

Effet des Facteurs Anthropiques sur la Biomasse Ligneuse de La Forêt Classée de Goungoun et ses Terroirs Riverains dans la Région Soudienne du Bénin

[Effect of Anthropogenic Factors on the Woody Biomass of the Goungoun Forest and its Riparian Terroirs in the Soudian Region of Benin]

Ismaël MAZO*, Sébastien KOUTA, Erick SOGBOSSI, Ismaïla TOKO IMOROU

Laboratoire de Cartographie (LaCarto)/Institut de Géographie, de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (IGATE)/ Université d'Abomey-Calavi (UAC)/Bénin.



Résumé— L'influence des perturbations anthropiques sur la dynamique des ressources forestières de la forêt classée de Goungoun et ses terroirs riverains est très grande. Les perturbations naturelles sont peu fréquentes et se traduisent généralement par la chute de quelques pieds d'arbre. L'objectif de cette étude est d'analyser l'effet des facteurs anthropiques sur la biomasse ligneuse. Les données d'inventaires couplées des enquêtes socio-économiques ont été réalisées à cette fin. Au niveau des enquêtes socioéconomiques l'unité d'enquête est l'actif agricole. Il s'agit des agriculteurs, des éleveurs, des charbonniers, des exploitants du bois et des chasseurs. L'inventaire forestier a été systématique sur l'ensemble des placeaux IFN (2005) qui couvre le secteur d'étude. Les données d'inventaire ont été collectées dans les placeaux de 18 m de rayon. Il s'agit du diamètre (DBH ≥ 10 cm), la hauteur, le nombre d'individus et l'identifiant de chaque espèce. Le taux de réponse et l'indice rareté ont été calculé pour analyser le choix des enquêtés et leur perception sur la dynamique des espèces. De plus, une comparaison a été faite sur la densité, la surface terrière et le diamètre moyen des arbres suivant les formations forestières et le statut du domaine entre 2005 et 2018. Les résultats montrent que l'agriculture, l'élevage extensif, l'exploitation du bois d'œuvre, la collecte de bois de feu, la carbonisation, les feux de végétation et vents violents sont responsables à différent degré de la dégradation de la biomasse ligneuse. D'autres causes sous-jacentes entretiennent ces facteurs. Il s'agit des facteurs culturels, démographiques, économiques, techniques et climatiques. Ces facteurs agissent sur les paramètres structuraux. Ainsi entre 2005 et 2018, la densité est passée de $214,09 \pm 67,56$ à $178,40 \pm 68,44$ tiges/ha dans les savanes arborées, de $146,55 \pm 104,26$ à $133,19 \pm 84,99$ tiges/ha dans les savanes arbustives et de $39,28 \pm 13,89$ à $23,57 \pm 11,53$ tiges/ha dans les champs, La surface terrière est passée de $5,29 \pm 2,14$ à $4,61 \pm 1,61$ m²/ha dans les savanes arborées, de $3,51 \pm 2,56$ à $2,02 \pm 1,46$ m²/ha dans les savanes arbustives et de $2,07 \pm 1,78$ à $1,82 \pm 1,53$ m²/ha dans les champs. Le diamètre moyen est passé de $17,59 \pm 2,73$ à $18,62 \pm 3,36$ cm dans les savanes arborées, de $17,61 \pm 3,69$ à $14,13 \pm 4,54$ cm dans les savanes arbustives et de $26,23 \pm 16,53$ à $29,15 \pm 13,23$ cm dans les champs, Dans l'aire protégée, la densité, la surface terrière et le diamètre moyen sont passés de $170,38 \pm 62,62$ à $110,97 \pm 73,43$ tiges/ha, $3,99 \pm 1,82$ à $1,97 \pm 1,31$ m²/ha et de $17,13 \pm 2,32$ à $18,86 \pm 10,69$ cm, Au niveau des terroirs $170,10 \pm 117,30$ à $119,60 \pm 98,79$ tiges/ha, $4,34 \pm 2,95$ à $2,54 \pm 1,93$ m²/ha et $18,56 \pm 5,35$ à $18,86 \pm 10,69$. Cette baisse observée au niveau de ses paramètres affecte directement la biomasse ligneuse. Dans le but de conservation et de réduction des gaz à effet de serre, il serait mieux d'entreprendre des actions en vue de freiner cette dégradation dans la FCGTR.

