

Performance de croissance de quelques espèces ligneuses sous l'effet du pâturage dans la savane soudanienne

Ibrahim KONATE^{1*}, Boureima YAMEOGO², Djibril S. DAYAMBA^{3,4},
Louis SAWADOGO³ et Mipro HIEN¹

Titre courant de l'article : Performance de croissance ligneuse sous pâturage

Résumé

La dégradation des ressources forestières est une problématique majeure notamment en Afrique subsaharienne et particulièrement au Burkina Faso. Des initiatives de restauration sont entreprises, à travers l'enrichissement des zones en perte de couvert végétal. La présente étude a pour objectif d'évaluer la performance de croissance d'espèces ligneuses plantées dans une savane soudanienne soumise au pâturage. La méthodologie a consisté à évaluer la survie et mesurer les paramètres dendrométriques tels que le diamètre au collet et la hauteur des plantules de 10 espèces ligneuses plantées il y a 5 ans. Ces mesures dendrométriques ont servi à évaluer les taux de croissance relative en diamètre (TCRD) et en hauteur (TCRH). Les résultats ont montré que les taux de survie variaient d'une espèce à l'autre et le taux le plus élevé a été enregistré dans la zone pâturée (32,25%). Les espèces *Anogeissus leiocarpa* (DC.) Guill. & Perr., *Sclerocarya birrea* (A. Rich.) Hochst. et *Combretum nigricans* Lepr. ex Guill. & Perr. ont présenté les meilleurs taux de survie dans les parties pâturée et non pâturée. La croissance de la majorité des espèces était en baisse à l'exception de *A. leiocarpa* qui a des valeurs positives à la fois pour le TCRD (0,32 ±1,6 mm/an) et le TCRH (0,01 ±1,6 mm/an). L'effet de la pâture était aussi significatif pour le TCRH qui était en baisse mais montrant des valeurs moins faibles dans la zone pâturée (-1,32 ±1,8 mm/an) que celle non pâturée (-1,83 ±1,7 mm/an). L'étude propose certaines espèces d'intérêt probant pour les initiatives de restauration dans des milieux similaires à notre site d'étude. Par ailleurs, la présence du pâturage, lorsque modéré, pourrait avoir un effet bénéfique pour le développement des ligneux, probablement pour son interaction avec d'autres facteurs de dégradation.

Mots clés : Réhabilitation, taux de survie, taux de croissance relative, forêt classée de Tiogo, Burkina Faso

¹Université Nazi BONI, Institut du Développement Rural (IDR), Laboratoire des systèmes Naturelles, des Agrosystèmes et de l'Ingénierie de l'Environnement (Sy.N.A.I.E), 01 BP 1091 Bobo-Dioulasso 01, Burkina Faso,

²Université Senghor, Alexandrie –Égypte, 1, Midan Ahmed Orab El Mancheya BP 21111-415

³Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique (CNRST) / Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA), 03 BP 7047 Ouagadougou, Burkina Faso,

⁴African Forest Forum (AFF), Nairobi, Kenya, United Nations Avenue, P.O. Box 30677-00100 Nairobi, Kenya

*Auteur Correspondant : Ibrahim KONATE ; email: ikonate06@gmail.com, djibril.dayamba@yahoo.fr,
Tel : (+226) 63195050

Abstract

The degradation of forest resources is a major concern in sub-Saharan Africa and especially in Burkina Faso. Restoration initiatives are being undertaken, through the enrichment of areas losing vegetation cover. The aim of this study was to assess the growth performance of woody species planted in a Sudanian savannah subject to grazing. The methodology consisted of assessing survival rate and measuring dendrometric parameters such as crown diameter and height of seedlings of 10 ligneous species planted 5 years ago. These dendrometric measurements were used to assess the relative growth rates in diameter (DGR) and height (HGR). The results showed that survival rates varied from one species to another, with the highest rate recorded in the grazed area (32.25%). The species *Anogeissus leiocarpa* (DC.) Guill. & Perr., *Sclerocarya birrea* (A. Rich.) Hochst. and *Combretum nigricans* Lepr. ex Guill. & Perr. showed the best survival rates in the grazed and ungrazed areas. The results also showed that growth rate of the majority of species declined, with the exception of *A. leiocarpa*, which had positive values for both DGR (0.32 ± 1.6 mm/year) and HGR (0.01 ± 1.6 mm/year). The effect of grazing was also significant for the HGR, which decreased but less in the grazed area (-1.32 ± 1.8 mm/year) than in the ungrazed area (-1.83 ± 1.7 mm/year). The study identified some species of interest for restoration initiatives in environments similar to our study site. Furthermore, the presence of grazing, when moderate, could have a beneficial effect on the development of ligneous plants, probably through its interaction with other degradation factors.

Key words: Rehabilitation, survival rate, relative growth rate, Tiogo classified forest, Burkina Faso

1. Introduction

Les ressources forestières sont d'une importance capitale pour tous les êtres vivants et l'environnement. En effet, elles fournissent des services écosystémiques qui sont habituellement répartis dans trois catégories (Bauer, 2010 ; Tankoano *et al.*, 2015 ; Campagne et Roche, 2021) : (i) les services d'approvisionnement, (ii) les services de régulation et (iii) les services culturels. Cependant, la dégradation de ces forêts a atteint un stade préoccupant depuis quelques années et cela se manifeste par la perte de la biodiversité et de la baisse de la superficie forestière. A l'échelle des pays de l'Afrique occidentale et centrale, la FAO (2020) indique un taux de régression des superficies forestières de 0,45% par an pour la période de 2000 à 2010 et 0,59% entre 2010 et 2020. Les principaux facteurs anthropiques qui perturbent les formations naturelles de la savane soudanienne sont la pâture, les feux de brousses et la coupe de bois (Savadogo *et al.*, 2007 ; Sawadogo, 2009 ; Koala, 2016 ; Sanou, 2019). Ces perturbations affectent dans une certaine mesure, le fonctionnement des écosystèmes soit directement, soit indirectement, en fonction du moment, de l'intensité et de la fréquence de la perturbation (Savadogo *et al.*, 2002 ; Dayamba, 2010 ; Miesel *et al.*, 2011 ; Pereira *et al.*, 2011). Ces perturbations ont été largement étudiées dans les formations naturelles pour contribuer à leur meilleure gestion.

La problématique des Changements Climatiques a renforcé le besoin de préserver le couvert végétal pour une meilleure contribution à l'atténuation et à l'adaptation (Kambiré *et al.*, 2015 ; Pepin, 2020). De ce fait, concomitamment à l'aménagement des formations végétales naturellement régénérées, beaucoup d'initiatives de restauration des terres

dégradées ont été entreprises aux échelles globale, régionale, sous-régionale et nationale (AFR100, GMV, etc.) (Gichuki *et al.*, 2019). Ces initiatives s'appuient sur des opérations de plantation en forêt comme en zone hors forêt. L'une des contraintes majeures de cette démarche est la méconnaissance de l'écologie de régénération de beaucoup d'espèces ligneuses indigènes qui pourraient être des candidates pour la restauration des terres dégradées. De par le passé, l'effort de la recherche était beaucoup porté sur la sylviculture des peuplements plantés constitués d'essences exotiques en monoculture à croissance dite rapide (Alem & Woldemariam, 2009 ; Alem & Pavlis, 2012 ; Amani *et al.*, 2015). Cependant, malgré de multiples efforts de recherche sur l'écologie et la dynamique des formations végétales naturelles soumises à des facteurs de perturbation (Savadogo, 2007; Zida, 2007; Bognounou, 2009; Sawadogo, 2009 ; Dayamba, 2010; Sanou, 2013; Sanou, 2019), une compréhension claire de l'écologie et du processus de régénération et des options d'aménagement, restent encore à élucider pour de nombreuses espèces ligneuses indigènes.

