

IMPACT DE L'EXPLOITATION DU BOIS ÉNERGIE SUR LA VÉGÉTATION DANS LA PRÉFECTURE DE TCHAOUDDJO AU TOGO

KAINA Ayeki*, **WALA Kpérkouma**, **KOUMANTIGA Dabitora**,
FOLEGA Fousséni, **AKPAGANA Koffi**

Laboratoire de Botanique et Écologie Végétale, Université de Lomé, Togo

RÉSUMÉ

Au Togo, la majorité de la population fait recours au bois énergie pour la cuisson des aliments, le chauffage et l'artisanat engendrant de fortes pressions sur les formations végétales. La région centrale est l'un des grands bassins de production de bois énergie. La présente étude menée dans la préfecture de Tchaoudjo (région centrale) a pour objectif d'évaluer l'impact de l'exploitation du bois-énergie sur les formations végétales. L'approche méthodologique a combiné les inventaires floristiques et forestiers aux enquêtes ethnobotaniques. Les inventaires ont été réalisés dans 44 placettes. Quant aux enquêtes, elles ont été conduites sur un échantillon de 146 producteurs de bois-énergie. Les données ainsi collectées ont fait objet de traitement.

Suivant les indices de valeur d'importance, les espèces utilisées pour la production du bois énergie sont les moins représentées dans la végétation ; la densité des tiges à l'hectare, la surface terrière et la biomasse diminuent significativement des zones non exploitées aux zones exploitées.

Les enquêtes révèlent 34 espèces végétales rapportées comme source d'énergie : 65% utilisées dans la production du bois de chauffe et 47% utilisées dans la production du charbon de bois. Les espèces comme *Uapacca togoensis*, *Isobertinia doka*, *Terminalia glaucescens*, *Parinari curatellifolia* et *Hymenocardia acida* sont les plus utilisées dans la production du bois de chauffe tandis que *Prosopis africana*, *Vitellaria paradoxa*, *Pterocarpus erinaceus*, *Pericopsis laxiflora* et *Burkea africana* sont les plus utilisées pour la production du charbon de bois. Néanmoins, les coupes augmentent les potentialités de régénération par voie végétative de certaines espèces sauf que le développement et l'atteinte à l'étape adulte est confrontée à de nombreuses contraintes telles que les feux de végétation et la coupe des individus juvéniles.

Mots clés : bois-énergie, diversité, biomasse Tchaoudjo, Togo.

ABSTRACT

Impact of wood-energy use on vegetation in the Prefecture of Tchaoudjo (Togo)

In Togo, most of the population use biomass-based energy (or wood-energy) for cooking, heating and handicraft, leading therefore to high pressure on plant cover. Therefore, this study was conducted in the District of Tchaoudjo (Togo) to assess the impact of wood-energy use on plant cover. The methodological approach included surveys, forest and flora inventories within 44 plots. 146 respondents were interviewed and included mostly wood-energy producers. Data were processed.

Pursuant to the importance value indexes (IVI), high preference species are less represented in vegetation; tree density per hectare, tree surface area and woody biomass were significantly low in areas affected by wood-energy production.

*According to producers, 34 species are used as source of energy: 65 per cent used as wood-energy and 47 per cent for charcoal production. *Uapacca togoensis*, *Isobertinia doka*, *Terminalia glaucescens*, *Parinari curatellifolia* and *Hymenocardia acida* were the most used for wood-energy while *Prosopis africana*, *Vitellaria paradoxa*, *Pterocarpus erinaceus*, *Pericopsis laxiflora* and *Burkea africana* are species mostly used in charcoal production. Nevertheless, tree cutting increased the regeneration potential of some species although the growth of these saplings is undermined by several factors including bush fires and tree cutting.*

Keywords: *Wood-energy, diversity, biomass, Tchaoudjo, Togo.*

INTRODUCTION

La satisfaction des besoins énergétiques des populations reste un enjeu majeur face à l'amenuisement des ressources et à la croissance démographique. Dans le monde, plus de 2,4 milliards (soit environ le tiers de la population mondiale) de personnes dépendent encore aujourd'hui de l'énergie tirée de la biomasse (bois de chauffe et charbon de bois) pour la cuisson et le chauffage. Il est estimé que la moitié du bois extrait des forêts dans le monde est utilisée sous forme de bois de feu et de charbon de bois (FAO, 2008).

En Afrique, les combustibles ligneux constituent les principales sources d'énergie pour une grande majorité des ménages et des unités artisanales tant en milieu urbain que rural. Le bois entre pour plus de 90% dans la satisfaction des besoins énergétiques des populations des pays en voie de développement (Fontodji *et al.*, 2009 ; Gazull, 2009).

Au Togo, comme dans la plupart des pays en développement, la biomasse est la principale source énergétique pour les ménages et les artisans et représente à plus de 86% de la consommation de l'énergie totale des populations (Kokou *et al.*, 2009). Le rapport sur le bois-énergie en 2007

IMPACT DE L'EXPLOITATION DU BOIS ÉNERGIE SUR LA VÉGÉTATION DANS LA PRÉFECTURE DE TCHAOU DJO AU TOGO

estime à 5 349 000 tonnes, la consommation annuelle de bois-énergie. La biomasse représente 50% des prélèvements ligneux du pays (REDD⁺-Togo). La surexploitation des ressources forestières à des fins énergétiques accroît la pression déjà importante sur les écosystèmes (Kohlin *et al.*, 2003). Elle contribue à la déforestation et à la dégradation des forêts de même qu'aux émissions des gaz à effet de serre.

