



Structure démographique de peuplement naturel et répartition spatiale des plantules de *Pterocarpus erinaceus* Poir. dans la forêt de Tiogo en zone soudanienne du Burkina Faso

Habou RABIOU^{1*}, Abdoulaye DIOUF¹, Babou André BATIONO², Ali MAHAMANE^{1,4}, Kossi Novigno SEGLA³, Kossi ADJONOU³, Raoufou RADJI³, Adzo Dzifa KOKUTSE³, Kouami KOKOU³ et Mahamane SAADOU^{1,4}

¹Université de Maradi, BP 465 Maradi, Niger.

²Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA) du Burkina Faso, 04 BP 8645 Ouagadougou 04, Burkina Faso.

³Laboratoire de Botanique et Ecologie Végétale Université de Lomé, Faculté des Sciences, BP 1515, Lomé, Togo.

⁴Laboratoire Garba Mounkaila, Département de Biologie, Université Abdou Moumouni, Faculté des Sciences et Techniques. BP 10662 Niamey, Niger.

*Auteur correspondant, E-mail: rabiouhabougarba@yahoo.fr

RÉSUMÉ

Pterocarpus erinaceus de la famille des Fabaceae, est un arbre éminemment utile pour les populations. C'est une espèce endémique multi-usage des zones guinéo-soudanienne et soudano-sahélienne. La présente étude analyse les paramètres structuraux du peuplement naturel de *P. erinaceus*, détermine la distribution spatiale des plantules et leurs relations spatiales avec leurs géniteurs et les autres espèces. Des mesures dendrométriques et la cartographie des peuplements naturels de *Pterocarpus erinaceus* ont été effectuées dans la forêt de Tiogo en zone soudanienne du Burkina Faso. L'analyse des structures en diamètre et en hauteur montre que le peuplement est dominé par des individus âgés, les individus jeunes étant absents. La distribution spatiale des jeunes plantules de l'espèce montre qu'elles ont une distribution grégaire et ont besoin des milieux plus ou moins ouverts pour germer. L'analyse de la fonction $L_{12}(r)$ montre que ces plantules sont en compétition avec la plupart des espèces en présence hormis *Acacia macrostachya* et *Vittelaria paradoxa*. Cette germination préférentielle des milieux ouverts expose ces plantules à la sécheresse pendant la saison sèche, aux feux de végétation et à la dent des herbivores qui parcourent chaque jour les forêts en zone soudanienne.

© 2015 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : Structure, distribution spatiale, régénération, *Pterocarpus erinaceus*, Tiogo, Burkina Faso.

INTRODUCTION

Les forêts constituent pour les populations humaines des réserves en produits et services multiples (FAO, 2000) et une demande en produits forestiers de plus en plus croissante durant ces dernières décennies (Ambé, 2001 ; Ouôba, 2005 ; Lamien, 2006 ;

Ouôba et al., 2006). En effet, les forêts contribuent à l'économie des ménages, au renforcement de la sécurité alimentaire et à la conservation de la diversité biologique (Sinsin et al., 2004 ; Nyadoi, 2005). Cependant, les changements climatiques et les actions anthropiques telles que la déforestation, la

© 2015 International Formulae Group. All rights reserved.

DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v9i1.7>

surexploitation des ressources naturelles, l'agriculture, le surpâturage et les feux de brousse contribuent actuellement à la perte de multiples plantes indigènes à importance capitale dont *P. erinaceus* Poir. (Assogbadjo et al., 2010).

P. erinaceus, de la famille des Fabaceae, est une plante endémique multi-usages des zones guinéo-soudaniennes et soudano-sahéliennes (Sylla et al., 2002; Ouédraogo et al., 2006). Au Burkina Faso, par exemple, *P. erinaceus* est très recherchée par les artisans pour la confection des instruments de musique comme les balafons et les djembés (Yaméogo, 2005) et pour toute une gamme d'usages incluant le fourrage pour les animaux (Petit et Mallet, 2001), les produits médicinaux (Ouédraogo et al., 2012). Ces usages impliquent des mutilations répétées des individus de *P. erinaceus*. Il est ainsi fréquent de constater des individus émondés dans les champs, les jachères et dans les forêts classées pour alimenter le bétail tant au Burkina Faso qu'au Mali et au Niger. Quant à la forte pression exercée sur les populations de *P. erinaceus*, elle fait de cette espèce l'une des espèces ligneuses les plus menacées et localement disparue au Burkina et au Niger (Nacoulma, 2012), à travers une influence sur sa capacité de régénération.

La régénération naturelle des arbres est reliée à la production des fruits et des graines auxquelles il faut associer le mode de dissémination et les conditions environnementales. Le développement des arbres est quant à lui associé à la capacité de plantules à s'affranchir de toutes les contraintes anthropique et saisonnière pour devenir des plantes adultes (Traissec, 2003). De ce fait, la distribution spatiale de l'arbres-mère, les zones de dissémination des graines ainsi que l'intensité lumineuse jouent un rôle significatif dans la probabilité d'établissement des jeunes plantes (Baraloto, 2003). Ainsi, le pied géniteur pourrait contribuer à l'entretien de jeunes plantes en améliorant les conditions tamponnées du milieu. Si ce phénomène a été bien démontré pour de nombreuses espèces (Hammond et Brown, 1998), il a été par contre, invalidé pour d'autres (Hyatt et al.,

2003). Malgré le fort pouvoir de germination des graines de *P. erinaceus* (Adjonou et al., 2012), le défi majeur réside dans l'incapacité des jeunes pousses à franchir les premières années de vie (Bationo, 2006).

Cette étude vise donc à établir la structure démographique des peuplements de *P. erinaceus* et d'analyser la structure spatiale de la régénération dans la forêt de Tiogo au Burkina afin de diagnostiquer le problème de régénération de *P. erinaceus* et doter les aménagistes d'un outil de gestion durable de peuplements naturels de cette espèce. Spécifiquement, il s'agit d'analyser les paramètres structuraux du peuplement naturel de *P. erinaceus*, de déterminer la distribution spatiale des plantules et leurs relations spatiales avec leurs géniteurs et les autres espèces afin de déceler si la contrainte de relais est liée à l'existence de la compétition ou la facilitation exercée par les autres espèces sur les plantules de *P. erinaceus* à travers l'analyse par processus ponctuel.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Site d'étude

L'étude a été menée dans la forêt classée de Tiogo située dans la province du Sanguié (Burkina Faso) entre 12°11' et 12°24' de latitude Nord et entre 2°39' et 2°52' de longitude Ouest (Figure 1), et couvre une superficie de 30 389 ha à cheval entre les zones climatiques Nord-soudanienne et Sud-soudanienne (Fontès et Guinko, 1995).