Pour les initiatives de restauration, il est toujours préférable d'utiliser des espèces indigènes (Montagnini *et al.*, 2005). Schneider *et al.* (2013) ont aussi montré que certaines espèces indigènes peuvent être plus performantes que des espèces exotiques lorsqu'elles sont plantées dans des zones appropriées. A travers ces résultats, l'utilisation d'espèces indigènes dans la restauration des forêts est de plus en plus reconnue comme un moyen efficace de restaurer les fonctions écosystémiques et la biodiversité dans les zones dégradées à travers le monde (Lu *et al.*, 2017). Cependant, il demeure le prérequis d'identifier pour chaque milieu, les espèces indigènes les plus performantes. La présente étude évalue la performance de croissance de dix espèces plantées en 2016 dans la forêt classée de Tiogo (Burkina Faso) qui a connu une perte de 48% de sa superficie de savane arborée au profit de la savane arbustive et des champs entre 1990 et 2019 (Konaté *et al.*, 2023, communication personnelle). Spécifiquement, l'étude évalue la survie et la croissance des espèces en plantation sur des parcelles pâturées comparées à celles non pâturées.

2. Matériel et méthodes

2.1. Localisation de la zone d'étude

La forêt classée de Tiogo (FCT), située dans la région du Centre Ouest, a pour coordonnées géographiques 12°13'N et 2°42'W (Figure 1). Elle est située à 40 km à l'ouest de la ville de Koudougou et à 140 km de Ouagadougou (capitale du Burkina Faso). La forêt classée de Tiogo a été classée en 1940 par l'administration coloniale (Tankoano *et al.*, 2015). Elle est bordée par les villages de Tenado, Tiogo, Tiogo-Mouhoun, Tialgo, Kyon, Négarpoulou, Poa, Esapoum, Po, Dassa et Ziliwèlè et couvre une superficie de 30 365 ha (Savadogo, 2009).

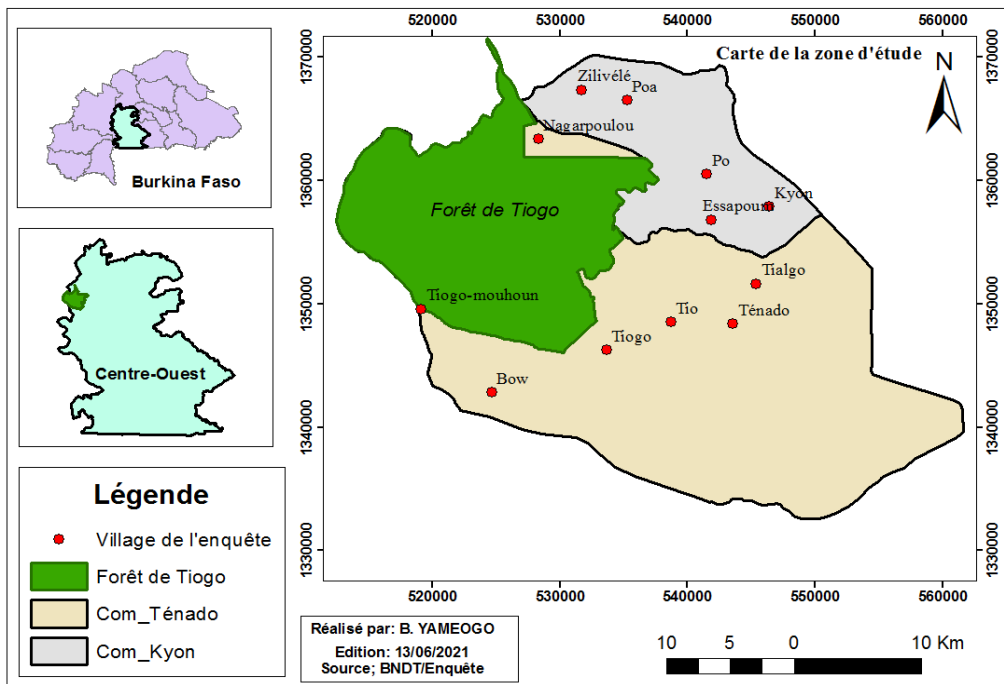


Figure 1 : Localisation du site d'étude (forêt classée de Tiogo)

Soumis au climat nord soudanien (Fontes et Guinko, 1995), la commune de Ténado où est située la forêt classée de Tiogo est caractérisée par deux saisons : une saison pluvieuse s'étalant de mai à octobre et une saison sèche de novembre à avril. La pluviométrie de Ténado, comme celle des autres localités du Burkina Faso, connaît une variabilité interannuelle. De 2001 à 2020, la hauteur moyenne annuelle d'eau recueillie était de 859 ± 162 mm an⁻¹ pour un nombre moyen de jours de pluie de 56 ± 12 (DRAAH, 2020). L'année 2015 a été l'année la moins pluvieuse (581 mm), et la plus pluvieuse était 2012 avec une hauteur d'eau annuelle de 1117,5 mm. Quant à la température moyenne annuelle, elle est de 24 °C, avec une amplitude thermique de 15 °C (DRAAH, 2020). La forêt classée de Tiogo est caractérisée par des sols peu profonds, des sols hydromorphes et des sols à sesquioxyle de fer, avec des profondeurs variables (Sawadogo, 2009).

Les principaux types de végétation rencontrés sont, par ordre d'importance, les savanes arborées, les savanes arbustives, des formations ripicoles boisées installées principalement sur les berges du fleuve Mouhoun et ses affluents, des savanes herbeuses caractérisées par des sols superficiels gravillonnaires, des végétations de jachère récente et des champs clandestins (Sawadogo, 2009). Parmi les espèces ligneuses rencontrées dans ces formations, nous pouvons citer : *Detarium microcarpum* Guill. & Perr.,

Vitellaria paradoxa C.F.Gaertn., *Burkea africana* Hook., *Anogeissus leiocarpa* Guill. & Perr., *Combretum micranthum* G.Don, *Acacia macrostachya* Rchb. ex G.Don. Quant aux herbacées, les plus fréquentes sont : *Andropogon pseudapricus* Stapf, *Andropogon gayanus* Kunth, *Andropogon ascinodis* C.B.Clarke, *Diheteropogon amplexans* (Nees) Clayton, *Loudetia togoensis* (Pilg.) C.E.Hubb., *Pennisetum pedicellatum* Trin., *Rottboellia exaltata* L.f., *Diheteropogon hagerupii* Hitchc., *Microchloa indica* (L.f.) P.Beauv.

2.2. Choix et production des espèces végétales en pépinière

Dix (10) espèces indigènes ont fait l'objet de la présente étude. Ces espèces ont été choisies sur la base de leur importance socio-économique, culturelle et écologique (Zida *et al.*, 2008 ; Soumana *et al.*, 2011 ; Amani *et al.*, 2015 ; Nassa, 2017 ; Ouedraogo, 2021). Ce sont : *Acacia dudgeoni* Craib ex Holl., *Acacia macrostachya* Reichenb. ex DC., *Acacia sieberiana* DC., *Piliostigma reticulatum* (DC.) Hochst., de la famille des Fabaceae ; *Adansonia digitata* L. de la famille des Bombacacées ; *Anogeissus leiocarpa* (DC.) Guill. & Perr. et *Combretum nigricans* Lepr. ex Guill. & Perr. de la famille des Combretaceae ; *Balanites aegyptiaca* (Delile) de la famille des Zygophyllaceae ; *Diospyros mespiliformis* Hochst. ex. A. DC. de la famille des Ebenaceae ; *Sclerocarya birrea* (A. Rich.) Hochst. de la famille des Anacardiaceae.

Pour *A. dudgeoni*, *A. macrostachya*, *A. digitata*, *A. leiocarpa*, *B. aegyptiaca*, *D. mespiliformis*, *C. nigricans* et *P. reticulatum* ; des informations existent sur leurs performances de germination et de régénération au laboratoire et en milieu contrôlé (Dayamba *et al.*, 2008, Zida *et al.*, 2008 ; Dayamba *et al.*, 2014a ; Dayamba *et al.*, 2014b). Cependant, leur performance en milieu réel n'a pas encore fait l'objet de beaucoup d'investigations.

Pour la production des plants, les graines ont été acquises au Centre National de Semences Forestières (CNSF, Burkina Faso). Avant d'être semées directement dans des pots en plastique de polyéthylène, les graines de chaque espèce ont été traitées selon les orientations du CNSF. Les plantules ont séjourné en pépinière pendant 13 mois pour permettre un bon développement (Assi *et al.*, 2018) avant la transplantation.