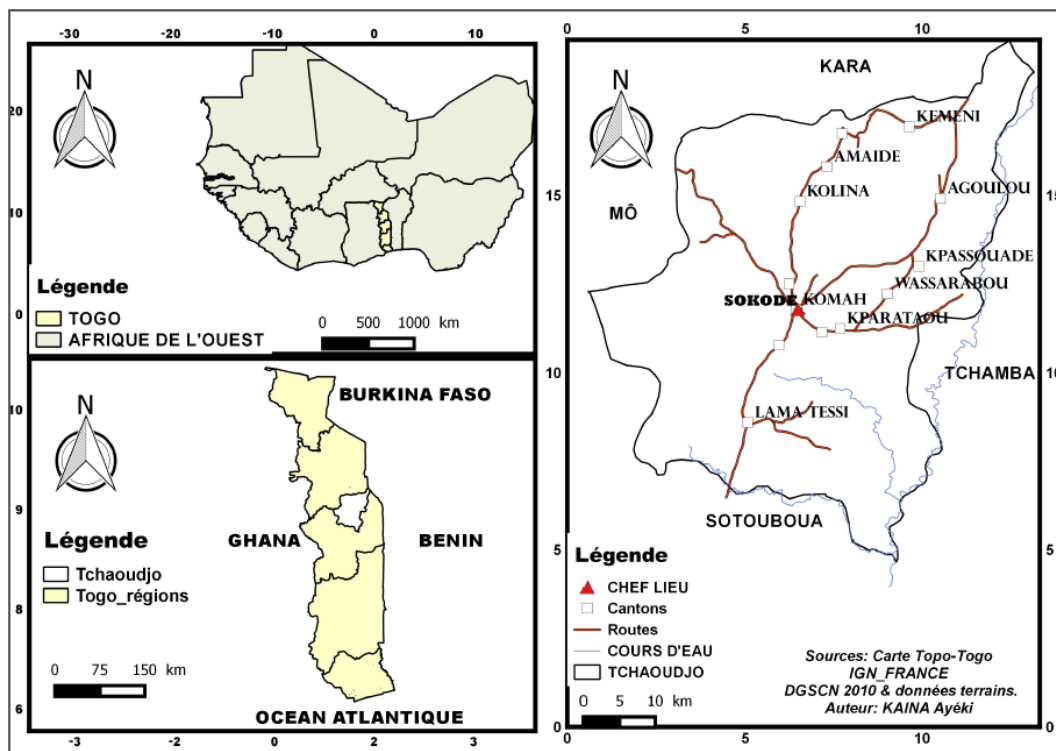
La production du bois énergie se fait dans toutes les régions du pays dont la région centrale qui est l'une des grandes pourvoyeuses de bois énergie des grands centres urbains (ProDRA., 2014). La préfecture de Tchaoudjo dans la région centrale est au cœur des zones à forte conservation de la biodiversité. Cependant, elle est un grand carrefour commercial de bois-énergie qui de plus coûterait moins cher dans la préfecture. La production de bois énergie est l'une des sources de revenu des populations de cette préfecture surtout les plus démunis. On assiste donc à d'important flux de bois-énergie des villages de cette préfecture vers les villes avoisinantes et Lomé la capitale. Malheureusement, ces importants flux de charbon de bois et de bois de chauffe proviennent des formations végétales naturelles constituant un frein à la biodiversité. Il est impérieux de mener des interventions pour une gestion rationnelle de ces ressources ligneuses afin de satisfaire les besoins des populations sans porter atteinte à la préservation de l'environnement. Plusieurs travaux ont été faits dans ce sens mais les données existantes sont à l'échelle nationale. Il est difficile à des échelles locales de disposer de données nécessaires pour une gestion durable de la production du bois-énergie. La présente étude veut évaluer l'impact de la production du bois énergie sur la végétation dans la préfecture de Tchaoudjo. Plus spécifiquement, elle veut identifier les espèces ligneuses utilisées pour la production du bois énergie et caractériser les formations végétales en fonction du degré d'exploitation.

1. CADRE GEOGRAPHIQUE ET METHODOLOGIQUE

1.1. Cadre d'étude

Localisée dans la région centrale du Togo, la préfecture de Tchaoudjo est limitée au Nord par la préfecture de la Kozah, au Sud par la préfecture de Sotouboua, à l'Est par la préfecture de Tchamba et à l'Ouest par la préfecture de Mô. Elle se situe entre les latitudes 0°45' et 9°15' Est et les longitudes 0°45' - 1°30' Nord.

Figure 1 : Localisation de la zone d'étude



Le régime climatique est du type soudano-guinéen. Les précipitations varient entre 1 000 mm et 1 300 mm Elle appartient au domaine phytogéographique soudanien (White, 1986). Elle est incluse dans la zone écologique II (Ern, 1979) du Togo. On y distingue des forêts semi humides, des forêts denses, des forêts sèches, des forêts claires et des savanes boisées à *Isobertia spp*, etc. (Brunel et al., 1984 ; Woegan, 2007 ; Dourma, 2008). Des forêts galeries longent les cours d'eau. La strate arborescente est d'environ 30 m de haut.

La végétation est fortement menacée par la pression agricole, le déboisement abusif pour les besoins en énergie et en bois d'œuvre, les feux de brousse annuels et les flux migratoires des transhumants.

1.2. Méthodologie

1.2.1. Collecte des données

L'approche méthodologique pour la collecte des données a combiné deux méthodes : les enquêtes ethnobotaniques et les inventaires floristiques et forestiers.

IMPACT DE L'EXPLOITATION DU BOIS ÉNERGIE SUR LA VÉGÉTATION DANS LA PRÉFECTURE DE TCHAOUDJO AU TOGO

Enquêtes

La méthodologie utilisée est celle des entretiens semi-structurés par interviews individuels (Atakpama *et al.*, 2015) afin d'éviter l'influence des enquêtés par d'autres personnes. Les enquêtes des producteurs ont été précédées de celle des responsables de l'environnement, du pouvoir local et des commerçant(e)s de bois énergie (chefs cantons, chefs villages, notables, le comité de développement du village). Ces interviews des responsables locales ont permis dans un premier temps d'identifier les zones à forte production du bois énergie dans la préfecture et dans un second temps de choisir au hasard les producteurs de bois énergie à enquêter sans distinction de sexe ni d'âge. 146 producteurs (dont 56 femmes et 70 hommes d'âge comprise entre 15 et 58 ans) ont été enquêtés et les informations recueillies sont : les espèces utilisées pour la production du bois énergie (noms en langue locale) et les moyens d'accès à la ressource. Ces interviews des producteurs étaient suivies simultanément d'une observation directe des espèces utilisées afin de noter les noms scientifiques de chaque espèce. Ces enquêtes ont permis d'identifier les espèces les plus utilisées dans la production du bois énergie.

Inventaires floristiques et forestiers

Une orientation par la présence des coupes et/ou des meules de carbonisation a permis d'installer et de réaliser 44 placettes afin d'étudier l'impact de l'exploitation du bois énergie sur les espèces et les formations végétales. Ces placettes ont été de tailles variables en fonction du type de formation végétale :

- 1000 m² (50m×20m) dans les forêts, 2500 m² (50m× 50m) dans les agroforêts et savanes,
- 500 m² (50m ×10m le long des cours d'eau (Akpagana, 1989 ; Natta *et al.*, 2003 ; Adjossou, 2009).

Les inventaires floristiques ont consisté à relever toutes les espèces végétales ligneuses présentes dans les placettes en leur affectant un coefficient d'abondance dominance suivant l'échelle de Braun-Blanquet (1932). Les inventaires forestiers ont concerné les ligneux.

Dans chaque placette, les paramètres dendrométriques tels que la hauteur du fût, la hauteur totale et la circonférence de tous les individus d'arbres (individus à dbh \geq 10 cm) ont été mesurés. Le nombre de pieds coupés a été noté ainsi que le degré d'exploitation (très exploité, moyennement exploité et non exploité).