Le climat de la forêt classée de Tiogo se caractérise par une pluviométrie moyenne annuelle, calculée sur 20 dernières années (1993-2013), de 837±158 mm et de température journalière moyenne de 19,5 °C pour le mois le plus frais (Janvier) et de 33 °C pour le mois les plus chaud (Avril).

Le relief de la zone est relativement plat et monotone avec quelques buttes cuirassées (Sawadogo, 2009). Les sols sont de type sablo-argileux ou gravillonnaire en surface, gravillonnaire en profondeur, hydromorphes le long des cours d'eau à sesquioxyde de fer de profondeur variable. D'un point de vue de la végétation, les principaux types rencontrés selon Sawadogo

(2009) sont : savane arborée claire, savane arbustive et savane herbeuse caractérisée par des sols superficiels et gravillonnaires.

Collecte des données

Echantillonnage

Eu égard à la faible densité de l'espèce étudiée dans les formations naturelles, deux transects en bandes perpendiculaires de direction Est-Ouest et Nord-Sud d'une longueur totale de 2,14 km et 200 m de large ont été mis en place afin de caractériser les peuplements de *P. erinaceus* (Assogbadjo, 2006). Quant à la caractérisation de la structure spatiale de la régénération (plantules de *P. erinaceus*) permettant de déterminer les interactions biologiques intra et interspécifiques, une parcelle de 0,25 ha (50m*50m) subdivisée en 25 quadrats de 0,01 ha chacun (10m*10m) afin de réduire le biais sur les mesures, a été délimitée.

Mesures de terrain

Dans chaque bande d'observation, un azimut (direction de marche) a été fixé à l'aide d'un GPS. Au fur et à mesure qu'on marche dans cette bande, tous les individus de *P. erinaceus* observés de diamètre à 1,30 m supérieur ou égal à 5 cm ont fait l'objet de mesures. Les mesures ont porté sur la hauteur totale, la hauteur du fût, le diamètre de la tige à 1,30 m du sol, et deux diamètres perpendiculaires du houppier respectivement à l'aide d'une perche graduée de 5 m, d'un compas forestier et d'un mètre ruban de 30 m. En outre, l'état sanitaire de l'individu et le type de sol, déterminé par la méthode tactile, ont été notés.

L'analyse de la distribution spatiale des plantules de *P. erinaceus* et les autres espèces ligneuses par l'approche des processus ponctuels adoptée dans cette étude, requiert une cartographie complète de tous les individus adultes de toutes espèces confondues et plantules de *P. erinaceus* présentes dans la parcelle de relevé (Diouf et al., 2010). Il s'agit en fait de déterminer les coordonnées de la position de chaque individu dans le système d'axe. Seuls les individus ligneux possédant un diamètre supérieur ou égal à 2 cm à 20 cm du sol (du fait de leur

implication dans le processus de compétition ou de facilitation avec les plantules de *P. erinaceus*) ont été cartographiés à l'exception des plantules de *P. erinaceus* qui ont été toutes cartographiées. Ainsi, pour chaque individu, les coordonnées polaires (r, θ) de sa position dans la parcelle ont été mesurées, à l'aide d'un théodolite optique de chantier (Metland, MTXO) et d'un mètre ruban.

Analyse des données

Les tests de comparaison (ANOVA) des paramètres dendrométriques et estimation des paramètres de la distribution théorique de Weibull ont été effectués à l'aide de logiciel Minitab 16. Pour s'assurer d'un bon ajustement entre la distribution des classes de diamètre et de hauteur observées et la distribution théorique de Weibull, le logiciel SAS a été utilisé.

La densité (N), la surface terrière (G) et la hauteur moyenne de Lorey (H) du peuplement (N) ont été calculées.

La densité est le nombre moyen d'individus sur pied estimé à l'hectare. Elle a été calculée par la formule :

$$N = \frac{n}{s} \text{ avec } n : \text{ le nombre d'individus et } s \text{ la superficie couverte par ha.}$$

La surface terrière G est la somme des sections transversales de tous les individus de *Pterocarpus erinaceus* ramenée en m²/ha :

$$G = \frac{\pi}{40000 s} \sum_{i=1}^n d_i^2$$

avec d_i : le diamètre de l'individu i et s la superficie couverte.

Pour la projection des individus sur la carte de la distribution spatiale, il était nécessaire de transformer les coordonnées polaires (r, θ) en coordonnées cartésiennes (x, y) pour obtenir la cartographie globale du site étudié. Il a été donc nécessaire d'homogénéiser à la fois les orientations, et de connaître la position précise des différents piquets (coins des quadrats).

Distribution théorique de Weibull

La distribution théorique de Weibull, caractérisée par 3 paramètres (a, b et c) se distingue des autres par une grande souplesse

d'emploi et une grande variabilité de forme. Sa fonction de densité de probabilité $f(x)$ se présente sous la forme (Rondeux, 1999) :

$$F(x) = \frac{c}{b} \left(\frac{x-a}{b} \right)^{c-1} \exp \left[- \left(\frac{x-a}{b} \right)^c \right]$$

Où x est le diamètre ou la hauteur des arbres et $F(x)$ sa valeur de densité de probabilité
 a = est le paramètre de position
 b = est le paramètre d'échelle ou de taille
 c = est le paramètre de forme lié à la structure observée.

Elle peut prendre plusieurs formes selon la valeur du paramètre de forme (c).

L'approche des processus ponctuels

Pour identifier et quantifier l'organisation spatiale des plantules et des individus adultes de *Pterocarpus erinaceus* et ses relations spatiales avec les autres espèces ainsi que les relations entre les plantules et leurs semenciers, la Fonction $K(r)$ de Ripley (1977) et sa fonction dérivée $L(r)$ de Besag (1977) ont été utilisées. La méthode de Ripley basée sur les distances nécessite de connaître la position de tous les individus à l'intérieur de la parcelle d'étude. Elle permet de caractériser la structure spatiale, de tester

l'hypothèse nulle de distribution aléatoire (processus de Poisson). Lorsque la distribution des semis de points suit une distribution de Poisson (hypothèse nulle), la distribution est aléatoire. On rejette l'hypothèse nulle lorsque la valeur de $L(r)$ se situe au-dessus de la limite supérieure de l'intervalle de confiance et on parle de distribution grégaire. Lorsqu'elle est en dessous de la limite inférieure de l'intervalle de confiance, on parle de la distribution régulière (Diouf et al., 2010). La fonction intertype $L_{12}(r)$ analyse la distribution interspécifique entre espèces différentes ou entre deux générations des individus d'une même espèce (plantules et semenciers). L'intérêt de la méthode de Ripley réside donc dans le fait qu'elle permet de caractériser la structure spatiale simultanément pour plusieurs distances (Goreaud, 2000). Le Logiciel ADS in ADE4 package (<http://pbil.univlyon1.fr/ADE-4/ADE-4.html>); Thioulouse et al., 1997) a été utilisé pour traiter et analyser les données, 1000 simulations ont été réalisées avec un risque de 1% pour une précision de 10%.