2.3. Dispositif expérimental

La présente étude a été conduite dans un dispositif permanent existant dans la FCT (Sawadogo, 2009). Pour la présente étude, les plantations ont été effectuées dans 40 parcelles dont 20 en zone pâturées et 20 non pâturées. Les coordonnées géographiques de chaque pied planté sont relevées pour permettre de le retrouver lors des suivis. Dans chaque parcelle, 5 individus par espèce sont plantés soit 200 plants (5×40) par espèce et un total de 2000 plants (200×10 espèces) sur tout le dispositif. C'est en Août 2016 que les plantations des 10 espèces ont été effectuées. La présente étude évalue l'effet de la

pâture (parcelles clôturées vs parcelles non clôturées) sur la performance de croissance de ces espèces après 5 ans de suivi.

2.4. Paramètres mesurés et analyses des données

Les plantules ont été mesurées le 7^e jour après transplantation (ces données sont utilisées ici comme référence), et 3 autres mesures ont été faites 10 semaines, 5 mois et 5 ans après la transplantation. Les données collectées concernent l'état de vie (vivant ou apparemment mort) de la plantule. Pour les plantules vivantes, le diamètre au collet (environ 1 cm au-dessus du sol) a été mesuré à l'aide d'un pied à coulisse et la hauteur totale avec un mètre ruban (Photo 1).

Ces données ont permis de calculer le taux de survie (après 5 ans) et le taux de croissance relative (TCR) du diamètre et de la hauteur.

Le TCR de toutes les plantules a été calculé à l'aide de la formule utilisée par Zida *et al.* (2008) et Dossa *et al.* (2020) :

$$TCR = \frac{[\ln X_2 - \ln X_1]}{\Delta t}$$
, où les variables X_1 et X_2 désignent respectivement la première et

la dernière mesure du diamètre ou de la hauteur de la plantule et Δt est l'intervalle de temps entre les 2 mesures.

Le taux de survie et le taux de croissance relative du diamètre (TCRD) et de la hauteur (TCRH) ont été calculés sur Excel 2016 et ensuite, soumis à une analyse de variance à deux facteurs pour tester s'il y'avait une différence significative liée à l'espèce et au traitement (pâture et sans pâture). Ces analyses de variances ont été faites en utilisant le logiciel R 4.0.3 et les moyennes ont été séparées au seuil de 5 % (significativité) selon le test de Fisher. Les analyses de variance ont été précédés du test de normalité de Shapiro-Wilk pour tester la distribution des variables.

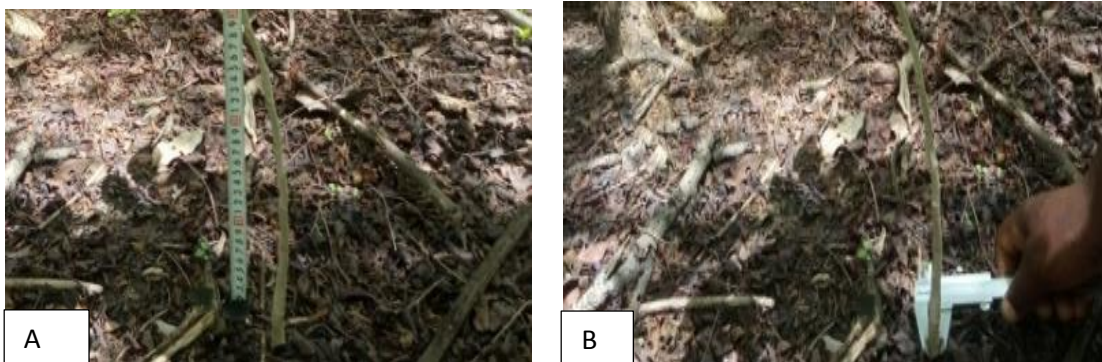


Photo 1 : Illustrations des mesures de la hauteur (A) et du diamètre (B) d'une plantule (Source : Yameogo B., 2021)

3. Résultats

3.1. Taux de survie des plantules à 5 ans

Sur un total de 1520 plantules enregistrés au 7^{ème} jour après transplantation, 442 plantules ont survécu 5 ans après, soit un taux de survie de $29,07 \pm 28,53\%$ sur l'ensemble des 10 espèces. Ce résultat montre qu'au 7^{ème} jour après transplantation, sur les 2000 plants plantés initialement, il a été enregistré une mortalité de 480 plants. Par ailleurs, les taux de survie ont varié selon le traitement et l'espèce (Tableau 1). Le taux de survie le plus élevé a été enregistré dans la zone pâturée (32,25%) et les meilleurs taux par espèce sont pour *A. leiocarpa* (55%), *S. birrea* (47,5%) et *C. nigricans* (46,25%). Pour la zone non pâturée (clôturée) le taux de survie moyen était de 25,55%, et les mêmes espèces ont montré les plus forts taux de survie avec 59,72%, 44,44% et 29,16% respectivement pour *S. birrea*, *C. nigricans* et *A. leiocarpa*. Le plus faible taux de survie a été enregistré chez *P. reticulatum* avec 8,72 % et 9,72% respectivement pour la zone pâturée et celle non pâturée.

Tableau 1 : Taux de survie des plants des espèces par traitement 5 ans après transplantation

Numéro d'ordre	Espèces	Noms vernaculaire (Mooré)	Nombre de plantules après 5 ans		Taux de survie (%)	
			Pâturée	Sans pâturée	Pâturée	Sans pâturée
01	<i>A. leiocarpa</i>	Siiga	44	21	55	29,16
02	<i>S. birrea</i>	Noabga	38	43	47,5	59,72
03	<i>C. nigricans</i>	Kouyi-miiga	37	32	46,25	44,44
04	<i>D. mespiliformis</i>	Gâaka	28	11	35	15,27
05	<i>A. dudgeoni</i>	Gonpayandga	27	17	33,75	23,61
06	<i>A. digitata</i>	Tohéga	26	16	32,5	22,22
07	<i>A. macrostachya</i>	Zâmanega	23	12	28,75	16,66
08	<i>B. aegyptiaca</i>	Kyegelga	19	09	23,75	12,5
09	<i>A. sieberiana</i>	---	09	16	11,25	22,22
10	<i>P. reticulatum</i>	Bâguendé	07	07	8,75	9,72

3.2. Distribution des paramètres dendrométriques des plantules durant les 5 ans

A 7 jours, les diamètres moyens des espèces variaient de $0,29 \pm 0,10$ cm (pour *A. macrostachya*) à $0,83 \pm 0,25$ cm (pour *S. birrea*). La hauteur allait de $23,04 \pm 7,45$ cm (pour *P. reticulatum*) à $61,55 \pm 23,53$ cm (pour *S. birrea*) (Tableau 2).

A 5 ans, les diamètres variaient de $0,19 \pm 0,09$ cm (pour *A. macrostachya*) à $0,82 \pm 0,57$ cm (pour *A. leiocarpa*) alors que la hauteur variait de $13,36 \pm 8,17$ cm (*P. reticulatum*) à $39,54 \pm 30,71$ cm (*A. leiocarpa*) (Tableau 2).

Ces résultats ont montré une baisse des diamètres et des hauteurs de façon générale sur l'ensemble des plants de 7 jours à 5 ans après transplantation.