Il a aussi été installé trois sous placettes de 25m² (5m×5m) de façon diagonale dans chaque placette pour étudier la régénération qui a consisté à compter le nombre de tous les individus ligneux à D <10 Cm conformément

aux travaux de Brunel *et al.* (1984) et Akoègninou *et al.* (2006). L'étude de la régénération permet de connaître l'impact de la coupe sur les espèces ligneuses. Les espèces ont été identifiées directement sur le terrain grâce à la Flore Analytique du Togo (Brunel *et al.*, 1984) et à la Flore Analytique du Bénin (Akoègninou *et al.*, 2006). Les espèces non identifiées ont été herborisées et identifiées à l'herbier de l'Université de Lomé.

1.2.2. Traitement des données

Analyse floristique

La richesse spécifique (Rs), l'indice de Shannon (H'), l'indice d'équitabilité de Piérou (E) ont été calculés selon les formules :

$$Rs = No \quad (1)$$

$$H' = - \sum_{i=1}^s pi \log_2(pi) \quad (2)$$

$$E = \frac{H'}{H' \max} = - \frac{\sum_{i=1}^s pi \log_2(pi)}{\log_2(s)} \quad (3)$$

Avec s = nombre d'espèces

De même, la dominance relative et la densité relative ont été calculées suivant les relations :

$$Dor = gi \times 100 / Gt \quad (4) \text{ avec } gi = \text{surface terrière totale des individus de l'espèce } i$$

et Gt = surface terrière totale de toutes les espèces.

$$Dr = \frac{ni}{N} \times 100 \quad (5)$$

Dr: densité relative, ni : nombre d'individus de l'espèce i,
N : nombre total d'individus de tous les espèces).

Calcul des Indices à Valeur d'Importance (IVI)

Les indices à valeur d'importance ont été calculés suivant la formule :

$$IVI = Fr + Dr + Dor \quad (6)$$

Avec IVI= indice de valeur d'importance, Fr= fréquence relative, Dr= Densité relative et Dor= dominance relative.

Calcul des paramètres dendrométriques

Les paramètres dendrométriques telles que la densité des tiges à l'hectare et la surface terrière ont été calculés. La surface terrière est calculée suivant la formule :

$$G = \pi / (4 \times S) \times \sum 0.0001 \times D^2 \quad (7)$$

G en m²/ha, D le diamètre en (m) à 1,30 m du sol.

IMPACT DE L'EXPLOITATION DU BOIS ÉNERGIE SUR LA VÉGÉTATION DANS LA PRÉFECTURE DE TCHAOUDJO AU TOGO

Le biovolume et la biomasse vivante ont été estimés selon les formules suivantes :

$$\text{Biovolume (en cm}^3\text{)} = [(D^2 \times \pi \times h)/4] \times 0,546 \times 1,28 \quad (8)$$

($\pi = 22/7$; 1,28 = “facteur d’expansion racinaire” ; 0,546 = facteur forme de l’arbre ;

D = diamètre de l’arbre en cm ; h = hauteur de l’arbre en cm)

$$\text{Biomasse (en kg)} = (\text{Biovolume} \times 0,58).10^{-3} \quad (9)$$

(0,58 g/cm³ = densité du bois par défaut pour les forêts tropicales d’Afrique (GIEC, 2006 ; Mugnier & al., 2009)).

Les données d’inventaire ont servi en outre au calcul des taux de prélèvement suivant la formule :

$$\text{Txp} = Dv/Dt \times 100$$

(10)

Txp : le taux de prélèvement, Dv : le nombre de souches ; Dt : la densité totale

Évaluation de la fréquence d’utilisation des espèces

Les données issues des enquêtes ethnobotaniques ont servi au calcul de la fréquence d’utilisation des espèces :

La fréquence d’utilisation relative (Nu) d’une espèce *i* dans un usage *j* est calculée selon la formule suivante :

$$\text{Nu} = Np_{ij} / ntp_e \times 100 \quad (12)$$

Avec Np_{ij} le nombre de personnes ayant cité l’espèce *i* dans un usage *j* ; ntp_e le nombre total des informateurs.

2. RESULTATS

2.1. Caractérisation de la végétation

La dégradation d’une formation végétale est caractérisée par sa structure et sa diversité floristique.

2.1.1. Diversité spécifique

Le tableau I présente les indices de diversités (Richesse spécifique, indice de Shannon et indice d’équitabilité de Pielou). Ces indices diminuent des zones non exploitées vers les zones moyennement exploitées et très exploitées. Cette faible richesse spécifique des zones très exploitées s’explique par l’absence des individus adultes de certaines espèces très prisées pour la production du bois énergie. Les indices de Shannon et l’équitabilité de Pielou confirment la biodiversité de chaque groupement.

Ainsi dans le groupement non exploité, toutes les espèces sont bien représentées avec un indice d'équitabilité élevée.

Tableau I : Indices de diversité en fonction des groupes.

Groupes	G1	G2	G3
Indices de diversité			
Richesse spécifique (No)	29	33	43
Indice de Shannon (Ish)	4,45	4,71	5,11
Indice d'équitabilité de Pielou (Eq)	0,91	0,93	0,94

2.1.2. Caractéristiques structurales

Le tableau 2 présente les caractéristiques structurales de chaque groupe. La surface terrière, la hauteur moyenne, la densité des tiges à l'hectare, le nombre total de pieds et la biomasse sont plus élevés dans les zones non exploitées, suivi des zones moyennement exploitées et enfin des zones exploitées. Ce qui indique que l'exploitation du bois-énergie a un impact sur les caractéristiques structurales des formations végétales.

Tableau II : Caractéristiques structurales des groupements

Groupes	NF	ST	Hm	Dm	Densité (tiges/Ha)	Densité de souches/Ha	Txp	Bm (m ³ /Ha)
G1	18	3,2	9,4	24,3	81	529,8	81,03	13,7
G2	19	6,1	10	19,9	233,8	196,8	41,10	42,7
G3	22	9,4	11,7	21,6	288,9	13,7	3,88	70,2