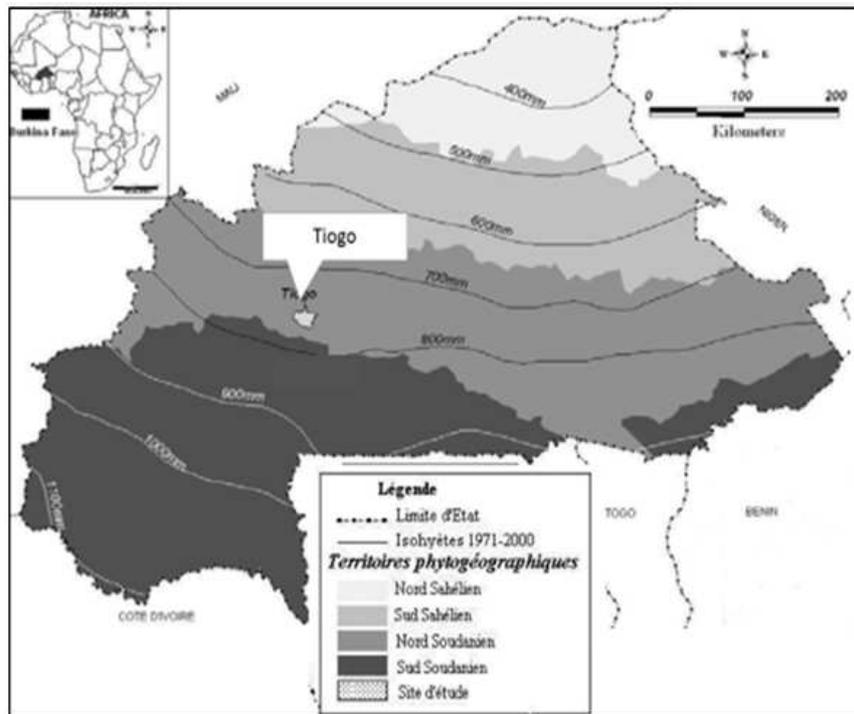


Figure 1 : Carte de la zone d'étude (Fontès et Guinko, 1995).

RESULTATS

Caractéristiques dendrométriques

La densité globale de *P. erinaceus* est de 2,26 individus/ha, cependant la densité des individus intacts est de 1,04 individus/ha et les individus ébranchés représentent 1,21 individus/ha. Cette densité est plus importante sur le sol sablo-limoneux (1,3 individus/ha) que sur sol limono-argileux (0,95 individus/ha) (Tableau 1).

L'espèce *P. erinaceus* de la forêt de Tiogo présente un diamètre moyen de 36,68±15,82 cm et un coefficient de variation (CV) de 43,12% avec une surface terrière du peuplement globale de 0,14 m²/ha. La hauteur moyenne du peuplement est de 9,16±2,29 avec un CV de 25% et une hauteur moyenne du fût de peuplement de 3,68±1,67 m et un CV de 45,38%. Toutefois, il existe des variabilités en fonction du type de sol. Le sol sablo-limoneux se distingue par un diamètre moyen et une hauteur moyenne les plus élevés. Ainsi, sur ce dernier sol, le diamètre moyen est de 44,04±11,98 cm (CV=27,2%) et une hauteur moyenne de 10,04±2,03 m et (CV=20,21%) alors que sur sol limono-argileux, le diamètre moyen est de 37,42±13,85 cm (CV=37,01%) et une hauteur moyenne de 8,54±2,19 m (CV=25,6%). Ces différences sont statistiquement significatives avec $P=0,039$ et $F=4,59$ pour le diamètre et $P=0,043$ et $F=4,36$ pour la hauteur. La distribution en surface terrière est plus élevée au niveau du sol sablo-limoneux (0,091 m²/ha) que sur sol limono-argileux (0,056 m²/ha) (Tableau 1).

Le diamètre moyen de houppier global est de 8,62±3,16 m avec une moyenne de 10,095±2,91 m sur des individus intacts et une moyenne de 7,87±2,94 m sur des individus ébranchés. La hauteur moyenne du fût de peuplement de *P. erinaceus* de la forêt de Tiogo est de 3,68±1,67 m. La hauteur moyenne de fût des individus ébranchés est de 3,97±1,69 m alors qu'elle est de 3,86±1,47 m chez les individus intacts. Cette hauteur moyenne de fût semble avoir un lien avec le type de sol. En effet, la différence est statistiquement très significative avec une probabilité $P=0,001$ et $F=904$. Le sol sablo-

limoneux offre une hauteur du fût plus importante au *P. erinaceus* avec une moyenne de 4,35±1,55 m alors que cette hauteur du fût est de 3,27±1,45 m sur sol limono-argileux (Tableau 1).

Structure de peuplement de *P. erinaceus*

La structure en diamètre et en hauteur de peuplement de *P. erinaceus* de la forêt de Tiogo montre une distribution bimodale. Le premier mode est dominé par des individus de classe de diamètre comprise entre 10 et 30 cm tandis que le deuxième mode est dominé par des individus de classe de diamètre comprise entre 40 et 55 cm. Cette distribution observée des classes de diamètre s'ajuste ($P>0,05$) à une distribution théorique de Weibull avec un paramètre de forme $c=2,021$, suggérant ainsi une distribution asymétrique positive, caractéristique des peuplements mono-spécifiques à prédominance d'individus de faible diamètre (Figure 2 A). La structure en hauteur de ce peuplement montre une distribution avec une prédominance des individus de classe de hauteur comprise entre 4 et 9 m au niveau du premier mode et une prédominance des individus de classe de hauteurs comprises entre 10 et 12 m au niveau du deuxième mode. Globalement, la distribution des classes de hauteurs observées s'ajuste ($P>0,05$) à une distribution théorique de Weibull avec un paramètre de forme $c=4,43$. C'est une distribution asymétrique négative, caractéristique des peuplements mono-spécifiques à prédominance d'individus âgés (Figure 2 B).