Tableau 2 : Paramètres dendrométriques des plantules par espèce à 7 jours et 5 ans après transplantation

Espèces	Diamètre (cm)		Hauteur (cm)	
	7 jours	5 ans	7 jours	5 ans
<i>Acacia dudgeoni</i>	$0,49 \pm 0,33$	$0,31 \pm 0,28$	$32,29 \pm 12,74$	$14,98 \pm 9,21$
<i>Acacia macrostachya</i>	$0,29 \pm 0,10$	$0,19 \pm 0,09$	$37,86 \pm 11,85$	$17,34 \pm 17,56$
<i>Acacia sieberana</i>	$0,56 \pm 0,16$	$0,36 \pm 0,21$	$61,11 \pm 15,06$	$24,16 \pm 14,86$
<i>Adansonia digitata</i>	$0,46 \pm 0,14$	$0,35 \pm 0,21$	$25,23 \pm 6,94$	$17,21 \pm 12,32$
<i>Anogeissus leiocarpas</i>	$0,58 \pm 0,22$	$0,82 \pm 0,57$	$32,20 \pm 14,97$	$39,54 \pm 30,71$
<i>Balanites aegyptiaca</i>	$0,45 \pm 0,15$	$0,24 \pm 0,10$	$36,47 \pm 11,83$	$14,71 \pm 10,39$
<i>Combretum nigricans</i>	$0,33 \pm 0,13$	$0,27 \pm 0,15$	$24,43 \pm 8,15$	$15,77 \pm 6,66$
<i>Diospyros mespiliformis</i>	$0,46 \pm 0,14$	$0,63 \pm 0,24$	$27,00 \pm 9,29$	$26,36 \pm 12,81$
<i>Piliostigma reticulatum</i>	$0,45 \pm 0,14$	$0,28 \pm 0,17$	$23,04 \pm 7,45$	$13,36 \pm 8,17$
<i>Sclerocarya birrea</i>	$0,83 \pm 0,25$	$0,46 \pm 1,32$	$61,55 \pm 23,53$	$16,65 \pm 18,09$

3.3. Taux de Croissance relative du diamètre (TCRD) et de la hauteur (TCRH) des plantules 5 ans après la plantation

Les taux de croissance en diamètre (TCRD) étaient significativement différents entre espèces ($F = 19,103$; $p < 2e-16$) ; de même que pour les taux de croissance en hauteur (TCRH) ($F = 23,8$; $p < 2e-16$ respectivement) (Tableau 3). En effet, les moyennes de TCRD les plus élevées étaient observées chez *A. leiocarpa* ($0,32 \pm 1,6$ mm/an) suivi de *D.*

mespiliformis ($0,27 \pm 0,8$ mm/an) (Figure 2). Cependant le TCRD des autres espèces était en régression (les plantes ont plutôt flétri). Pour le taux de croissance relative en hauteur (TCRH), seule l'espèce *A. leiocarpa* ($0,01 \pm 1,6$ mm/an) a donné une valeur positive (Figure 3).

Tableau 3 : Effet de la pâture sur le taux de croissance relative en diamètre (TCRD) et en hauteur (TCRH) des plantules des différentes espèces

Traitements	TCRD			TCRH		
	ddl	F	P	ddl	F	Pr
E	9	19,103	<2e-16	9	23,8	<2e-16
P	1	3,828	0,051	1	6,59	0,010
P ∩ E	9	1,077	0,378	9	1,484	0,151

E = espèce ; *P* = traitement pâture ; ∩ = interaction,

ddl = degré de liberté ; *F* = valeur de Fisher ; *Pr* = probabilité

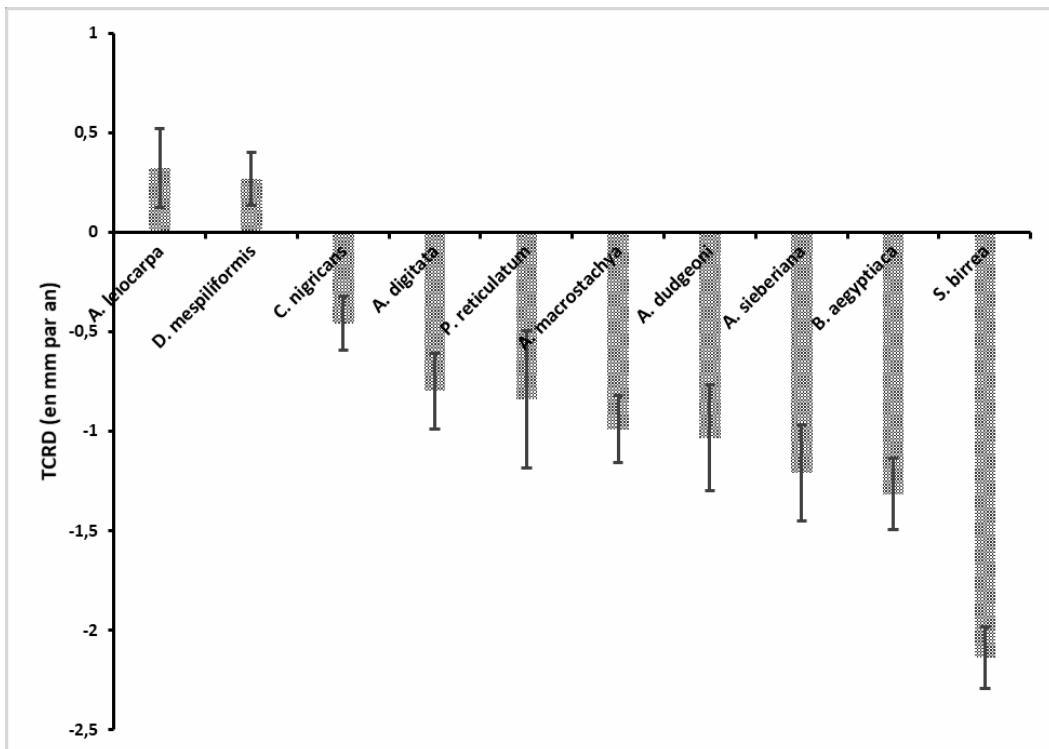


Figure 2 : Taux de croissance relative du diamètre (TCRD) par espèce

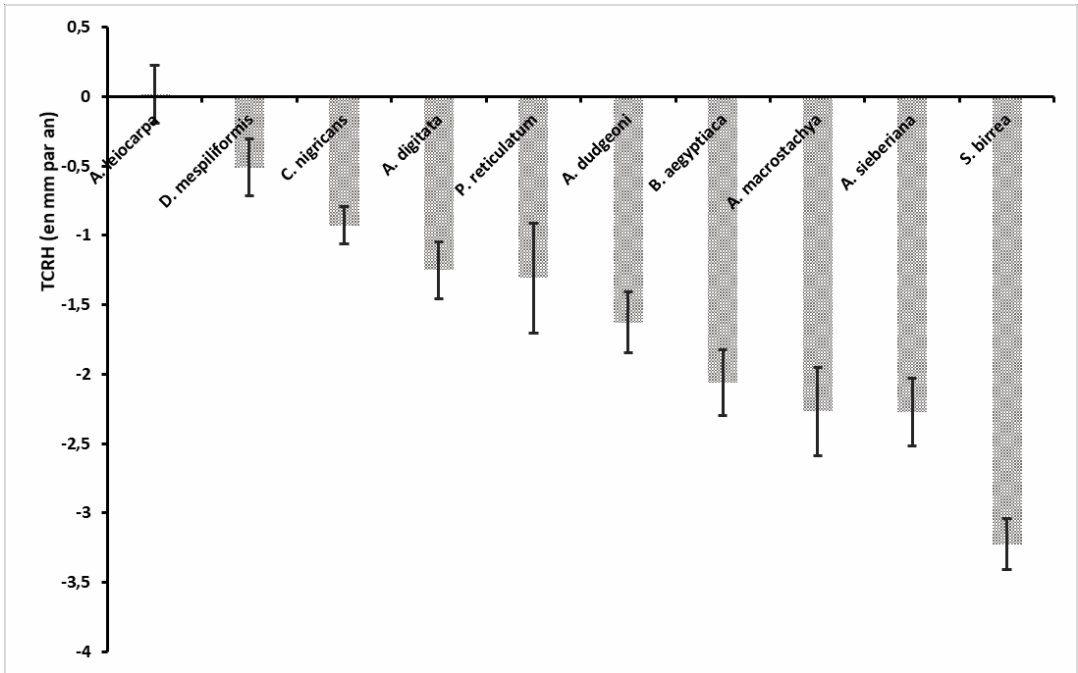


Figure 3 : Taux de croissance relative de la hauteur (TCRH) par espèce

Le traitement (pâturage) avait un effet marginal sur le TCRD ($0.05 < p < 0,1$) et significatif sur le TCRH ($F = 6,59$; $p = 0,010$). En effet, les moyennes du TCRH qui ont donné des valeurs négatives ont indiqué donc une décroissance en hauteur qui était significativement faibles dans la zone pâturée ($-1,32 \pm 0,18$ mm) que celle non pâturée ($-1,83 \pm 1,7$ mm) (Figure 4).

L'interaction pâture et espèce n'était significative ni pour le TCRD ($F = 1,077$; $p = 0,378$) ni pour le TCRH ($F = 1,484$; $p = 0,151$).