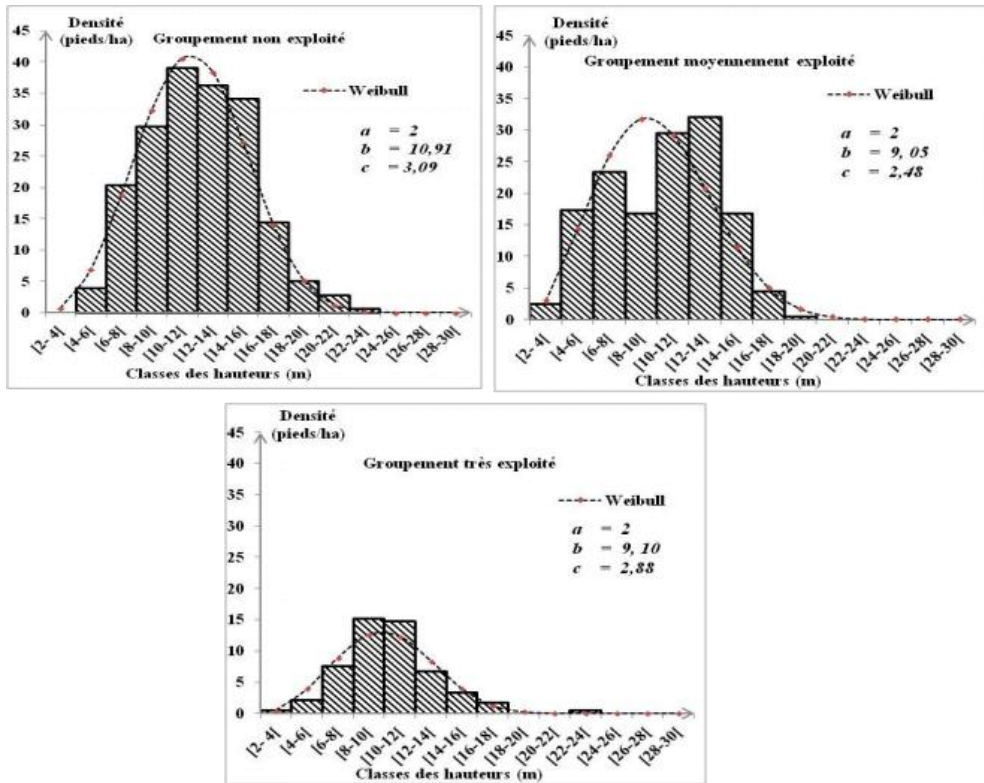
ST (Surface terrière) ; Hm (Hauteur moyenne) ; Dm (Diamètre moyen) ; Txp (Taux de prélèvement) ; Bm (Biomasse) ; ST (Surface terrière) ; NF (Nombre de famille).

2.1.3. Classes des hauteurs

L'analyse des classes de hauteurs des arbres dans chaque groupement (Figure 2) montre une structure en cloche asymétrique positive ou asymétrique droite. La hauteur moyenne des arbres est plus grande dans les zones non exploitées que dans les zones exploitées. Les arbres des classes de hauteurs élevées diminuent des peuplements non exploités vers les groupements exploités.

IMPACT DE L'EXPLOITATION DU BOIS ÉNERGIE SUR LA VÉGÉTATION DANS LA PRÉFECTURE DE TCHAOUDJO AU TOGO

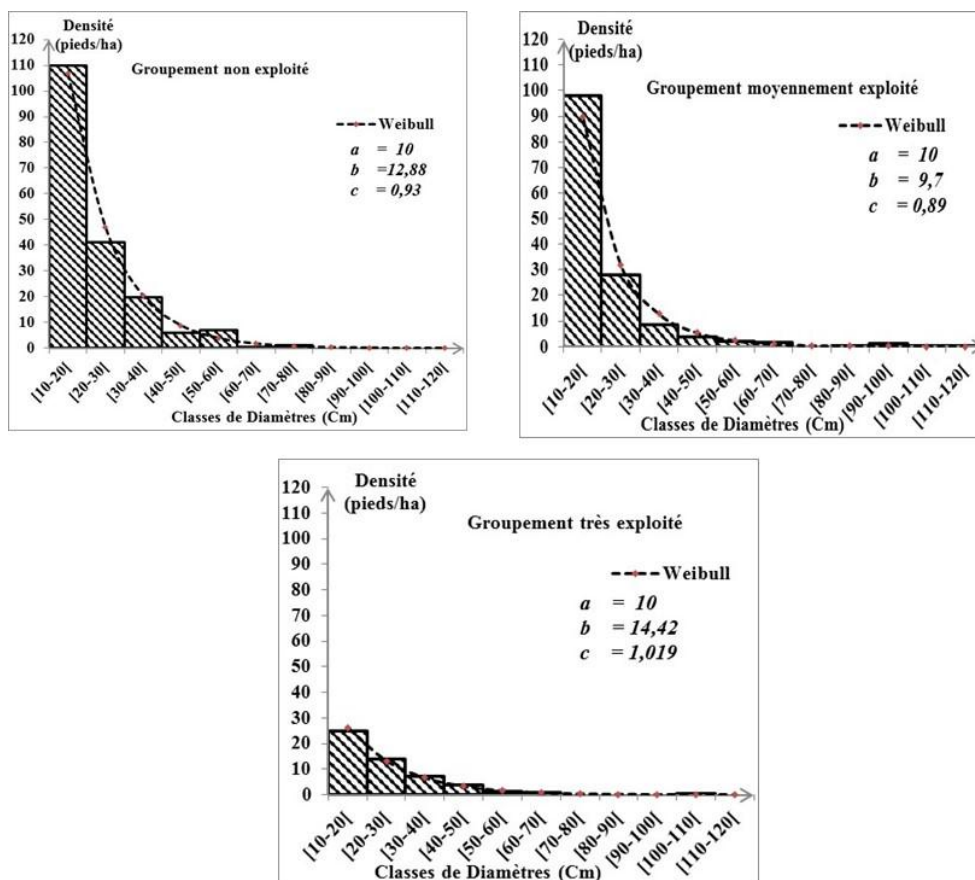
Figure 2 : Structures en hauteurs dans les trois groupements



2.1.4. Structure diamétrique

La structure diamétrique (Figure 3) permet aussi de comprendre la dynamique de la coupe. La pression se concentre plus sur les individus de diamètre compris entre 10 à 40 cm.

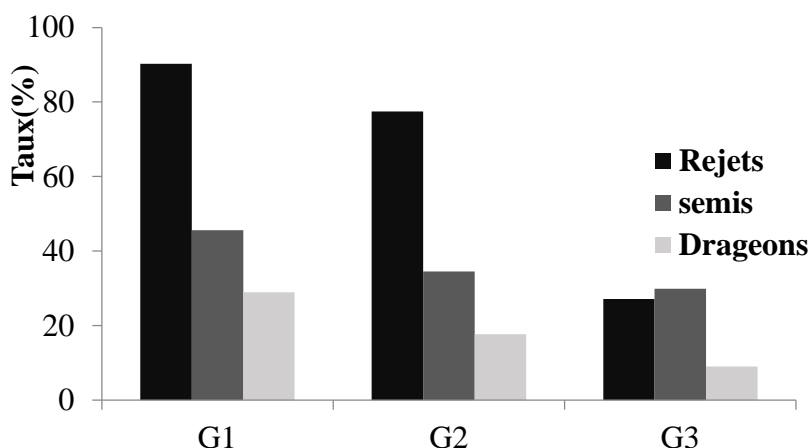
Figure 3 : Structures en diamètre dans les trois groupements



2.1.5. Potentialités de régénération des espèces ligneuses

La figure 4 présente les taux comparatifs des types de régénération dans les trois groupes. L'analyse de ce graphique montre que les zones exploitées ont en général un fort taux de régénération que les zones non exploitées. Ces analyses indiquent que la production du bois-énergie augmente le taux de régénération des espèces.

