principaux, les cinq premières années. FAO. Publication du Réseau international sur le neem, 23p.
- FAO (United Nations Food and Agriculture Organisation). 2011. Situation des forêts du monde. FAO, Rome, Italie.
- Gautier D, Hautdidier B, Ntoupka M, Onana J, Perrot N. 2002. Fiches techniques des arbres utiles aux paysans du Nord Cameroun. Caractéristiques de l'arbre, ce qu'en font les paysans et ce qu'ils pourraient en faire. 125p.
- Himmapan W, Martpalakorn M, Kaennark P, Bhodthipuks J, Staporn D, Pronoy B, Jensen JS. 2009. Evaluation of an international provenances trial of neem (*Azadirachta indica* A. Juss.) in Kanchanaburi province Thailand. Forest and Landscape Working papers n°33. Faculty of Life Sciences/ University of Copenhagen. 38p.
- Kohio EN, Touré AG, Sedogo MP, Ambouta KJM. 2017. Contraintes à l'adoption des bonnes pratiques de Gestion Durable des Terres dans les zones soudaniennes et soudano-sahéliennes du Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* **11**(6): 2982-2989. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v11i6.34>
- Mabrouk A, Abbas Y, Fakiri M, Benchekroun M, El Kharrassi Y, El Antry-Tazi S, El Mzouri E. 2016. Caractérisation phénologique de différents écotypes de cactus (*Opuntia* spp.) Marocains sous les conditions édapho-climatiques de la région de Chaouia-Ouardigha. *J. Mater. Environ. Sci.*, **7**(4): 1396-1405. <http://www.jmaterenvironsci.com>
- Mahamane A, Mahamane S, Lejoly J. 2007. Phénologie de quelques espèces ligneuses du parc national du « W » (Niger). *Sécheresse*, **18**(4): 354-358. DOI: <https://dx.doi.org/10.1684/sec.2007.0113>
- Makundi RW. 2014. Perspectives de REDD+ dans les plantations forestières Africaines. African Forest Forum. Working Paper Series, 2(5), 28 p.
- Marien JN, Mallet B. 2004. Nouvelles perspectives pour les plantations forestières en Afrique centrale. *Bois et Forêts des Tropiques*, **282**(4) : 67-79. DOI : <https://doi.org/10.19182/bft2004.282.a20221>
- Mondal E, Chakrabo K. 2016. *Azadirachta indica* - A Tree with Multifaceted Applications: An Overview. *J. Pharm. Sci. & Res.*, **8**(5): 299-306. <https://www.jpsr.pharmainfo.in/Documents/Volumes/vol8Issue05/jpsr08051609.pdf>
- Neya O, Gaméné CS, Sacandé M. 2004. Effect of neem (*Azadirachta indica*) fruit development on seed quality. In

- Comparative storage Biology of Tropical Tree Seeds*, Sacandé M, Jøker D, Dulloo ME, Thomsen KA (ed). FLD (Forest & Landscape Denmark) - IPGRI (International Plant Genetic Resources Institute); 24-31.
- Ngueguim JR, Zapfack L, Noiha NV, Onana D, Betti JL, Riera B. 2015. Expériences sylvicoles au Cameroun : Croissance, mortalité et adaptabilité des espèces de bois d'oeuvre dans la station forestière de Mangombé (1964 - 2010). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **9**(6) : 2789-2807. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v9i6.22>
- Nwobodo EI, Nwosu DC, Ogbodo SO, Ugwuene FO, Ihim AC, Onuabuchi Ani N, Nnodim JK, Okwudili A. 2018. Effects of *Azadirachta indica* leaf aqueous extract on the antioxidant enzymes in paracetamol-induced hepatotoxicity in Wistar rats. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **12**(1): 1-10. DOI : <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v12i1.1>
- OSS (Observatoire du Sahel et du Sahara). 2015. « Burkina Faso : Atlas des cartes d'occupation du sol » - Projet Amélioration de la résilience des populations sahéliennes aux mutations environnementales - REPSAHEL.
- Sané B, Badiane D, Gueye MT, Faye O. 2018. Évaluation de l'efficacité biologique d'extrait de neem (*Azadirachta indica* A. Juss.) comme alternatif aux pyréthrinoïdes pour le contrôle des principaux ravageurs du cotonnier (*Gossypium hirsutum* L.) au Sénégal. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **12**(1): 157-167. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v12i1.12>
- Seye F, Ndione RD, Ndiaye M. 2006. Etude comparative de deux produits de neem (huile et poudre) sur les stades préimaginaux du moustique *Culex quinquefasciatus* (Diptera : Culicidae). *Afrique Science*, **02**(2) : 212 – 225. <http://www.afriquescience.info/document.php?id=467>
- Soloviev P, Jacques D, Zerbo GC, Lompo D. 2010. Production de semences améliorées d'*Acacia senegal*. *Bois et Forêts des Tropiques*, **303**(1) : 67-82. DOI: <https://doi.org/10.19182/bft2010.303.a20452>
- Soumaré A, Diedhiou AG, Kané A. 2017. Les plantations d'Eucalyptus au Sahel : distribution, importance socio-économique et inquiétude écologique. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **11**(6): 3005-3017. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v11i6.36>