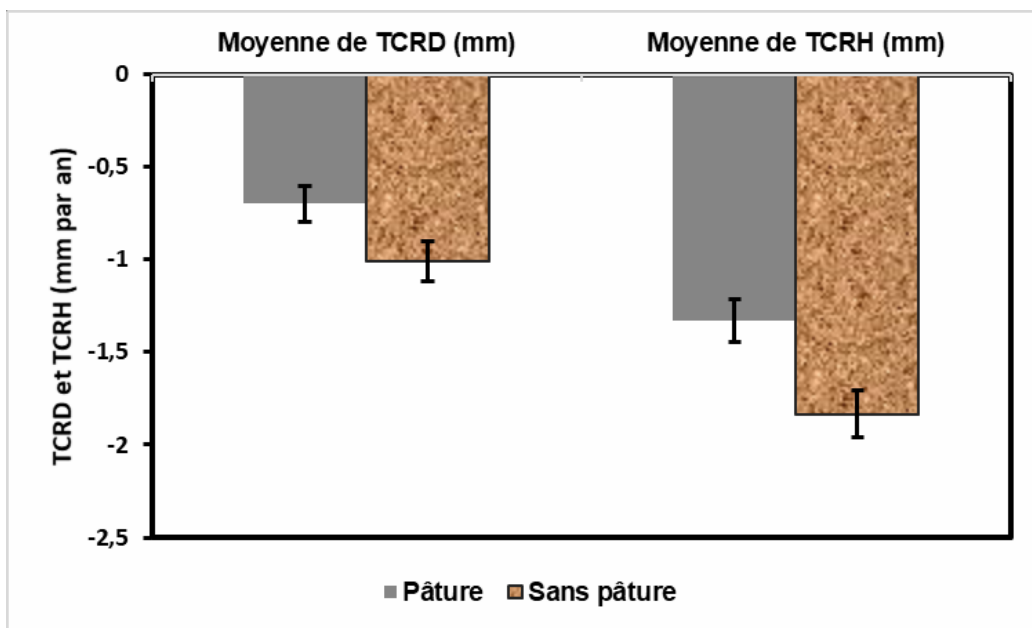


Figure 4 : Taux de croissance relative en diamètre (TCRD) et en hauteur (TCRH) selon traitement de pâture

4. Discussion

4.1. Taux de survie

Selon plusieurs auteurs la pâture dégrade la végétation ligneuse (Bellefontaine, 1997 ; Louppe et Ouattara, 1997 ; Louppe *et al.*, 1999 ; Thiombiano *et al.*, 2003 ; Sternberg *et al.*, 2003 ; Mayor *et al.*, 2003 ; Snyman, 2004 ; Zida, 2007). Selon ces auteurs en effet, la pâture dans les savanes, caractérisée par le broutage et le piétinement, inhibe le développement de la végétation ligneuse juvénile et diminue l'infiltration de l'eau en rendant le sol compacte et imperméable. D'autres auteurs, cependant, ont indiqué une amélioration de la production ligneuse de la zone pâturée par rapport au témoin (Sawadogo *et al.*, 2002 ; Sawadogo, 2009 ; Marion, 2010). Dans la présente étude, l'évaluation globale de l'effet de la pâture montre qu'après cinq (5) années, le taux de survie des espèces, qui était faible en général (29,07%), était supérieur dans l'espace ouvert au pâturage (32,25%) que dans celui non pâturé (25,55%). En effet, Sawadogo (2009) affirme que l'impact de la pâture sur les ligneux pourrait dépendre aussi des essences végétales en présence, des types d'animaux et de l'intensité de la pâture ; tout ceci étant influencé par la pluviosité et les types sol. Dans notre étude, les sites étant susceptibles de brûler (Sawadogo, 2009 ; Dayamba, 2010 ; Koala, 2016 ; Sanou, 2019),

il se peut qu'il y'ait eu un effet d'interaction entre le feu et la pâture où, les parcelles pâturées ayant moins de biomasse herbacée rendaient le feu moins intense et moins nuisible aux plants, comparé aux plants dans l'espace non pâture (ou le feu serait plus intense du fait de la biomasse herbacée disponible comme combustible). Par ailleurs, une autre raison du taux de survie plus élevé dans les parcelles pâturées que celles non pâturées serait la forte compétition entre les herbacées plus abondantes dans les parcelles « sans pâture ». En effet, cette compétition défavorisant les plantules ligneuses serait caractérisée soit directement par une interception de l'eau et des nutriments soit indirectement en réduisant la percolation qui permet à l'eau et aux nutriments d'aller plus en profondeur où les racines des arbres sont supposées être plus abondantes (Menaut *et al.*, 1995 ; Fournier *et al.*, 1997 ; Sawadogo, 2009). En effet, Sawadogo *et al.* (2002) avaient observé une réduction de la mortalité de souche des individus (après la coupe) avec un pâturage modéré (0,7 UBT/ha) dans la forêt classée de Tiogo. Ils ont attribué cet effet bénéfique du pâturage à la réduction de la biomasse herbacée qui diminuerait la sévérité des feux et réduirait la compétition des jeunes rejets avec les herbacées. Louppe *et al.* (1997) avaient noté aussi une recolonisation ligneuse de l'espace dans un pâturage à bovins caractérisé par une forte dégradation du tapis herbacé.

Les résultats ont indiqué aussi que les taux de survie variaient entre les espèces en montrant que c'est *A. leiocarpa*, *S. birrea* et *C. nigricans* qui ont enregistré les meilleurs taux de survie à la fois pour la partie pâturée et celle clôturée. Des résultats similaires ont été trouvés par Thiombiano *et al.* (2003) sur différentes espèces de Combrétacées. Ces auteurs avaient trouvé des taux de survie différents entre 4 espèces de Combrétacées en plantation dans la forêt classée de Gonsé sur deux parcelles soumises à différents traitements (une protégée avec apport de soins réguliers sur les plants et l'autre non protégée sur une période de trois ans). Les espèces ayant obtenues les meilleurs taux de survie dans cette étude, particulièrement dans la zone pâturée, pourraient avoir une meilleure résistance à cette perturbation écologique (Sawadogo, 2009 ; Koala, 2016), probablement due au fait qu'elles seraient peu ou pas appréciées (Audru *et al.*, 1991) comme c'est le cas pour *A. leiocarpa* et *S. birrea* (Noubissié Tchiagam *et al.*, 2011) et *C. nigricans* qui ne serait pas aussi très appréciées (Dayamba, 2005 ; Béchir et Kaboré-Zoungrana, 2012). Par ailleurs, d'autres facteurs comme les attaques des termites et des rongeurs peuvent aussi expliquer la mortalité de certaines plantules (Kumar *et al.*, 2008 ; Zida *et al.*, 2008 ; Kagambega *et al.*, 2011 ; Soumana *et al.*, 2011).

4.2. Taux de croissance relative des paramètres dendrométriques

Le taux de croissance relative en diamètre (TCRD) et en hauteur (TCRH) ont varié significativement en fonction des espèces. Des différences de croissance entre espèces en plantation ont été rapportées par plusieurs auteurs (Zida *et al.*, 2008 ; Laminou *et al.*, 2009 ; Djodjouwin *et al.*, 2012 ; Avakoudjo *et al.*, 2013 ; Amani *et al.*, 2015 ; Nassa,