Figure 4: Taux de régénération dans les trois groupements



2.2. Espèces utilisées dans la production du bois énergie

2.2.1. Fréquences d'utilisation des espèces

Au total 34 espèces sont utilisées pour la production du bois énergie. 22 espèces sont les plus utilisées pour la production du bois de chauffe dont 11 plus préférées ; ce sont : *Uapaca togoensis* et *Isoberlinia doka* (utilisées par 100% de producteurs), (*Terminalia glaucescens* (91,66%), *Parinari curatellifolia* (66,66%), *Hymenocardia acida* (66,66%), *Detarium microcarpum* (58,33%), *Parkia biglobosa* (58,33%), *Daniella oliveri* (50%), *Lophira lanceolata* (50%), *Prosopis africana* (50%) et *Monotes kerstingii* (50%).

Seize espèces sont les plus utilisées dans la production du charbon de bois. *Prosopis africana* (100%), *Vitellaria paradoxa* (75%), *Pterocarpus erinaceus* (66,67%), *Pericopsis laxiflora* (58,33%), *Burkea africana* (50%), *Anogeissus leiocarpus* (50%), *Erythrophloeum suaveolens* (50%), *Lophira lanceolata* (50%), *Khaya senegalensis* (50%), *Parinari curatellifolia* (41,67%) et *Berlinia grandiflora* (33,33%) sont les onze (11) espèces les plus préférées.

2.2.2. Indice de valeur d'importance des ligneux exploités.

L'indice de valeur d'importance (IVI) calculé (Tableau III) qui indique l'importance structurale relative de l'espèce, permet de confirmer ou infirmer la perception des producteurs par rapport à la disponibilité ou non des espèces exploitées. En effet, l'espèce est disponible ou non selon que son IVI est élevé ou faible.

Tableau III : Indices à valeur d'importance des espèces dans les groupements

Espèces	Zone exploitée	Zone moyennement exploitée	Zone non exploitée
<i>Daniella oliveri</i>	82	92,9	106,9
<i>Vitellaria paradoxa</i>	124	74,6	81,9
<i>Sarcocephalus latifolius</i>	-	-	78,8
<i>Pterocarpus erinaceus</i>	19,2	38 ,3	76,8
<i>Isoberlinia doka</i>	53,9	100,6	67,5
<i>Uapaca togoensis</i>	-	37,3	64,9
<i>Pericopsis laxiflora</i>	-	43.23	55
<i>Detarium microcarpum</i>	-	45,5	50,3
<i>Parinari curatellifolia</i>	25,4	68,8	47,9
<i>Khaya senegalensis</i>	44,6	-	47,9
<i>Crossopteryx febrifuga</i>	-	22	47,8
<i>Terminalia laxiflora</i>	-	-	44
<i>Burkea africana</i>	-	37,1	42,8
<i>Terminalia glaucescens</i>	-	39,7	40,4
<i>Lophira lanceolata</i>	-	29,9	39,9
<i>Prosopis africana</i>	7,8	8,1	39,4
<i>Vitex doniana</i>	-	15,2	32,4
<i>Parkia biglobosa</i>	74,6	73,4	32,2
<i>Monotes kerstingii</i>	11,7	28,9	25
<i>Azelia africana</i>	18.79	10,5	24,7
<i>Hymenocardia acida</i>	-	-	23,4
<i>Berlinia grandiflora</i>	15,7	-	23,2
<i>Anogeissus leiocarpus</i>	8,1	10,7	23,1
<i>Pteleopsis suberosa</i>	18,6	-	-

Vitellaria paradoxa, *Parkia biglobosa*, *Daniella oliveri* et *Isoberlinia doka* sont les espèces les plus disponibles dans les zones exploitées avec des indices de valeur d'importance respectivement de 124,02 ; 74,58 ; 81,96 et 53,96. Ces résultats indiquent que toutes les espèces citées par les producteurs ne sont pas disponibles dans les zones exploitées. *Vitellaria paradoxa* et *Parkia biglobosa* sont épargnées par les agriculteurs (producteurs de bois-énergie) lors des coupes et des cultures à cause de leurs rôles d'espèces à usages multiples ; ainsi la coupe de ces espèces est interdite; ce qui explique leur disponibilité dans les zones exploitées. De plus, ces espèces se régénèrent plus par semis et l'ouverture de la canopée après exploitation présente un atout pour la dissémination de ces espèces. *Parkia biglobosa* est aussi une espèce moins utilisée dans la production du charbon de bois car elle donne d'après les transformateurs un mauvais charbon de

bois qui se consume très vite et donc non recherché par les consommateurs. *Daniellia oliveri* qui est une espèce utilisée par les producteurs est disponible dans les zones exploitées que dans les zones moyennement exploitées et non exploitées ; cette espèce est donc de façon générale disponible mais il faut noter que son IVI diminue quand on passe des zones non exploitées aux zones moyennement exploitées et exploitées. En dehors de *Vitellaria paradoxa* et de *Parkia biglobosa*, toutes les espèces utilisées dans la production de bois-énergie sont de façon générale plus disponibles dans les zones non exploitées que dans les zones moyennement exploitées et les zones exploitées. De cette analyse, il ressort ainsi que la pression est plus concentrée sur 12 espèces à IVI inférieure à 15, à savoir : *Uapaca togoensis*, *Lophira lanceolata*, *Terminalia Spp*, *Crossopteryx febrifuga*, *Burkea africana*, *Pericopsis laxiflora*, *Detarium microcarpum*, *Hymenocardia acida*, *Sarcocephalus latifolius*, *Prosopis africana*, *Monotes kerstingii*, et *Anogeissus leiocarpus*. L'exploitation du bois-énergie diminue donc la disponibilité des espèces ; les producteurs même s'ils continuent à utiliser ces espèces, n'exploitent que les individus à diamètre inférieur à 10 cm. Les espèces sont plus ou moins exploitées en fonction de leur disponibilité, de leurs services parallèles et de leur pouvoir calorifique. Les producteurs citent les espèces en fonction de leurs propres préférences et non en fonction de leur degré d'utilisation car ces espèces ne sont plus disponibles dans les zones exploitées ce qui les pousse à se diriger dans des zones où la ressource est encore disponible à savoir les forêts et aires protégées.