La structure des peuplements naturels de *P. erinaceus* de la forêt de Tiogo est une structure perturbée, l'espèce présente un problème des relais c'est-à-dire le passage de stade plantule au stade adulte, l'absence des individus jeunes suggère le manque de recrutement ou le manque de survie pour les plantules qui germent chaque année en saison de pluie.

Configuration spatiale

Les données de cartographie récoltées sur le terrain, ont permis de dresser la carte de distribution des ligneux. Les observations sur

la carte mettent en évidence des zones couvertes et des zones relativement moins denses en plantes ainsi que des gros agrégats formés par les plantules de *P. erinaceus* dans les zones plus ouvertes et leur relation avec des individus adultes de *P. erinaceus*. On observe également que des individus de la même espèce forment des agrégats entre eux (Figure 3). Il est également remarqué que sous le houppier des pieds adultes de *P. erinaceus*, les plantules de cette même espèce sont pratiquement absentes.

Dans le quart d'hectare cartographié, il a été recensé 27 espèces regroupées dans 13 familles avec une prédominance des Combretaceae (22,22%) suivies des Cesalpiniaceae et Rubiaceae (14,81% chacune). Les espèces les plus représentées sont par ordre d'importance numérique, *Anogeissus leiocarpus* (DC.) Guill. et Perr., *Combretum nigricans* var *elliottii* (Engl. Ex Diels) Aubrev., *Ximenia americana* L., *Feretia apodonthera* Del. et *Combretum glutinosum* Perr ex DC.

Relations intra-spécifiques et interspécifiques

Les 9 espèces ligneuses les plus dominantes (Tableau 2) et retenues pour l'analyse de la distribution spatiale des ligneux, présentent une distribution grégaire avec des agrégats de tailles différentes selon les espèces hormis *Combretum glutinosum*, *Combretum micranthum* et *Vitellaria paradoxa* à distribution aléatoire (Tableau 2).

L'espèce *C. nigricans* se caractérise par les plus grands agrégats avec un diamètre moyen de 42 m, tandis que les espèces *A. leiocarpus*, *Ximenia americana* et *Ferethia apodonthera*, présentent des agrégats d'environ 30 m de diamètre en moyenne.

Quant aux plantules de *P. erinaceus*, elles sont distribuées de façon grégaire avec des agrégats dont le diamètre dépasse la limite de notre zone d'étude (Figure 4 C). Le non-retour de la courbe dans l'intervalle de confiance s'explique par l'hétérogénéité spatiale observable sur la carte de distribution, les agrégats sont concentrés dans les zones moins denses et moins couvertes en végétation (Figure 4 B).

La fonction $L_{12}(r)$ a été utilisée pour analyser la distribution interspécifique (Figure 4 D). L'analyse de cette courbe montre une grande répulsion entre les plantules de *P. erinaceus* et toutes les autres espèces. Cette cohabitation se traduit par une compétition entre les plantules de *P. erinaceus* et presque la majorité des espèces présentes dans ce milieu hormis *A. macrostachya* et *V. paradoxa* qui montrent un phénomène de tolérance à l'égard de ces plantules. Cette tolérance est la résultante d'un processus de facilitation exercée par ces deux dernières espèces sur les plantules de *P. erinaceus*.

Une grande répulsion a également été observée entre les plantules de *P. erinaceus* et leurs semenciers (Figure 5) d'une portée moyenne de 9 m. Cette distance correspond à la distance moyenne de répulsion exercée par les semenciers sur leurs plantules soit environ le double de rayon moyen de la couronne de ces semenciers ($8,62 \pm 3,16$ m) (Tableau 1). Par contre, ces individus adultes de *P. erinaceus* tolèrent toutes les espèces en présence hormis *C. glutinosum* et *A. macrostachya*.

Relation entre le recouvrement total et la densité des plantules de *P.erinaceus*

Dans ce quart d'hectare, 432 plantules sont dénombrées et cartographiées dont seules environ 2% dépassent 20 cm de hauteur. La distribution de ces plantules semble avoir un lien avec la densité des autres espèces (Figure 6). Lorsque le recouvrement augmente, la densité des plantules diminue. L'analyse du graphique montre clairement une relation entre la densité de ces plantules et le recouvrement formé par les autres espèces. Les cartes de distribution spatiale (Figure 4 B) illustrent la distribution des plantules de *P. erinaceus* par rapport aux autres espèces.

La Figure 4 montre un bon ajustement par une fonction logarithme avec un bon coefficient de détermination ajusté et la probabilité témoignant ainsi une bonne adéquation du modèle. Cette forte densité de plantules dans les zones relativement peu couvertes pourrait avoir un lien avec la germination de semences de *P. erinaceus*. Toutefois, les graines montrent une préférence des zones ouvertes pour germer.

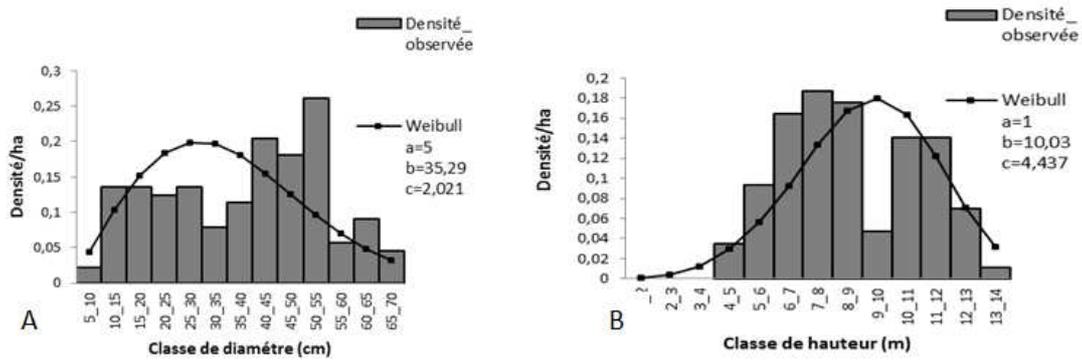


Figure 2 : Structure en diamètre (A) et structure en hauteur (B).