2017 ; Assi *et al.*, 2018 ; Dossa *et al.*, 2020). Cette variation de croissance entre les espèces pourrait s'expliquer par des caractéristiques génétiques qui confèrent à certaines espèces une meilleure résistance qu'à d'autres (Gebrekirstos *et al.*, 2006 ; Amani *et al.*, 2015). Bayala *et al.* (2009) ont aussi rapporté que chaque espèce présente des caractéristiques physiologiques propres qui conditionneraient son efficacité dans l'utilisation de l'eau et des nutriments du sol, ce qui expliquerait en grande partie la différence de performance dans la croissance entre les espèces. Dans notre étude, la croissance en diamètre et en hauteur bien que différentes entre espèces étaient en baisse à l'exception de *A. leiocarpa* et de *D. mespiliformis*. Plusieurs facteurs pourraient expliquer cet état de fait. En effet, Dossa *et al.* (2020) ont trouvé que le dépérissement et la mortalité des plantules en forêt pourraient être liés aux ombrages des pieds matures qui font que ces plantules n'ont pas accès aux rayons solaires pour croître. Cette hypothèse est aussi soutenue par Rüger *et al.* (2011) et Ligot *et al.* (2019) qui ont affirmé que l'accroissement en diamètre varie en fonction de l'espèce et de ses besoins en lumière. En effet, les espèces ligneuses soumises à l'étude sont de type héliophile dont la régénération est favorable à la présence de la lumière (Béné et Fournier, 2012). Par ailleurs, les plantules dans notre essai ont été transplantées après 13 mois en pépinière ; un temps qui peut être considéré relativement long. Selon Durand (2005), les plantules laissées longtemps en pépinière provoqueraient une mauvaise reprise fonctionnelle, un dépérissement et une mortalité du végétal. En effet, le long séjour des plants en pot plastique en pépinière causerait une modification par déformation du système racinaire présentant un nombre insuffisant des radicelles et par conséquent provoquerait un dépérissement des plantules âgées après transplantation (Assi *et al.*, 2018). Après transplantation, les radicelles et les poils absorbants sont indispensables pour la nutrition des plantules. Donc une déformation racinaire et un nombre limité de radicelles inhiberaient la croissance végétale, par contre l'absence d'une déformation racinaire et une bonne densité des radicelles donnent un bon ancrage de la plantule et une utilisation adéquate de l'eau et des nutriments du sol (Hansenn-Catania *et al.*, 2012) assurant une bonne croissance.

Quant à *A. leiocarpa* et *D. mespiliformis*, elles ont montré des performances de croissance positives. *A. leiocarpa* est l'espèce qui s'est démarquée des autres avec à la fois le meilleur TCRD et TCRH. Louppe et Ouattara (1997) avaient également obtenu les meilleurs paramètres de croissance avec *A. leiocarpa* 5 ans et demi après plantation en zone plus humide que la nôtre (1200 mm/an), en milieu contrôlé et entretenu. Ces auteurs expliquent ce phénomène par le fait que *A. leiocarpa* serait une essence peu influencée par la richesse du sol. Aussi, cette espèce est peu appréciée et sa croissance juvénile n'est pas ralentie par le bétail ou autres animaux (Sawadogo, 2009). Par ailleurs, pour cette espèce, l'adaptation et la rusticité couplée à certaines conditions favorables tels que la fertilité des sols pourraient expliquer leurs meilleurs taux de croissance relative en

diamètre, en hauteur par rapport aux autres espèces (Ganaba, 2005 ; Avokodjou *et al.*, 2013).

Nos résultats montrent aussi que le taux de croissance relative en hauteur des espèces différait entre traitements (pâturé vs sans pâturé). En effet, ce TCRH même en baisse, a, à chaque fois été moins faible dans la zone pâturée que celle non pâturée. L'hypothèse de l'interaction possible entre le feu (probable dans la zone) et la pâture, développée ci-dessus, serait aussi valable pour le TCRH. En effet, si le feu survenait, l'intensité serait plus intense dans la parcelle non pâturée et provoquerait plus de dommages souvent irréversibles surtout sur les plantes juvéniles (Savadogo *et al.*, 2007 ; Nassa, 2017). Il est donc évident qu'on aura dans la partie non pâturée un assèchement plus élevé causé par la chaleur des parties supérieures des plantules, qui tomberont par la suite et par conséquent réduirait leurs hauteurs (Assogbadjo et Loo, 2011).

5. Conclusion

Cette étude avait pour objectif d'évaluer la performance de dix espèces indigènes qui sont des candidates pour la reforestation des formations naturelles. Les résultats ont montré que le taux de survie variait d'une espèce à l'autre et d'un traitement (pâturage et sans pâturage) à l'autre. Les meilleurs taux de survie ont été obtenus avec *A. leiocarpa*, *S. birrea* et *C. nigricans*. Toutefois, le taux de survie des espèces, ayant baissé de façon générale, est supérieur dans la parcelle ouverte au pâturage que celle clôturée « sans pâture ».

Les croissances en diamètre et en hauteur bien que différentes entre espèces étaient en baisses dans l'ensemble sauf chez *A. leiocarpa* et *D. mespiliformis* après 5 ans. Cette baisse de la croissance de la majorité des espèces pourrait être imputé d'une part à la compétition pour la lumière, l'eau et les nutriments entre plantules et grands arbres déjà présents dans la forêt classée de Tiogo et d'autre part au long séjour des plantules (13 mois) en pépinière. *A. leiocarpa* présentant à la fois les meilleurs TCRD et TCRH serait une essence à croissance peu influencée par la richesse du sol et serait peu appétée d'où sa croissance juvénile peu ralentie par le bétail. Concernant, le traitement, seul le TCRH variait significativement. Ce TCRH en baisse indiquait des valeurs moins faibles dans la zone pâturée que celle non pâturée. La forte intensité du feu de la zone non pâturée provoquée par l'abondance des herbacées causerait une température plus élevée et par conséquent un impact plus négatif sur la croissance en hauteur des plantules. Cette étude dégage certaines espèces qui seraient à considérer pour les initiatives de restauration dans des milieux similaires à notre site d'étude. Toutefois, il serait utile que des études ultérieures fassent des suivis plus réguliers (chaque 6 mois, par exemple) sur une longue période pour disposer de données en série qui permettent d'élucider sur la dynamique de la performance des espèces.

Remerciement

Nous remercions le CILSS à travers le projet régional "GCCA+ Afrique de l'Ouest" (<https://www.gcca.eu/>) qui nous a permis, à travers une bourse de réaliser ce travail. Nous témoignons aussi notre reconnaissance à l'Institut de l'Environnement et de Recherche Agricoles (INERA) pour son appui technique et au projet PAPBioC2 Gouvernance régionale des aires protégées en Afrique de l'Ouest financé par l'Union européenne et mis en œuvre par l'UICN PACO pour son appui financier.

Conflits d'intérêt : il n'y a aucun conflit d'intérêt pour la publication de cet article

Références

Alem, S. and Pavlis, J. (2012) Native Woody Plants Diversity and Density under Eucalyptus camaldulensis Plantation, in Gibie Valley, South Western Ethiopia. Open Journal of Forestry, 2, 232-239. <https://doi.org/10.4236/ojf.2012.24029>

Alem S., Woldemariam T., 2009. A comparative assessment on regeneration status of indigenous woody plants in Eucalyptus grandis plantation and adjacent natural forest. Journal of Forestry Research (2009) 20(1):31–36

Amani A., Inoussa M.M., Dan Guimbo I., Mahamane A., M. Saadou M., et Lykke AM., 2015. Restauration d Germination et croissance de quatre espèces de Combretaceae en pépinière. TROPICULTURA, 2015, 33,2,135-145

Assi E.M., Dogbo O.D, E. Kassin E., Assiri A.A., Tahi G.M, Guiraud B., N'Guessan W.P., Aka R.A., N'Guessan F. et Koné B., 2018. Détermination de l'âge optimal en pépinière des plants de Cacaoyer pour une meilleure réussite au champ. African Crop Science Journal, Vol. 26, No. 4, pp. 491 - 501

Assogbadjo, A. E. et Loo, J., 2011. Adansonia digitata, baobab. Conservation et utilisation durable des ressources génétiques des espèces ligneuses alimentaires prioritaires de l'Afrique subsaharienne. Biodiversity international (Rome, Italie). 11p

Audru J., Labonne M., Guerin H. Et Bilha A. 1991. *Acacia nilotica* une espèce fourragère traditionnelle chez les Afar de Djibouti - une espèce de base dans les projets de restauration du milieu pastoral. Malaysian Agricultural Research and Development Institute (MARDI), p25.

Avakoudjo, J., Kindomihou, V., Akponikpe, P.I, Thiombiano, A., Sinsin, B., 2013. Essences végétales et techniques de restauration des zones d'érosion (dongas) du Parc W et de sa périphérie à Karimama (Nord-Bénin). Journal of Applied Biosciences 69, pp. 5496 – 5509.