3. DISCUSSION

3.1. Production du bois énergie et dégradation de la végétation

La dégradation d'une formation végétale est caractérisée par sa structure et sa diversité floristique. La structure des arbres en hauteur montre que la hauteur moyenne des arbres est plus grande dans les zones non exploitées que dans les zones exploitées. Ainsi, pour la coupe, les producteurs sélectionnent d'abord les individus de grande taille ensuite les individus de taille moyenne et enfin les jeunes individus. Ce système de coupe n'épargne que les espèces mauvaises productrices de bois-énergie telles que *Hannoa undulata*, *Trichilia emetica* ou quelques espèces dont la coupe est interdite car jugées utiles pour leur rôle et usages multiples telles que *Vitellaria paradoxa* et *Parkia biglobosa*. Les observations de cette étude corroborent avec une étude faite par Traoré *et al.* (2011) au Burkina Faso qui signalait que ces deux espèces étaient les plus appréciées en alimentation par les populations.

La structure en diamètre des arbres montre aussi une dynamique de coupe qui commence par les gros individus à diamètre comprise entre 40 - 60 cm, ensuite par les individus à diamètre moyen (20-40 cm) et enfin par les individus jeunes (10-20 cm). La pression se concentre plus sur les individus de diamètre compris entre 10 à 40 cm. Une étude faite au Cameroun par Kiboum koh (2011) montre que la pression était concentrée sur les individus à diamètre compris entre 10 à 49 cm. Cela pourrait s'expliquer par le fait que les plantes utilisées comme bois-énergie ont un développement lent et du fait de la forte demande seront exploitées entre 10 et 40 cm, c'est-à-dire avant d'avoir atteint le diamètre minimum d'exploitabilité qui est compris entre 50 à 60 cm pour la majorité des plantes, avec une extension à 100 cm pour les espèces les plus rares. Cette pression faite sur les ligneux constitue un frein majeur à l'évolution des formations végétales. Donc les formations végétales se dégradent graduellement et cette dégradation entraîne une déforestation faisant passer les forêts (riches en ligneux de gros diamètres et à hauteurs élevées) d'abord en savanes, ensuite en champs et enfin en jachères et parcs agroforestiers. Les coupes commencent dans les formations un peu protégées (les forêts claires, forêts denses sèches) où elles ciblent d'abord des individus à hauteurs élevées et de gros diamètres fournissant un bon bois d'énergie. Après la coupe de ces individus, la forte entrée de la lumière permet le développement des espèces lumière dépendantes et de la strate graminéenne en couche continue transformant les forêts en savanes boisées. La poursuite de la coupe des individus à hauteur et diamètre moyens accélère le processus de déforestation de ces formations qui passent de savanes boisées en savanes arborées. Lorsque l'exploitation devient excessive, les individus à diamètre et à hauteurs recherchées étant rares, la coupe ne dépend plus de la hauteur et du diamètre mais se fait sur tous les individus présents pourvu qu'ils rentrent de façon approximative dans la production du bois-énergie ; ceci conduit respectivement à l'installation des savanes arbustives et herbeuses. Cette pression faite sur les ligneux constitue un frein majeur à l'évolution des formations végétales. Ces savanes en réalité pourraient se reconstituer en forêts si elles étaient laissées intactes ; malheureusement, elles sont envahies chaque année en saison sèche après le passage des feux de brousse par les femmes et les enfants pour l'exploitation de bois-énergie réduisant leurs potentialités de régénération après 10 à 15 ans et entraînant parfois leur disparition.

Néanmoins, ces savanes et jachères très exploitées ont une forte potentialité de régénération car les activités anthropiques comme les coupes augmentent les potentialités de régénération de certaines espèces comme *Isobertinia doka* (Dourma *et al.*, 2006), et *Detarium microcarpum* (Atsri 2009 ; Devred, 1998). Le taux de régénération est plus élevé dans les zones

exploitées par rapport aux zones non exploitées. Après les coupes, ce sont les jeunes rejets et les semis apportés par le vent et d'autres facteurs qui constituent les principaux moyens de reconstitution naturelle des formations végétales. Bellefontaine *et al.* (1999) expliquaient que certaines espèces ont besoin d'un stress comme les activités anthropiques pour activer leur processus de régénération. Mais le passage de ces rejets (jeunes individus) à l'étape adulte est très difficile. Ces individus qui régénèrent sont coupés très tôt sans avoir atteint l'âge adulte à cause de la rareté des individus adultes. Ces pressions sur les jeunes recrues fait dégrader d'avantage les formations végétales qui finissent par disparaître faisant place à des espaces très dégradés. Fontondji (2007) avait signalé que l'extraction de bois est une cause de dégradation des formations végétales. De façon générale, les zones exploitées présentent aussi un fort potentiel de régénération par semis ; ces résultats sont similaires à ceux d'Ouédraogo (2006) qui signalait que l'ouverture de la canopée entraîne une forte pénétration de la lumière qui favorise la germination du stock séminal.

L'impact des activités humaines sur les formations végétales se traduit aussi par le nombre réduit d'individus par unité de surface et par la pauvreté spécifique (Wala, 2004). La densité moyenne des ligneux, la surface terrière et la biomasse dans les formations végétales exploitées sont faibles par rapport aux formations végétales non exploitées. Atsri (2009) avait aussi souligné une diminution de la densité, de la biomasse et de la surface terrière des zones non exploitées vers les zones exploitées.

3.2. Diversité des espèces exploitées pour le bois énergie

Dans la préfecture de Tchaoudjo, au total 22 espèces sont utilisées dans la production du bois de chauffe et 16 dans la transformation du bois en charbon de bois. *Uapacca togoensis*, *Isoberlinia doka*, *Terminalia glaucescens*, *Parinari curatellifolia*, *Hymenocardia acida*, *Detarium microcarpum*, *Parkia biglobosa*, *Daniellia oliveri*, *Monotes kerstingii*, *Lophira lanceolata* et *Prosopis africana* sont de loin les onze (11) espèces les plus utilisées dans la production du bois de chauffe. Traoré et al (2011) signalaient que *Prosopis africana*, *Detarium microcarpum*, *Anogeissus leiocarpus*, *Burkea africana*, *Pterocarpus erinaceus*, *Hymenocardia acida* et *Pericopsis laxiflora* sont les espèces les plus utilisées pour le bois de chauffe. Ouro-djéri (1994) avait signalé 19 espèces utilisées dans la production de bois de chauffe dans la même zone dont huit surexploitées parmi lesquels *lophira lanceolata*, *Pterocarpus erinaceus* et *Terminalia glaucescens*. Cette différence de résultats s'expliquerait par le fait que les espèces autrefois préférées par les producteurs deviennent de plus en plus rares et donc ils

utilisent les espèces disponibles telles que *Uapacca togoensis*, *Isoberlinia doka* et *Detarium microcarpum*. L'utilisation des espèces de substitution par les producteurs pour pallier à la rareté des espèces préférées par le passées fait que le nombre d'espèces utilisées augmente.