Mots clés—Dégradation, déforestation, biomasse ligneuse, forêt classée, Goungoun, Bénin

Abstract—The influence of anthropogenic disturbances on the dynamics of the forest resources of the Goungoun classified forest and its riparian lands is very great. Natural disturbances are infrequent and usually result in the fall of a few feet of trees. The objective of this study is to analyze the effect of anthropogenic factors on woody biomass. Coupled inventory data from socio-

economic surveys were produced for this purpose. At the level of socioeconomic surveys, the unit of inquiry is agricultural assets. These are farmers, ranchers, charcoal makers, loggers and hunters. The forest inventory was systematic on all the IFN plots (2005) which covers the study area. Inventory data was collected in plots 18 m in radius. These are the diameter (DBH ≥ 10 cm), height, number of individuals and the identifier of each species. The response rate and the rarity index were calculated to analyze the choice of respondents and their perception of the dynamics of the species. In addition, a comparison was made on the density, the basal area and the average diameter of trees according to the forest formations and the status of the domain between 2005 and 2018. The results show that agriculture, extensive breeding, logging, collecting firewood, charring, wild fires and high winds are responsible to varying degrees for the degradation of woody biomass. There are other underlying causes that fuel these factors. These are cultural, demographic, economic, technical and climatic factors. These factors act on the structural parameters. Thus between 2005 and 2018, the density increased from 214.09 ± 67.56 to 178.40 ± 68.44 stems / ha in wooded savannas, from 146.55 ± 104.26 to 133.19 ± 84.99 stems / ha in shrub savannas and from 39.28 ± 13.89 to 23.57 ± 11.53 stems / ha in fields, The basal area increased from 5.29 ± 2.14 to 4.61 ± 1.61 m² / ha in tree savannas, from 3.51 ± 2.56 to 2.02 ± 1.46 m² / ha in shrub savannas and from 2.07 ± 1.78 to 1.82 ± 1.53 m² / ha in the fields. The mean diameter increased from 17.59 ± 2.73 to 18.62 ± 3.36 cm in tree savannas, from 17.61 ± 3.69 to 14.13 ± 4.54 cm in shrub savannas and 26.23 ± 16.53 to 29.15 ± 13.23 cm in the fields, In the protected area, the density, the basal area and the average diameter have increased from 170.38 ± 62.62 to 110.97 ± 73.43 stems / ha, 3.99 ± 1.82 to 1.97 ± 1.31 m² / ha and from 17.13 ± 2.32 to 18.86 ± 10.69 cm, At terroir level 170, 10 ± 117.30 to 119.60 ± 98.79 stems / ha, 4.34 ± 2.95 to 2.54 ± 1.93 m² / ha and 18.56 ± 5.35 to 18.86 ± 10.69 cm. This decrease observed in its parameters directly affects the woody biomass. In order to conserve and reduce greenhouse gases, it would be better to take actions to curb this degradation in the FCGTR.

Keywords— Degradation, deforestation, woody biomass, classified forest, Goungoun, Benin

I. INTRODUCTION

La déforestation et la dégradation des forêts sont deux phénomènes qui sont à la base de la mise en œuvre d'un nouvel instrument d'incitation économique adopté lors de la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques [1]. Ce mécanisme initialement restreint à la seule déforestation, s'est élargi à la dégradation forestière sous le sigle de REDD (Réduction des émissions liées à la déforestation et à la dégradation des forêts). La [2], retient que la dégradation des forêts est la réduction de la capacité de celle-ci à fournir des biens et des services. Dans le contexte de la REDD +, elle peut être définie comme la perte de la biomasse due à l'exploitation forestière [3] ou à d'autres causes comme la collecte de bois pour l'usage domestique et la production de charbon qui sont devenues des facteurs de dégradation et de conversion des forêts, surtout autour des centres urbains [4].

Les formes de dégradation des terres peuvent varier et dépendre du type de couverture du sol, de l'utilisation des terres, de la nature de la cause de la dégradation et du milieu naturel affecté par cette dégradation. Quoique temporelle, elle a plusieurs conséquences sur la forêt. [5], a identifié que la dégradation peut induire la diminution de la productivité des plantes cultivées, l'altérations des services écosystémiques, l'altérations de la diversité de la flore et de la biomasse. Elle favorise également l'ouverture de la

canopée, la perte de la biodiversité, la modification de la structure verticale ou le changement vers d'autres attributs. [6], affirme que la dégradation réduit la surface forestière en qualité et en quantité et qu'elle altère la structure spatiale des paysages à travers le processus de perturbation.