Bauer L., 2010. Forêts et réduction de la pauvreté dans les pays en développement : une relation à déchiffrer. Maîtrise en environnement et Master en ingénierie et management de l'environnement et du développement durable ; Université de Sherbrooke et Université de technologie de Troyes, 119p.

Bayala J., Ouédraogo S. J., Ong C. K., 2009. Early growth performance and water use of planted West African provenances of *Vitellaria paradoxa* C.F. Gaertn (karité) in Gonsé, Burkina Faso. *Agroforestry Systems* 75: 117-127

Bécher A.B, et Kaboré-Zougrana C. (2012). Fourrages ligneux des savanes du Tchad : Etat actuel des peuplements et utilisation pastorale. *Cameroon Journal of Experimental Biology*, Vol. 8 N°1, 35-46

Bellefontaine, R. (1997). Synthèse des espèces des domaines sahéliens et soudanien qui se multiplient naturellement par voie végétative. In: Libbey,J., (Ed.). Fonctionnement et gestion des écosystèmes forestiers contractés sahéliens. Paris, France,pp 95-104.

Béné A., Anne Fournier., 2012. Végétation naturelle et occupation des terres au Burkina Faso (Afrique de l'Ouest). Cinq décennies de changement dans un terroir du pays sémé. Colloque de Ouagadougou 8-10 mars 2012. 25 p.

Campagne, C.S. et Roche, P.K. 2021. Guide pour la prise en compte des services écosystémiques dans les évaluations des incidences sur l'environnement, Guide méthodologique, DREAL, 131p.

Dayamba S. D., 2005. Influence des feux de brousse sur la dynamique de la végétation dans le parc W – Burkina Faso. Mémoire de fin d'études d'Ingénieur du Développement Rural, Option : Elevage, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, 124p.

Dayamba, S.D., Tibagu, M., Sawdого, L. and Oden, P.C., 2008. Seed germination of herbaceous and woody species of the Sudanian savanna-woodland in response to heat shock and smoke. *Forest Ecology and Management* 256 (2008), pp. 462–470.

Dayamba, S. D., 2010. Fire, Plant-derived Smoke and Grazing Effects on Regeneration, Productivity and Diversity of the Sudanian Savanna-woodland Ecosystem. Doctoral Thesis, Swedish University of Agricultural Sciences. 158 p.

Dayamba, S.D., Santi, S. & Savadogo, P., 2014a. Improving seed germination of four savanna woodland species: effects of fire-related cues and prolonged soaking in sulphuric acid. *Journal of Tropical Forest Science* 26 (1), pp. 16–21.

Dayamba, S.D., Savadogo, P. Diawara, S. & Sawadogo, L., 2014b. Perspectives in restoration: storage and pretreatments of seeds for better germination of Sudanian savanna-woodland species. 18 p.

Djodjouwin, L., Glele Kakaï, R. et Sinsin, B., 2012. Croissance morphologique de cinq essences locales introduites dans les formations forestières guinéennes et soudano-

guinéennes au Bénin. Laboratoire d'Ecologie Appliquée, Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, 01 BP 526 Cotonou, Bénin. E-mail : djodjou@yahoo.fr. *Agronomie Africaine* 24 (2) : 117 - 127

Dossa B. A. K., Sourou B. et Ouinsavi C., 2020. Germination des Graines et Croissance en Pépinière et en Champ des Plantules de *Detarium senegalense* au Bénin. Laboratoire d'Etudes et de Recherches Forestières (LERF), Faculté d'Agronomie, Université de Parakou, Bénin. *European Scientific Journal* April 2020 edition Vol.16, No.12 ISSN: 1857-7881

Durand A., Terral J-F., 2005. Regarder autrement le charbon de bois archéologique : l'exemple de l'irrigation des plantations d'oliviers en France méridionale et en Catalogne (IXe-XVe siècle). *Archéologie du Midi Médiéval*, 2005, La fructiculture. Cultures des fruits et lieux de culture de l'Antiquité, du Moyen Age et de l'Epoque moderne. Des savoirs en pratiques, des mots et des images, 23-24, pp.75-92.

DRAAH (Direction Régionale de l'Agriculture et des Aménagements Hydro-agricoles)/Centre-ouest du Burkina Faso. (2020).

FAO. (2020). *Global Forest Resources Assessment 2020: Main report.*, 164 p.

Fournier, A., Nignan, S., 1997. Quand les annuelles bloquent la succession postculturale. : expérimentation sur *Andropogon gayanus* en savane soudanienne (Bondoukuy, Burkina Faso). *Ecologie Brunoy* 28 (1) : 13–21.

Gampine D. 1999. Essais préliminaires d'évaluation des semis directs en forêt. Atelier tripartite Burkina-Mali-Côte d'Ivoire. 12-16 juin 1999. Sikasso, Mali. 12p.

Ganaba S, 2005. Impact des aménagements de conservation des eaux et des sols sur la régénération des ressources ligneuses en zone sahélienne et nord soudanienne du BurkinaFaso. *VertigO*, 6(2):126-140.

Gebre Kirstos A., Teketay D., Fetene M., Mitlöhner, R., 2006. Adaptation of five co-occurring tree and shrub species to water stress and its implication in restoration of degraded lands. *For. Eco. and Manag*, 229 : 259-267

Gichuki L., Brouwer R., Davies J., Vidal A., Kuzee M., Magero C., Walter S., Lara P., Oragbade C., et Gilbey B., 2019. Réhabilitation des terres et restauration des paysages Convergence des politiques entre restauration des paysages forestiers et neutralité en matière de dégradation des terres. UICN, 48p.

Hansen-Catania, S. et Miquel, M. 2012. Cernage aérien des systèmes racinaires en culture en pots biodégradables à parois pénétrables par les racines. 4p.

Institut National de la statistique et de la Démographie (INSD), 2020. Cinquième Recensement Général de la Population et de l'Habitation du Burkina Faso, Résultats préliminaires, 76p.

Kagambega F.W., Traore S., Thiombiano A., et Boussim J.I., 2011. Impact de trois techniques de restauration des sols sur la survie et la croissance de trois espèces ligneuses sur les « zipellés » au Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 5(3): 901-914.

Kambire HW, Djenontin INS, Kabore A, Djoudi H, Balinga MPB, Zida M et Assembe-Mvondo S. 2015. La REDD+ et l'adaptation aux changements climatiques au Burkina Faso : causes, agents et institutions. Document occasionnel 123. Bogor, Indonésie : CIFOR

Kiemtoré H., 2018. Contribution à la consolidation du projet du Plan d'Aménagement et de Gestion de la Forêt classée de Tiogo au Burkina Faso : Caractérisation de la diversité floristique et du potentiel ligneux du bloc d'aménagement forestier n° 01. Mémoire d'Ingénieur du Développement Rural, Option : Vulgarisation Agricole, Université Nazi Boni, Burkina Faso, 97p.

Koala J. (2016). Influences des perturbations anthropiques sur le stock de carbone dans les écosystèmes de savane en zone soudanienne du Burkina Faso. Thèse de Doctorat unique en développement rural, Option Système de Productions Forestières, Spécialité Production Forestière, IDR, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 210 p.

Koné A. 1993. L'impact de l'exploitation agro-pastorale sur la forêt classée de Tiogo. Mémoire de maîtrise, Option Physique. Université de Ouagadougou, p108.

Kumar GP, Yadav SK, Thawale PR, Singh S K, Juwarkar AA.,2008. Growth of *Jatropha curcas* on heavy metal contaminated soil amended with industrial wastes and Azotobacter- A green house study. *Bioresource technology*, **99**: 2078–2082.

Laminou Manzo, L.O., Campanella, B. et Paul, R., 2009. Sélection d'espèces ligneuses adaptées à la fixation biologique de dunes au Niger. *Geo-Eco-Trop.*, 2009, 33, n.s, pp. 99 – 106.

Lompo D., 1999. Etude de la croissance de quelques espèces ligneuses en plantation dans la forêt classée de gonsé: *Acacia albida* del., *Azadirachta indica* a. juss., *Eucalyptus camaldulensis* delmh., *Parkia biglobosa* (jacq.) benth. et *Ziziphus mauritiana* lam. Mémoire de fin d'études présenté en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur du développement rural option: eaux et forêts. Université Polytechnique de Bobo (UPB). 92 p + annexes.