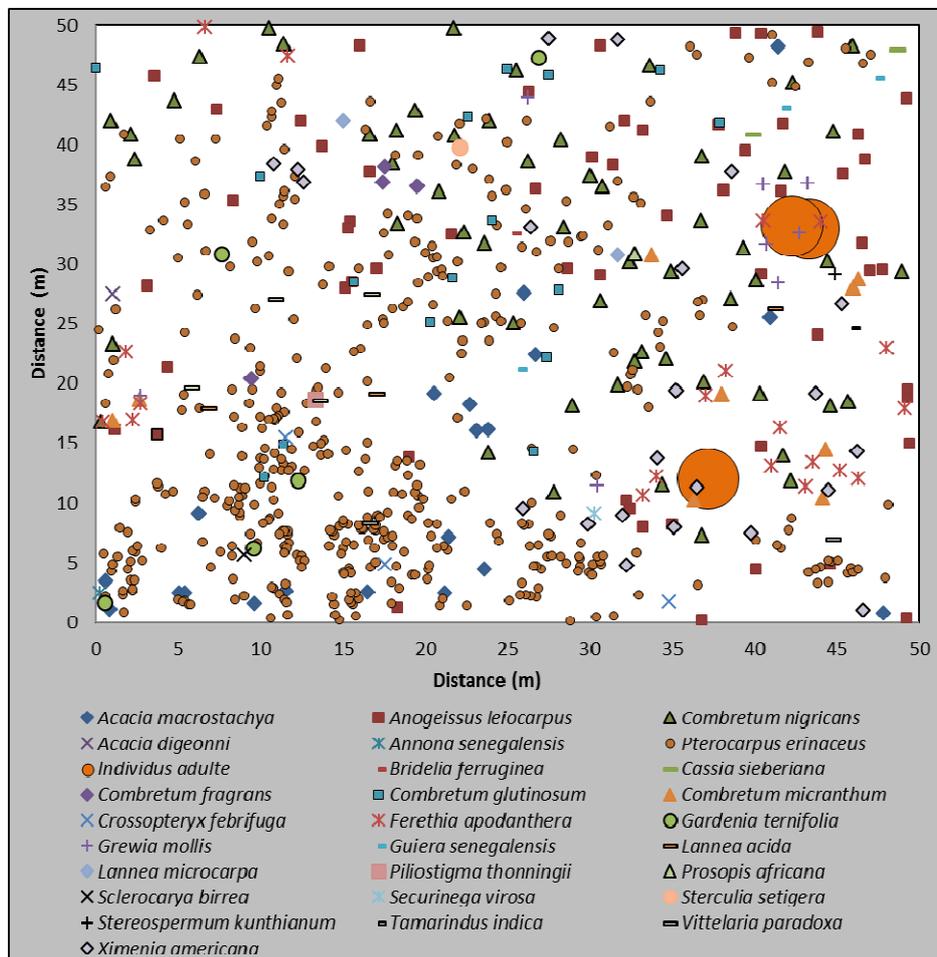


Figure 3 : Distribution spatiale de tous les individus ligneux, les gros motifs représentent les semenciers de *P. erinaceus*, chaque espèce est représentée par un motif différent.

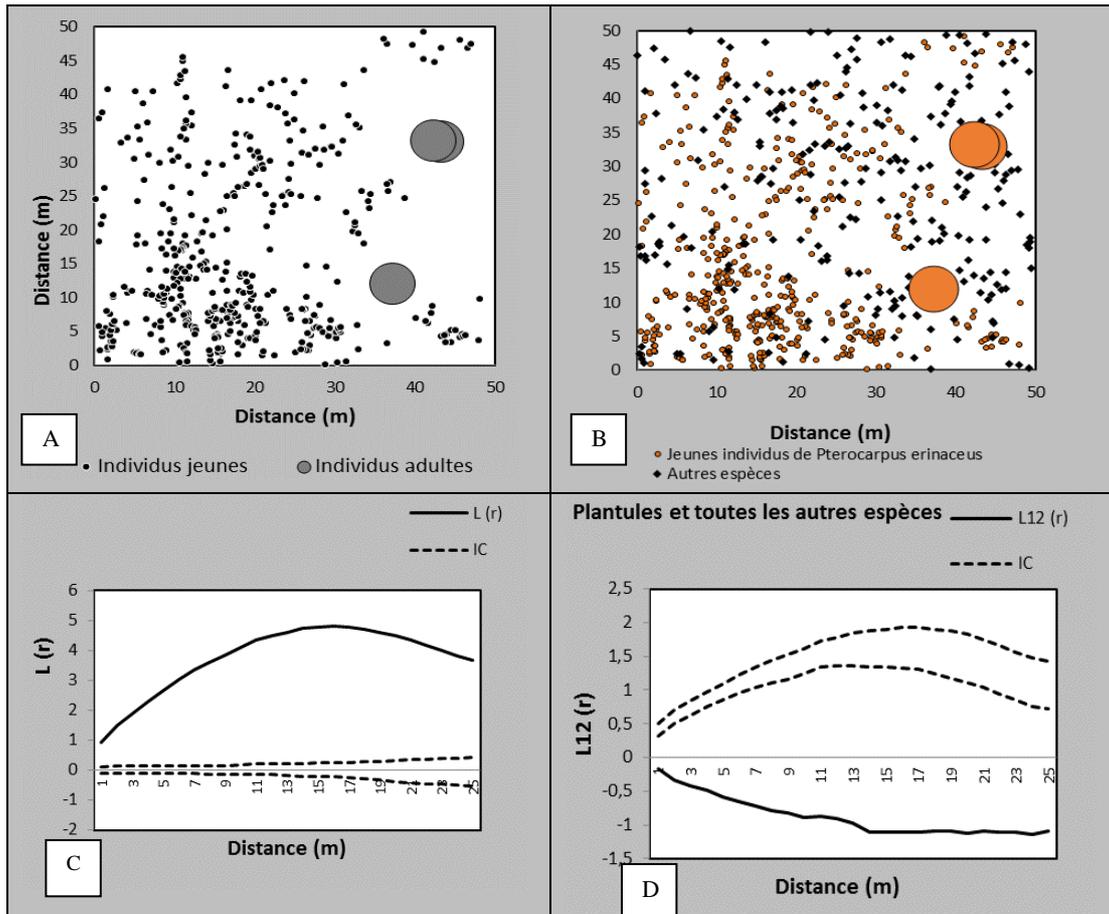


Figure 4 : Distribution spatiale des individus adultes et jeunes plantule de *P. erinaceus* (A) ; Distribution des jeunes plantules et toutes les autres espèces (B) ; Courbe de la fonction $L(r)$ des jeunes plantules de *Pterocarpus erinaceus* (C) ; Courbe de la fonction $L_{12}(r)$ des jeunes plantules et les autres espèces (D).