La déforestation et la dégradation des forêts dans le bassin cotonnier du Nord-Bénin est une préoccupation majeure. Le taux de déforestation dans le bassin cotonnier est de 2,94 % [7]. Les principaux facteurs de cette déforestation et de dégradation sont l'agriculture, les feux de végétation, le surpâturage, les changements climatiques et la faible application de la législation forestière. Les formations végétales des communes de Banikoara, Gogounou et Kandi du bassin cotonnier sont soumises à une forte anthropisation liée principalement à l'agriculture et aux surpâturages [8] ; [9]). [10], a remarqué que les principales causes sont anthropiques les plus importantes dans le bassin moyen de la Sota sont l'expansion agricole, l'exploitation forestière, l'extraction de bois et le système pastoral. Ces causes directes sont sous-tendues par la croissance démographique, la politique agricole et la politique forestière.

La forêt classée de Goungoun joue un rôle très important dans le quotidien des populations locales. A cet effet, elle subit une forte pression anthropique avec un taux de déforestation de 2,91 % [11]. Les perturbations naturelles sont peu fréquentes et se traduisent généralement par la chute de quelques pieds d'arbre. Ce qui peut masquer la dynamique

de la biomasse ligneuse qui fonctionne à des échelles spatiales plus faibles. Par contre, dans ce secteur, l'influence des perturbations anthropiques sur la dynamique des ressources forestières est très grande. La déforestation est corrélée à la densité de population et aux activités de subsistance connexes (agriculture, élevage, exploitation forestière, bois énergie, etc...) qui se produisent généralement aux dépens de la forêt. Cette déforestation affecte négativement les services environnementaux fournis par les forêts, notamment la perte de biodiversité et la réduction du potentiel de séquestration du carbone à travers la biomasse. Dans ce contexte, la compréhension et l'identification des facteurs de dégradation de la biomasse ligneuse est une étape nécessaire afin de minimiser la concentration atmosphérique du dioxyde de carbone.

II. MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 Zone d'étude

La forêt classée de Goungoun est localisée au nord-Bénin dans le département de l'Alibori, dans la commune de Malanville et plus précisément dans l'arrondissement de Guéné. Elle est régie par l'arrêté N° 1914/SE du 04 avril 1950 et couvre une superficie de 73200 ha [12]. Avec les terroirs riverains, elle est à cheval entre les communes de Kandi, de Malanville et de Ségbana dans respectivement les arrondissements de Guéné, de Angaradébou et de Lougou. La FCGTR couvrent une superficie totale de 186956,48 ha. Elles se localisent entre 11°45'48'' et 11°51'47'' de latitude Nord et entre 3°01'50'' et 3°29'39'' de longitude Est et compte huit (08) villages limitrophes que sont : Guéné, Wadata, Bangoun, Goungoun, Fiafounfoun, Mokolé, Massangari et Zanloua [12]. La figure 1 présente la carte de situation géographique de la forêt classée de Goungoun et ses terroirs riverains.