Loupe D. et Ouattara N., 1997. Croissance en plantation de quelques essences ligneuses du nord de la côte d'Ivoire. XIème Congrès forestier mondial 17-22 octobre 1997, CIRAD-Dist Ligot, Gauthier, Adeline Fayolle, Sylvie Gourlet-Fleury, Kasso Dainou, Jean-François Gillet,

Loupe D., Ouattara N'K., Coulibaly Z., César J., 1999. Influence du pâturage, par trois espèces animales domestiques, sur la dynamique de la végétation des jachères du Nord de la Côte d'Ivoire. Bouaké : CIRAD-Forêt, 9 p.

Lu Y., Ranjitkar S., Harrison RD., Xu J., Ou X., Ma X., and He J. (2017). Selection of Native Tree Species for Subtropical Forest Restoration in Southwest China. PLoS ONE 12(1): e0170418. oi:10.1371/journal.pone.0170418Maaik

De Ridder, Thomas Drouet, Peter Groenendijk, et Jean-Louis Doucet. 2019. « Growth Determinants of Timber Species Triplochiton Scleroxylon and Implications for Forest Management in Central Africa ». *Forest Ecology and Management* 437: 211- 21. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.01.042>. Unité Bibliothèque Baillarguet, 6p.

Mayor, M.D., Boo, R.M., Pelaez, D.V. et Elia, O.R. (2003). Seasonal variation of the soil seed bank of grasses in central Argentina as related to grazing and shrub cover. *Journal of Arid Environments* 53(4):467-477.

Menaut, J.C., Lepage, M. and Abbadie, L., 1995. Savannas, woodlands and dry forests in Africa. In: S.H. Bullock, H.A. Mooney and E.E. Medina (Editors), *Seasonally dry tropical forests. 1995* : 64 - 92.

Ministère de l'Environnement et du Développement Durable (MEDD), 2007. Fiches techniques de dix espèces prioritaires de la zone d'intervention du « Projet d'appui à la filière de production de plants au Burkina Faso ». 15 p.

Montagnini F., Mansourian S., Vallauri D., Dudley N., 2005. Selecting Tree Species for Plantation. DOI: 10.1007/0-387-29112-1_38. In book: [Forest Restoration in Landscapes \(pp.262-268\)](#)

Nassa J. O. 2017. Restauration par enrichissement avec des essences locales : Effets des perturbations anthropiques sur la performance de quelques espèces dans la forêt classée de Tiogo. Mémoire d'ingénieur des Sciences de l'Environnement et du Développement Rural, Option : Eaux et Forêts et Environnement, Université Ouaga I Pr Joseph Ki-Zerbo, 67p.

Noubissié Tchiagam J-B., Ndzié J-P, Bellefontaine R., Mapongmetsem P-M. 2011. Multiplication végétative de *Balanites aegyptiaca* (L.) Del., *Diospyros mespiliformis* Hochst. ex. A. Rich. et *Sclerocarya birrea* (A. Rich.) Hochst. au nord du Cameroun. *Fruits*, 2011, vol.66, p. 327–341.

Ouattara N. et Loupe D. 1998. Influence du pâturage sur la dynamique de la végétation ligneuse en nord Côte-d'Ivoire. Actes du séminaire international 16 au 20 novembre 1998 à Ouagadougou (Burkina Faso), 220-230.

Ouédraogo K, 2021. Ecologie et services écosystémiques de *Diospyros mespiliformis* Hochst. Ex A. Rich et de *Gardenia erubescens* Srapf & Hutch. suivant un gradient

climatique au Burkina Faso (Afrique de l'ouest). Thèse de doctorat, Université de Ouagadougou. 270 p

Ouédraogo A., 2006. Diversité et dynamique de la végétation ligneuse de la partie orientale du Burkina Faso. Thèse de Doctorat en spécialité Sciences Biologiques et Appliquées, Université de Ouagadougou, Burkina Faso, 230p.

Pepin P., 2020. Adaptation aux changements climatiques en agriculture : Identification des pratiques et des technologies permettant d'augmenter la résilience des productions végétales du Québec. 111 p.

Rüger, Nadja, Uta Berger, Stephen P. Hubbell, Ghislain Vieilledent, et Richard Condit. 2011. « Growth Strategies of Tropical Tree Species: Disentangling Light and Size Effects ». Édité par Enrico Scalas. *PLoS ONE* 6 (9): e25330. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0025330>.

Sanou, 2019. Ecologie de la banque de semences du sol dans trois aires protégées du Burkina Faso et leurs implications pour la restauration des habitats. Thèse de doctorat, Université de Ouagadougou. 203 p.

Savadogo P. 2002. Pâturage de la forêt classée de Tiogo : Diversité végétale, productivité, valeur nutritive et utilisation. Mémoire d'ingénieur, Institut du Développement Rural, Université Polytechnique de Bobo Dioulasso, Burkina Faso, 149p.

Savadogo, P., 2007. Dynamics of Sudanian Savanna-Woodland Ecosystem in Response to Disturbances. Doctoral thesis Swedish University of Agricultural Sciences. 53 p.

Savadogo, P., Sawadogo, L. et Tiveau, D. (2007). Effects of grazing intensity and prescribed fire on soil physical and hydrological properties and pasture yield in the savanna woodlands of Burkina Faso. *Agricultural Ecosystems Environment* 118(1-4):

Sawadogo L. 2006. Adapter les approches de l'aménagement durable des forêts sèches aux aptitudes sociales, économiques et technologiques en Afrique : le cas du Burkina Faso. Center for International Forestry Research, ISBN 979-24-4674-5, 90p.

Sawadogo L. 2009. Influence de facteurs anthropiques sur la dynamique de la végétation des Forêts Classées de Laba et de Tiogo en Zone Soudanienne du Burkina Faso. Thèse d'Etat. Université de Ouagadougou, 142p.

Sawadogo L., Tiveau D., Nygard R. et Pallo F. 2002. Utilisation du pâturage pour promouvoir la production ligneuse après la coupe sylvicole en forêt classée. INERA/DPF, 4p.

Schneider T., Ashton MS., Montagnini F., Milan PP., 2013. Growth performance of sixty tree species in smallholder reforestation trials on Leyte, Philippines. *New Forests* DOI 10.1007/s11056-013-9393-5

Snyman, H.A., 2003. Short-term response of rangeland following an unplanned fire in terms of soil characteristics in a semi-arid climate of South Africa. *Journal of Arid Environments*, 55 (1): 160-180.

Somé A. N. 1991. Etude des phénomènes germinatifs et des plantules de quelques essences locales de Mimosaceae. Mémoire de fin d'études d'Ingénieur du Développement Rural, Option : Eaux et Forêts. Université de Ouagadougou, p170.

Soumana D., Soumana I., Mahamane A., Mahamane S., Karimou A., Aboubacar I., et Zakara G., 2011. Restauration de plages nues d'une brousse tachetée au Niger. *Afrique SCIENCE* 07(1) (2011) 77 - 92. 16p.

Sternberg, M., Gutman, M., Perevolotsky, A. et Kigel, J. (2003). Effects of grazing on soil seed bank dynamics: An approach with functional groups. *Journal of Vegetation Science* 14:375-386.

Tankoano B., Hien M., Dibi N, H., Sanon Z., Yameogo J. T. et Somda I. 2015. Dynamique spatio-temporelle des savanes boisées de la forêt classée de Tiogo au Burkina Faso. *Int, J, Biol, Chem, Sci*, 9(4): 1983-2000.

Tankoano B., Sanon Z., Hien M., Dibi N, H., Yameogo J. T. Et Somda I. 2016. Pression anthropique et dynamique végétale dans la Forêt classée de Tiogo au Burkina Faso : apport de la télédétection. *Tropicultura*, 2016, 34, 2, 193 - 207.

Thiombiano A., Wittig R. & Guinko S. 2003. Conditions de la multiplication sexuée chez des Combretaceae du Burkina Faso. *Rev. Écol. (Terre Vie)*, vol. 58, 361- 379.

Zida, D., Tigabu, M., Sawadogo, L. and Oden, P.C., 2008. Initial seedling morphological characteristics and field performance of two Sudanian savanna species in relation to nursery production period and watering regimes. *Forest Ecology and Management* 255 (2008), pp. 2151–2162.