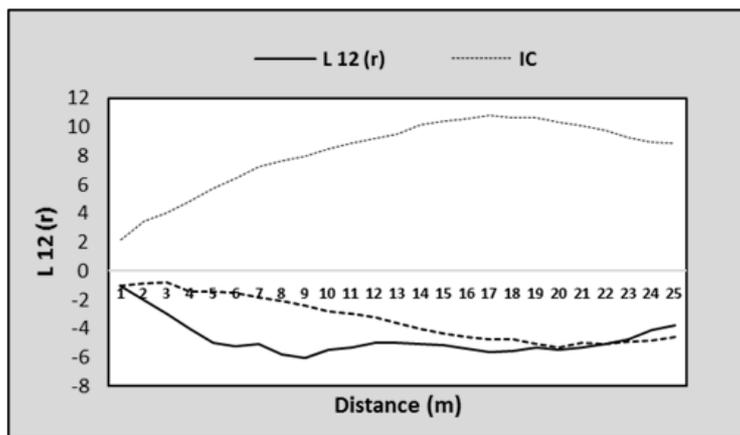


Figure 5 : Fonction $L_{12}(r)$ illustrant la répulsion entre les plantules et les adultes de *Pterocarpus erinaceus*.

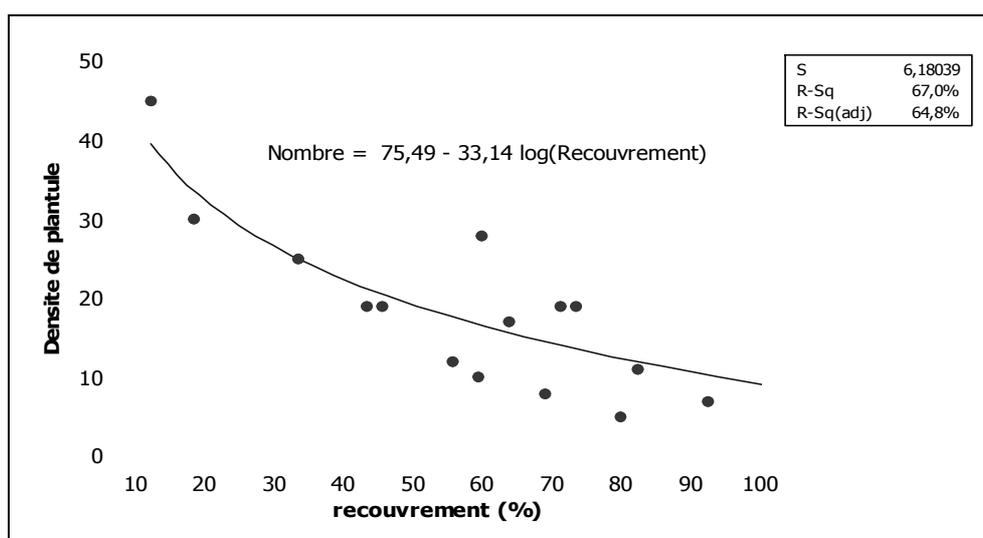


Figure 6 : Relation entre la densité des plantules et le recouvrement des autres espèces.

Tableau 2 : Relation intra et interspécifique.

Espèces	Intra-spécifique		Interspécifique	
	Distribution	Taille d'agrégat	Adulte	Plantules et autres
<i>Anogeissus leiocarpus</i>	Grégaire	30	Tolérance	Répulsion
<i>Combretum nigricans</i>	Grégaire	42	Tolérance	Répulsion
<i>Ferethia apodonthera</i>	Grégaire	28	Tolérance	Répulsion
<i>Combretum glutinosum</i>	Aléatoire	-	Répulsion	Répulsion
<i>Ximenia americana</i>	Grégaire	30	Tolérance	Répulsion
<i>Acacia macrostachya</i>	Grégaire	24	Répulsion	Tolérance
<i>Grewia mollis</i>	Grégaire	14	Tolérance	Répulsion
<i>Combretum micranthum</i>	Aléatoire	-	Tolérance	Répulsion
<i>Vitellaria paradoxa</i>	Aléatoire	-	Tolérance	Tolérance

Tableau 1 : Caractéristiques dendrométriques des peuplements de *P. erinaceus* de la forêt de Tiogo.

	Unité	Densité (individu / ha)	Diamètre moyen (cm)	Hauteur moyenne (m)	Surface terrière (m ² /ha)	Diamètre moyen de houppier (m)	Hauteur moyenne de fût (m)
Etat	Global	2,26	36,68±15,82	9,16±2,29	0,146	8,62±3,16	3,68±1,67
	Intact	1,0485	40,43±13,73a	9,75±2,25a	0,061	10,095±2,91	3,86±1,47a
	Ebranché	1,2115	41,76±13,17a	9,39±2,31a	0,075	7,87±2,94	3,97±1,69a
Type de sol	Limono_argileux	0,9545	37,42±13,85	8,54±2,19	0,056	8,06±3,70a	3,27±1,45
	Sablo_limoneux	1,3055	44,04±11,98	10,04±2,03	0,091	9,41±2,48a	4,35±1,55

Par colonne, les chiffres suivis de la même lettre ne sont pas significativement différents au seuil de 5% de probabilité.

DISCUSSION

L'analyse des caractéristiques dendrométriques de *P. erinaceus* de la forêt de Tiogo dans la zone soudanienne au Burkina Faso montre que les individus les plus gros en termes de diamètre et de hauteur appartiennent au sol sablo-limoneux. Ces sols à texture moyenne plus ou moins profonds, favorisent l'infiltration et le stockage des eaux offrant ainsi des meilleures conditions de croissance aérienne aux plantes des facilités à la prolifération du système racinaire. Plusieurs auteurs ont mis en évidence la relation entre le type de sol et la croissance (Traissac, 2003 ; Bationo et al., 2010a). La densité élevée des individus sur sol limono-argileux s'explique par la prédominance de ces dépôts sur l'ensemble de la forêt. Cependant, la densité de *Pterocarpus erinaceus* dans la forêt de Tiogo est nettement inférieure à celle trouvée par Ouédraogo (2006) dans la zone soudanienne du Burkina Faso.