Prosopis africana, *Vitellaria paradoxa*, *Pterocarpus erinaceus*, *Pericopsis laxiflora*, *Burkea africana*, *Anogeissus leiocarpus*, *Erythrophloeum suaveolens*, *Lophira lanceolata*, *Khaya senegalensis*, *Parinari curatelifolia* et *Berlinia grandiflora* sont les onze (11) espèces les plus utilisées dans la transformation du bois en charbon de bois. Ces résultats sont similaires à ceux de Atsri (2009), qui signalait que 11 espèces sont les plus utilisées dans la transformation du bois en charbon de bois au Togo parmi lesquelles : *Anogeissus leiocarpus*, *Lophira lanceolata*, *Vitellaria paradoxa*, *Burkea africana*, et *Prosopis africana*. Ces espèces sont donc très recherchées à cause de leur fort pouvoir calorifique faisant d'elles des espèces productrices de bon charbon de bois très prisé par les commerçants et les consommateurs. Les autres espèces telles que *Isoberlinia doka*, *Detarium microcarpum* et *Monotes kerstingii* sont des espèces utilisées par défaut à cause de leur disponibilité et de la rareté des espèces recherchées. *Vitellaria paradoxa* est disponible dans la zone d'après les producteurs mais dont la coupe est interdite car elle est une espèce protégée.

Les indices à valeur d'importance (IVI) calculées confirment le degré d'utilisation des espèces par les producteurs. Les espèces les plus utilisées sont peu disponibles dans les zones exploitées. C'est le cas par exemple de *Uapacca togoensis*, *Detarium microcarpum*, *Prosopis africana*, *Burkea africana*, *Lophira lanceolata*, *Terminalia glaucescens* et *Monotes kerstingii*. Les producteurs trouvent donc ces espèces dans les zones encore relativement conservées. L'exploitation du bois-énergie diminue donc le nombre d'individus de certaines espèces. Par contre, *Vitellaria paradoxa* (124,02%), *Parkia biglobosa* (74,58%), *Daniellia oliveri* (81,96%) et *Isoberlinia doka* (53,96%) citées comme étant très utilisées par les producteurs sont encore très disponibles dans les zones exploitées; ceci s'explique par le fait que certaines espèces sont préservées à cause de leur rôle de service et de production (*Vitellaria paradoxa* et *Parkia biglobosa*). Atsri (2009) signalait que *Vitellaria paradoxa* était souvent préservée dans les champs. La coupe stimulerait la régénération et la croissance de certaines espèces telles que *Isoberlinia doka* et *Daniellia oliveri* qui malgré la fréquence d'utilisation sont plus ou moins disponibles dans les zones exploitées. Les résultats de la présente étude corroborent avec les études de (Dourma *et al.*, 2006), (Atsri, 2009 ; Devred, 1998) qui signalaient que les savanes et jachères très exploitées ont une forte potentialité de régénération car les activités anthropiques comme les coupes augmentent les potentialités de régénération

IMPACT DE L'EXPLOITATION DU BOIS ÉNERGIE SUR LA VÉGÉTATION DANS LA PRÉFECTURE DE TCHAOU DJO AU TOGO

de certaines espèces comme *Isoberlinia doka* et *Detarium microcarpum*. Bellefontaine *et al.* (1999) expliquaient que certaines espèces ont besoin d'un stress comme les activités anthropiques pour activer leur processus de régénération. Mais le passage de ces rejets (jeunes individus) à l'étape adulte est très difficile. En effet, après les coupes, ce sont les jeunes rejets et les semis apportés par le vent et d'autres facteurs qui constituent les principaux moyens de reconstitution naturelle des formations végétales. Ces individus qui régénèrent sont coupés très tôt sans avoir atteint l'âge adulte à cause de la rareté des individus adultes. Ces pressions sur les jeunes recrues fait dégrader d'avantage les formations végétales qui finissent par disparaître faisant place à des espaces très dégradées. Fontondji (2007) avait signalé que l'extraction de bois est une cause de dégradation des formations végétales. De façon générale, les zones exploitées présentent aussi un fort potentiel de régénération par semis ; ces résultats sont similaires à ceux de Ouédraogo (2006) qui signalait que l'ouverture de la canopée entraîne une forte pénétration de la lumière qui favorise la germination du stock séminal.

CONCLUSION

Dans la préfecture de Tchaoudjo, 34 espèces sont utilisées pour la production du bois énergie dont 11 espèces sont les plus utilisées dans la production du bois de chauffe ; ce sont : *Uapaca togoensis*, *Isoberlinia doka*, *Terminalia glaucescens*, *Parinari curatellifolia*, *Hymenocardia acida*, *Detarium microcarpum*, *Parkia biglobosa*, *Daniellia oliveri*, *Monotes kerstingii*, *Lophira lanceolata* et *Prosopis africana*. Pour la transformation du bois en charbon de bois, 11 espèces sont aussi les plus utilisées ; ce sont : *Prosopis africana*, *Vitellaria paradoxa*, *Pterocarpus erinaceus*, *Pericopsis laxiflora*, *Burkea africana*, *Anogeissus leiocarpus*, *Erythrophloeum suaveolens*, *Lophira lanceolata*, *Khaya senegalensis*, *Parinari curatellifolia* et *Berlinia grandiflora*.

La pression faite sur certaines espèces avec des coupes sélectives et rases constitue un frein à la biodiversité et modifie la structure et la physiologie des formations végétales.

De plus cette exploitation non durable de bois-énergie a non seulement pour conséquence la réduction des ressources naturelles mais aussi leur rareté et même la dégradation des formations végétales.

Les zones exploitées ont néanmoins un fort potentiel de régénération. Cependant, il faut noter que ces nouveaux individus ont des difficultés à atteindre l'étape d'individus adultes à cause des feux de brousses saisonniers et de la pression anthropique par manque d'individus de gros diamètre préférentiels. Donc ces jeunes plantules qui devaient être une source majeure

de reconstitution des formations exploitées voient leur croissance interrompue à un stade juvénile d'où l'accentuation de la dégradation et même la disparition des formations végétales.

L'ampleur de l'impact de cette exploitation du bois énergie sur les formations végétales peut être atténuée par les actions diverses en particulier :

- A l'endroit de l'État : soutenir l'approvisionnement en énergies alternatives et améliorer l'accès à l'électricité.
- A l'endroit des structures forestières et ONG
 - la mise en défens des forêts contre les feux de brousse ou du moins par leur gestion rationnelle ;
 - l'initiation des politiques d'aménagement des terroirs villageois ;
 - l'assistance à la régénération des différentes espèces ;
 - sensibiliser les producteurs à l'exploitation de la ressource selon les normes de bonne pratique forestière (respect du DME).
- A l'endroit des producteurs : planter les arbres (pour usage multiple) en plantation dédiée au bois-énergie ou en agroforesterie.