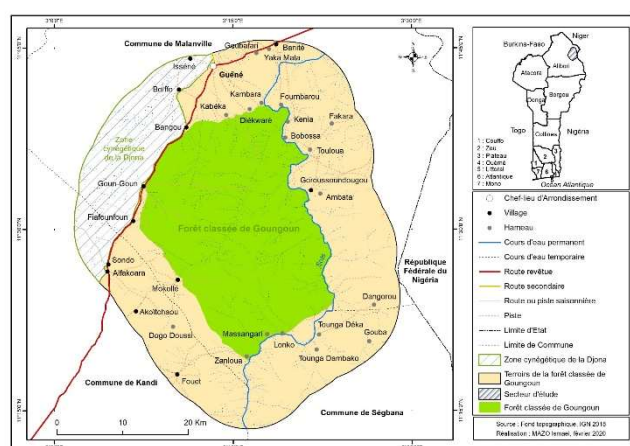


Figure 1 : Situation géographique de secteur d'étude

La FCGTR se retrouve dans la région soudanienne située au-delà de la latitude 10° N [13]). Cette région est subdivisée en trois districts phytogéographiques dont la Chaîne de l'Atacora (6 %), le Mékrou- Pendjari (16 %) et le Borgou-Nord qui est le plus étendu (27 %) au Bénin. La FCGTR se trouve partager entre les districts Mékrou-Pendjari et Borgou-Nord. Ces districts se localisent pleinement dans le bassin cotonnier du Nord-Bénin où l'agriculture est la principale source de revenu des populations. La végétation prédominante est une savane arborée fortement dégradée par l'emprise anthropique, évoluant ainsi vers la savane arbustive [14].

Le climat est de type soudanien marqué par un régime pluviométrique unimodal à deux saisons : une saison sèche de novembre à mi-mai et une saison de pluie de mi-mai à octobre avec un maximal de pluie en août [15]. La hauteur de pluie moyenne gravite autour de 900 mm par an.

Le relief est composé d'un ensemble de plaines et de vallées encaissées entre le fleuve Niger et quelques plateaux et collines de grès ferrugineux. A l'ouest et à l'est de la commune, un terrain sablonneux plus ou moins plat est drainé respectivement par les cours d'eau Alibori et Sota tous des affluents du fleuve Niger. Ce qui est favorable à l'agriculture surtout le maraîchage.

Deux grands types de sols sont rencontrés dans le secteur d'étude : les sols ferrugineux tropicaux (92,6 %) et les sols minéraux (7,4 %). Ces sols sont favorables à la culture de coton et surtout les produits céréaliers.

2.2 Méthode

2.2.1 Matériel de collecte des données

Le matériel de collecte des données pour les enquêtes socioéconomiques est composé de : questionnaire pour les enquêtes individuelles, guide d'entretien pour le focus groups et un enregistreur pour l'archivage des entretiens.

Pour l'inventaire forestier, le matériel est composé de : récepteur GPS pour la géolocalisation des placeaux ; penta décimètre pour le dimensionnement des placeaux ; clisimètre SUUNTO pour l'orientation, la prise des visés haut et bas sur les arbres dans le placeau ; ruban π pour la prise du diamètre des arbres ; sécateur de jardinier pour le prélèvement des échantillons botaniques et des papiers journaux pour herboriser les spécimens récoltés ;

2.2.2 Méthode de collecte des données

Echantillonnage

L'échantillonnage au niveau des enquêtes socioéconomiques a consisté en un choix des unités de recherche et des unités d'enquête. L'unité de recherche est le

village et l'unité d'enquête est l'actif agricole. Les villages d'étude ont été choisis en tenant compte des critères suivants : la proximité du village par rapport à la forêt et la pratique d'au moins une activité ayant trait à la végétation que ça soit à l'intérieur ou à l'extérieur de la forêt par la population. Il s'agit des agriculteurs, des éleveurs, des carbonisateurs, des exploitants du bois et des chasseurs.

Les données statistiques sur l'effectif de ces différents acteurs n'étant pas disponibles, la taille de l'échantillon à enquêter au niveau de chaque catégorie d'acteurs a été déterminée à partir de la formule de [16] :

$$n = (p(1-p)U_{(1-\alpha/2)^2})/d^2$$

p étant la proportion de chaque catégorie d'acteurs, obtenue à partir d'une enquête exploratoire, d = 10 % (marge d'erreur variant de 0 à 20 %), $U_{(1-\alpha/2)} = 1,96$

Au total, cent trente-cinq (135) agriculteurs, quarante-cinq (45) éleveurs, neuf (09) exploitants forestiers, (09) charbonniers et deux (02) chasseurs ont été enquêtés. Outre cette catégorie d'acteurs, les personnes ayant une certaine opinion et/ou connaissance dans le domaine de la gestion forestière ont été également enquêtées. Il s'agit surtout des agents des eaux et forêts (01) et des élus locaux (18).

Au niveau de l'inventaire forestier, l'échantillonnage a été systématique. Tous les placeaux installés lors de l'Inventaire Forestier National [17] et qui couvre tout le secteur d'étude ont été parcourus. Au total, 48 placeaux ont été localisés et inventoriés dans les savanes arborées, les savanes arbustives et les champs.