La forêt de Tiogo à l'instar de toutes les forêts de la zone soudanienne est victime de la pression pastorale. Les bergers y séjournent et coupent les branchages de plusieurs espèces dont principalement *P. erinaceus* pour alimenter le bétail surtout en saison sèche. Cette pratique pourrait être responsable de la différence de houppiers observée en termes de diamètre moyen entre individus ébranchés et les individus intacts.

Structure de peuplement de *P. erinaceus*

La structure en diamètre et en hauteur observée dans le cadre du présent travail témoigne du problème lié au manque de relais entre les plantules de *P. erinaceus*, les jeunes individus et les individus adultes. Les individus prédominants sont des individus adultes aussi bien en termes de diamètre qu'en termes de hauteur. Les mêmes allures ont été observées par Ouédraogo (2006). Selon cet auteur *P. erinaceus* est caractérisé par une dominance des classes de diamètre de 10 à 15 cm dans le sud-sahélien et de 20 à 25 cm dans la zone Nord-soudanienne. Toutefois, les individus de classe de diamètre inférieur à 10 cm sont très peu présents. En effet, le potentiel de régénération existe, mais les

plantules sont incapables de franchir le stade de plantule pour le stade adulte. Les principaux obstacles sont entre autres les feux de végétation, la pression des herbivores et la diminution des régimes pluviométriques (Bationo, 2003 ; Yaméogo, 2005).

Interactions biologiques : compétition et facilitation

Les méthodes d'analyse spatiale employées ont permis de décrire et d'inférer la structure spatiale de *P. erinaceus* et ses relations spatiales avec les autres espèces. Elle a permis de comprendre les modulations régulatrices des processus écologiques contrôlées par l'environnement sur la germination et la distribution spatiale des plantules de *P. erinaceus* ainsi que leurs relations spatiales avec leurs semenciers et les autres espèces. La distribution spatiale des individus de toutes espèces suggère, d'une manière générale, une répartition spatiale grégaire hormis quelques espèces qui ont une distribution aléatoire. La distribution grégaire observée chez certaines de ces espèces étudiées pourrait être liée à leur mode de dissémination. La formation d'agrégats et la présence de densité locale forte sont assez souvent observées pour des espèces structurantes ou communes (Ashton et al., 2000 ; Diouf et al., 2010). Les individus adultes de *P. erinaceus* tolèrent l'ensemble des espèces hormis *C. glutinosum* et *A. macrostachya*, par contre l'ensemble des espèces sont en compétition avec les plantules, sauf l'espèce *A. macrostachya* qui est en répulsion avec les adultes mais qui tolère les plantules de *P. erinaceus*. En effet, la compétition observée peut s'expliquer d'une part par le fait que les espèces telles que *Feretia apodanithera*, *Ximenia americana*, *C. glutinosum* et *C. micranthum* sont des espèces à racines traçantes et prospectent le même horizon du sol que les plantules et d'autre part par le fait que les plantules préfèrent les milieux ouverts pour germer et évitent le recouvrement formé par ces espèces. Toutefois, cette compétition semble être racinaire et elle se manifeste par un évitement des racines des pieds voisins en redirigeant la

croissance de leurs racines et des pousses dans une autre direction (Callaway, 2002 ; Diouf et al., 2010). La compétition entre les plantules de *P. erinaceus* et leurs semenciers peut s'expliquer par la présence du phénomène allélopathique (Fonton, 2012). Selon Traissec (2003), la dissémination est le résultat des interactions de l'espèce avec son environnement abiotique comme la préférence édaphique et l'adaptation à différentes intensités lumineuses ainsi que les facteurs biotiques comme la compétition interspécifique, la prédation et la dissémination.

Analyse de la régénération

Les résultats obtenus ont permis de mettre en évidence une inhibition de la régénération dans une zone à forte densité d'adultes de *P. erinaceus* mais aussi d'autres espèces ligneuses. La dissémination des graines, évidemment suivant la direction du vent, s'effectue à courte distance d'environ 9 m en moyenne. Le recrutement est limité dans l'environnement immédiat des agrégats d'autres espèces du fait de la formation des agrégats par la plupart des espèces et leur répulsion avec les plantules. Mais selon nos observations, les rares recrutements sous les houppiers d'autres espèces ont plus de chance de survivre, particulièrement sur les vieilles termitières où le recouvrement est important. L'individu profitera des microclimats créés sur la termitière par diverses espèces telles que *G. flavescens*, *D. mespiliformis* et quelques espèces de la famille des Combretaceae. Le travail du sol par les termites améliore la porosité du sol qui favorise l'infiltration des eaux créant ainsi un microclimat édaphique favorable à l'installation et au développement d'une végétation ligneuse (Diallo, 2001 ; Bationo et al., 2001a). En plus, ces milieux écologiques sont épargnés par le feu de végétation, et les jeunes plantules de *P. erinaceus* peuvent échapper aux dents des herbivores.

Conclusion

Les peuplements naturels de *P. erinaceus* dans la forêt de Tiogo en zone

Soudanienne ont une distribution des classes de hauteur et de diamètre avec prédominance d'individus des classes moyennes. Les individus jeunes sont faiblement représentés. Par contre, on note la présence d'un nombre élevé des plantules de cette espèce qui germent en saison de pluie. Pour germer les graines de *P. erinaceus* ont besoin des zones ouvertes. De ce fait, le pouvoir germinatif des semences de *P. erinaceus* est-il fonction de l'intensité lumineuse ou du degré d'exposition à la lumière ? Toutefois, cet état de fait suggère la compétition entre les plantules de *P. erinaceus* et leur géniteur d'une part et entre les plantules et la plupart des espèces en présence. La germination préférentielle des zones ouvertes expose ces plantules à la sécheresse pendant la saison sèche, aux feux de végétation et à la dent des herbivores qui parcourent chaque jour les forêts en zone soudanienne.

REMERCIEMENTS

A la commission de l'UEMOA qui a financé cette recherche à travers son programme PAES (Appui à l'enseignement supérieur) dans ses pays membres.

REFERENCES

- Adjonou K, Ali N, Kokutse AD, Segla KN, Kokou, K. 2010. Étude de la dynamique des peuplements naturels de *Pterocarpus erinaceus* Poir. (Fabaceae) surexploités au Togo. *Bois et Forêts des Tropiques*, **306**(1): 33-43.
- Assogbadjo AE, Glèlè KR, François HA, Akomian FA, Gbèlidji FV, Tina KJT, Codjia C. 2010. Ethnic differences in use value and use patterns of the threatened multipurpose scrambling shrub (*Caesalpinia bonduc* L.) in Benin. *Journal of Medicinal Plants Research*, **4**: November 2010.
- Assogbadjo AE. 2006. Importance socio-économique et étude de la variabilité écologique, morphologique, génétique et biochimique du baobab (*Adansonia digitata* L.) au Bénin. *Thèse de doctorat*. Faculty of Bioscience Engineering, Ghent University, Belgium, P. 213.