BIBLIOGRAPHIE

ADJOSSOU (K.), 2009. *Diversité, structure et dynamique de la végétation dans les fragments de forêts humides du Togo : Les enjeux pour la conservation de la biodiversité*, Thèse de doctorat, Université de Lomé, 240 p.

AKOËGNINOU (A.), VAN DER BURG et VAN DER MASSEN (L. J. G.), 2006. *Flore analytique du Bénin*, Backhuys publishers, Cotonou & Wageningen, 1063 p.

AKPAGANA, (K.), 1989. *Recherche sur les forêts denses humides du Togo*, Thèse de doctorat, Sc. Nat., Univ. Bordeaux III, 195 p.

ARNOLD (M.) and PERSSON (R.), 2003. « Reassessing the fuelwood situation in developing countries. » in *International Forestry Review*, n°5, vol. 4, pp. 379-383.

ATAKPAMA (W.), BATAWILA (K.), GNAMKOULAMBA (A.), AKPAGANA (K.), 2015. « Quantitative approach of *Sterculia setigera* Del. (Sterculiaceae) ethnobotanical uses among rural communities in Togo (West Africa) » in *Ethnobotany Research & Applications* n°14, pp. 65-80.

ATSRI (H.), 2009. *Impact de la production du charbon de bois sur les formations végétales au Togo*, Mémoire DEA de biologie de développement FDS, Université de Lomé, 77 p.

IMPACT DE L'EXPLOITATION DU BOIS ÉNERGIE SUR LA VÉGÉTATION DANS LA PRÉFECTURE DE TCHAOU DJO AU TOGO

- BRAUN-BLANQUET (J.), 1932. *Plant sociology. The study of plant communities*, McGraw-Hill, New York, 439 p.
- BRUNEL (J. F.), SCHOLZ (H.) et HIEPKO (P.), 1984. *Flore analytique du Togo. Phanérogames*. GTZ, Eschm, 751 p.
- DEUREG (G.), 1998. *Étude de la régénération de Detarium microcarpum et de la composition floristique ligneuse dans les savanes arborées au Nazinon - Burkina Faso*, DEA Environnement, temps, espaces et sociétés (ETES), Option : Agriculture – élevage et développement durable, INA, Paris - Grignon, 85 p.
- DOURMA (M.), WALA (K.), BELLEFONTAINE (R.), BATAWILA (K.), GUELLY (A. K.) et AKPAGANA (K.), 2009. « Comparaison de deux types de forêts claires à *Isobertinia* suivant le facteur anthropique au Nord-Togo » in *Bois et Forêts des Tropiques*, n°302, pp. 5-19.
- ERN (H.), 1979. « Die Vegetation Togo. » in *Gliederrung, Gefährdung, Erhaltung. Willdenowia* n°9, pp. 295-312.
- FAO, 2001. *Deuxième atelier régional sur l'information en bois-énergie en Afrique, pays francophones, Lomé, Togo*, du 4 au 8 juin 2001, 63 p
- FONTODJI (K. J.), 2007. Impact de la production du charbon de bois sur les propriétés du sol et la biodiversité au Togo, Mémoire de DEA, Université de Lomé, Togo, 70 p.
- GAZULL (L.), 2009. Bassin d'approvisionnement en bois-énergie de la ville de Bamako. Une approche par un modèle d'interaction spatiale. Thèse de Doctorat, Université de Paris VII, 325 p
- OUÉDRAOGO (A.), THIOMBIANO (A.), HAHN-HADJALI (K.) & GUINKO (S.), 2006. « Diagnostic de l'état de dégradation des peuplements de quatre espèces ligneuses en zone soudanienne du Burkina Faso » in *Sécheresse* n°17, vol. 4, pp. 485-491
- KIBOUM KOH (A.), 2011. *Impacts environnementaux, indicateurs et durabilité écologique du secteur bois énergie dans la ville de Yaoundé et sa périphérie*, 29 p.
- KOKOU (K.), NUTO (Y.) & ATSRI (H.), 2009. « Impact of charcoal production on woody plant species in West Africa: A case study in Togo » in *Scientific Research and Essay*, Vol. 4, n°8, pp.881-893.
- MARY (F.) & BESSE (F.), 1996. *Guide d'aide à la décision en agroforesterie*, Tome 1, 301 p.
- Ministère de Mines et de l'Énergie (MME), 2011. *Évaluation du potentiel de développement des bioénergies au Togo*, République du Togo, Lomé, 152 p

NATTA (A. K.), SINSIN (B.), VAN DER MASSEN (L. J. G.) 2003. « A phytosociological study of riparian forest in Benin (West Africa). » *Belgian Journal of Botany* n°136, vol. 2, pp. 109-128.

OUOBA (P.), 2006. *Flore et végétation de la forêt classée de N'Zongoloko, Sud-ouest du Burkina Faso*, Thèse de doctorat. Université de Ouagadougou, 140 p.

OURO-DJÉRI (E.), 1994. *Approvisionnement et consommation des combustibles ligneux à Sokodé (Togo)*, Mém. Univ. Dschang, 96 p.

ProDRA, 2014. *Zones de production et flux du bois énergie : région Centrale*. Programme de Développement Rurale y compris l'Agriculture ProDRA Volet III, Deutsche Gesellschaft für International Zusammenarbeit (GIZ). République du Togo, Lomé. inédit.

TRAORÉ (S. A.), 1998. « Quelques caractéristiques de la régénération naturelle des espèces ligneuses du Parc National du Niokolo Koba (Sénégal oriental) model with an ecosystem model: Assessing the impact of land use » in *Bâ, Madsen & Sambou (Eds). Végétation et biodiversité au Sahel*. AAU Report 39, pp. 275-288.

TOM KUMEKPOR (K. B.), 2002. *Research methods and techniques of social research*. Son Life Press and Services, Accra, 304 p.

WALA (K.), 2004. *La végétation de la chaîne de l'Atakora au Bénin : Diversité floristique, phytosociologie et impact humain*, Thèse de doctorat, Université de Lomé, 138 p.

WHITE (H.) 1986. *La végétation de l'Afrique*. Mémoire accompagnant la carte de végétation d'Afrique. UNESCO / AETFa / UNSO.

WOEGAN (A. Y.), 2007. *Diversité des formations végétales ligneuses du Parc National de Fazao-Malfakassa et de la Réserve de Faune d'Alédjo (Togo)*, Thèse de doctorat de l'Université de Lomé, Togo, 144 p.