2.2.3 Technique de collecte de donnée

Des enquêtes structurées individuelles et/ou de groupe (focus group) ont été réalisées auprès des différentes catégories d'acteurs sur la base des questionnaires et guides d'entretien élaborés

Il a été réalisé quatre focus (04) groups à raison d'un focus group par unité d'aménagement de la forêt classée. Le plus souvent le focus group est composé de 8, 9 ou 10 personnes. Ce type d'interview est un exercice permettant de recueillir des informations fiables puisqu'il favorise les confrontations entre individus du groupe et permet par conséquent d'aboutir à des informations approuvées par l'ensemble du [18]. Dans la plupart des cas, les informations données par une personne sont complétées par les autres. Puisque l'entretien de groupe ne permet pas toujours à tous les membres du groupe de s'exprimer librement et spontanément compte tenu des pesanteurs sociales, les informations ont donc été complétées par des enquêtes individuelles.

Par contre, pour l'inventaire forestier, les données ont été collectées dans les placeaux de 18 m de rayon. A l'intérieur de

chaque placeau, le diamètre de l'arbre (DBH ≥ 10 cm), la mesure des visés hauts et visés bas des arbres, le nombre d'individus et l'identifiant de chaque espèce ont été recensés. Le nom scientifique des spécimens non identifiés sur le terrain a été récolté et comparé à ceux de l'Herbier National du Bénin ou à partir des Flores [19] ; [13]).

2.2.4 Traitement des données

Pour évaluer les facteurs de dégradation de la biomasse ligneuse, le taux de réponse des enquêtés par types de facteurs a été calculé suivant la méthode de [20] a pour formule :

$$f = (S/N) * 100$$

f : taux de réponse au niveau des enquêtés (%) ; S : nombre de personnes ayant fourni une réponse par rapport à un facteur donné ; N : nombre total de personnes enquêtées par catégorie.

Par ailleurs, l'effet des facteurs de dégradation de la biomasse sur les paramètres de structure a été analysé en comparant les valeurs de densité, de surface terrière et du diamètre moyen entre 2005 et 2018 suivant les formations végétales et le statut du domaine. Le tableau I montre les formules de ses différents paramètres.

Tableau I : Formules des paramètres de structure

Paramètres	Formules	Commentaires
Densité des arbres (tiges/ha)	$N = \frac{n}{A}$	n : nombre d'arbres inventorié dans un placeau ; A : superficie du placeau ramenée à l'hectare (ha)
Diamètre moyen (cm)	$D_g = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_i^2}$	n : nombre d'arbres inventorié dans un placeau, d_i : diamètre de l'arbre i dans le placeau.
Surface terrière (m ² /ha)	$G = \frac{\pi}{40000} \sum_{i=1}^n d_i^2$	Somme des sections des arbres (dbh ≥ 10 cm) mesurés sur l'écorce à 1,30 m du sol dans chaque placeau

La dynamique des espèces a été appréciée en comparant l'indice de rareté des espèces et les espèces citées par les populations comme étant rares, moyennement fréquentes et très fréquentes. Pour ce faire, l'indice de rareté des espèces (Rarity-weighted Richness Index) a été calculé suivant l'équation [21] :

$$RI = [1 - (n_i/N)] \times 100$$

avec RI = l'indice de rareté, n_i = nombre de relevés dans lesquels l'espèce i est présente et N = nombre total de relevés.

[21] et [22], ont utilisé cet indice en retenant le seuil de 80 % pour séparer les espèces rares des espèces fréquentes dans la zone phytogéographique subéquatoriale. Tenant compte du contexte soudanien du secteur d'étude, des seuils d'interprétation de l'indice de rareté ont été retenus pour prendre en compte les espèces de fréquences moyennes [23]. Le tableau II présente les intervalles d'interprétation de l'indice de rareté.

Tableau II : Interprétation de l'indice de rareté

Indice de rareté (IR)	Interprétation
RI < 60 %	Espèces très fréquentes
60 ≤ RI < 80 %	Espèces moyennement fréquentes
RI ≥ 80 %	Espèces rares

III. RESULTATS

Ici sont présentés les facteurs de dégradation de la biomasse, la dynamique des espèces selon les populations locales et les effets des facteurs de dégradation sur la biomasse.