- Baraloto C. 2003. Régénération forestière naturelle : de la graine à la jeune tige. Description et dynamique des milieux forestiers *Rev. For. Fr.* **LV**, **2003**: 179-187.
- Bationo BA, Somé NA, Ouédraogo SJ, Kalinganire A. 2010. a. Croissance comparée des plantules de cinq espèces ligneuses soudanaises élevées en rhizotron. *Sécheresse*, **21**(3): 196-202.
- Bationo BA, Ouédraogo SJ, Somé NA, Guinko S. 2001a. Rongeurs fouisseurs et régénération naturelle dans une savane boisée du Burkina Faso. *Bois et Forêts des Tropiques*, **271**: 104-106.
- Bationo BA, Ouédraogo SJ, Somé NA, Pallo F, Boussim IJ. 2005. Ecologie de la régénération naturelle de *Isobertinia doka* Craib. et stapf. dans la forêt classée de Nazinon (Burkina Faso). *Cahiers d'Agriculture*, **14**(3): 1-9.
- Bationo BA., Ouédraogo SJ., Guinko, 2001. Longévité des grains et contraintes à la survie des plantules d'*Azelia Africana* Sm. Dans une savane boisée du Burkina Faso. *Ann. For. Sci.*, **58**: 69-75.
- Callaway RM. 2002. The detection of neighbors by plants. *Trends in Ecology & Evolution*, **17**(3): 104-105.
- Condit RP, Ashton S, Baker P, Bunyavejchewin S, Gunatilleke S, Gunatilleke N, Hubbell SP, Foster RB, Itoh A, LaFrankie JV, Lee HS, Losos E, Manokaran N, Sukumar R, Yamakura T. 2000. Spatial patterns in the distribution of tropical tree species. *Science*, **288**: 1414-1418.
- Diallo BO. 2001. Biologie de la reproduction et évaluation de la diversité génétique chez une légumineuse : *Tamarindus indica* L. (Caesalpinioideae). Thèse de doctorat. Montpellier II, p. 119.
- Diouf A, Nicola B, Mahamane A, Lejoly J, Saadou M, Bogaert J. 2010. Caractérisation de la structure spatiale des individus ligneux dans une brousse tachetée au sud-ouest du Niger. CNRS. *Rev. Can. Rech. For.* **40**: 827-835.
- FAO. 2000. Les produits Forestiers Non-Ligneux au Niger; connaissances actuelles et tendances; Collecte et analyse de données pour l'aménagement durable des forêts - joindre les efforts nationaux et internationaux. Rapport d'activités, p. 77.
- Fontès J, Guinko S. 1995. Carte de la végétation et de l'occupation du sol du Burkina Faso. Ministère de la Coopération Française: projet campus (88 313 101), P. 67.
- Fonton NH, Atindogbe G, Fandohan B, Lejeune P, Ligot G. 2012. Structure spatiale des arbres des savanes boisées et forêts claires soudanaises : implication pour les enrichissements forestiers. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, **16**(4): 429-440.
- Goreaud F. 2000. Apports de l'analyse de la structure spatiale en forêt tempérée à l'étude et la modélisation des peuplements complexes. Thèse de Doctorat, Option Sciences Forestières, ENGREF, Nancy, P. 526.
- Hyatt LA, Rosenberg MS, Howard TG, Bole G, Fang W, Anastasia J, Brown K, Grella R, Hinman K, Kurdziel JP, Gurevitch J. 2003. The distance-dependent prediction of the Janzen-Connell hypothesis: a meta-analysis. *Oikos*, **103**: 590-602.
- Lamien N. 2006. Fructification du Karité (*Vitellaria paradoxa* C. F. Gaertn.) : Facteurs de déperdition, Amélioration et prévision des rendements à Boundoukuy, Ouest Burkina-Faso. Thèse de doctorat, Université de Ouagadougou, p. 114.
- Nacoulma BMI. 2012. Dynamique et stratégie de conservation de la végétation et de la phytodiversité du complexe écologique du Parc National du W du Burkina Faso. Thèse de doctorat Université de Ouagadougou, P. 151.
- Ouedraogo A, Adjima T, Hahn-Hadjali K, Guinko S. 2006. Diagnostic de l'état de dégradation des peuplements de quatre espèces ligneuses en zone soudanienne du Burkina Faso. *Sécheresse*, **17**(4): 485-491.
- Ouedraogo N, Sawadogo RW, Tibiri A, Bayet C, Lompo M, Hay AE, Koudou J, Dijoux MG, Guissou IP. 2012. Pharmacological

- properties and related constituents of stem bark of *Pterocarpus erinaceus* Poir. (Fabaceae). *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, **2012**: 46-51.
- Ouôba P. 2005. Flore et végétation de la forêt classée de Niangoloko, Sud-Est du Burkina- Faso. Thèse de doctorat, Université de Ouagadougou, p. 139.
- Petit S. 2000. Environnement, conduite des troupeaux et usage de l'arbre chez les agropasteurs peuhls de l'ouest de Burkina Faso Approche comparative et systématique de trois situations : Barani, Kourouma, Ouangoldougou. Thèse de doctorat, Univ. D'Orléans. France, p. 522.
- Ripley BD. 1977. Modelling spatial patterns. *Journal of the Royal Statistical Society*, **B39**: 172-212.
- 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 Doctorat d'Etat. Université de Ouagadougou, p. 142 + Annexe.
- Sinsin B, Eyog Matig O, Assogbadjo AE, Gaoué OG, Sinadouwirou T. 2004. Dendrometric characteristics as indicators of pressure of *Azalia africana* Sm. Dynamic changes in trees found in different climatic zones of Benin. *Biodiversity and Conservation*, **13**: 1555-1570.
- Traissec S. 2003. Dynamique spatiale de *Vouacapoua americana* (Aublet), arbre de forêt tropicale humide a répartition agrégée. Thèse de doctorat, Université Claude Bernard, Lyon 1, p. 201 + Annexe.
- Yaméogo ND. 2005. Contribution à l'exploitation rationnelle des ligneux à usages culturel et artisanal dans la province du Houet (Bobo-Dioulasso) ; mémoire de fin de cycle ENEF, p. 60.