3.1 Facteurs de dégradation de la biomasse ligneuse

Dans la forêt classée de Goungoun et de ses terroirs riverains on note deux grands facteurs de dégradation de la végétation ligneuse notamment les facteurs directs et les facteurs indirects.

3.1.1 Facteurs directs de dégradation de la biomasse ligneuse

La figure 2 présente les facteurs directs de dégradation de la biomasse ligneuse dans la FCGTR.

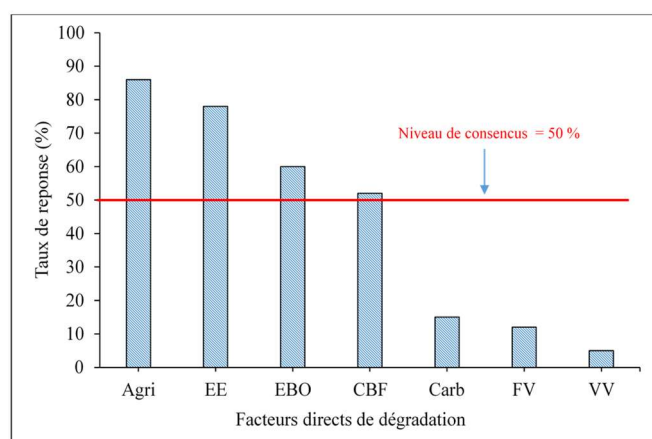


Figure 2 : Facteurs directs de dégradation de la biomasse ligneuse dans la FCGTR

Légende : **Agri** : Agriculture, **EE** : Elevage extensif, **EBO** : Exploitation du bois d'œuvre, **CBF** : Collecte de bois de feu, **Carb** : Carbonisation, **FV** : Feux de végétation, **VV** : Vents violents

L'observation de la figure 2 montre que les activités anthropiques et les facteurs naturels sont les causes de dégradation des ligneux dans la FCGTR. Il s'agit de l'agriculture (86 %), l'élevage extensif (78 %), l'exploitation du bois d'œuvre (60 %), la collecte de bois de feu (52 %), la carbonisation (15 %), les feux de végétation (12 %) et les vents violents (5 %). L'agriculture, l'élevage extensif et

l'exploitation du bois et la collecte de bois de feu constituent les facteurs sur lesquels populations s'accordent le plus en tant que facteurs directs de dégradation des ligneux.

3.1.2 Facteurs indirects de dégradation de la biomasse ligneuse

La figure 3, présente les facteurs indirects de dégradation de la biomasse ligneuse dans la forêt classée de Goungoun et ses terroirs riverains.

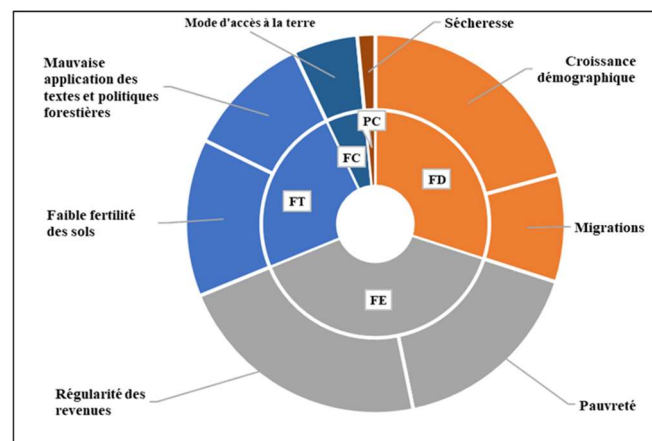


Figure 3 : Facteurs indirects de dégradation de la biomasse ligneuse

Légende : **FC** Facteurs culturels, **FD** : Facteurs démographiques, **FE** : Facteurs économiques, **FT** : Facteurs techniques, **PC** : Paramètre climatique

Il ressort de l'observation de la figure 3 qu'indirectement les facteurs économiques (39 %) à travers la régularité des revenus (22 %) et la pauvreté (17 %) sont responsable de la dégradation de la biomasse dans le secteur d'étude. Ensuite viennent les facteurs démographiques (30 %) à travers la croissance démographique (21 %) et les migrations agricoles (9 %). La faible fertilité des sols (13 %) et la mauvaise application des textes et politiques forestières (11 %) sont les facteurs d'ordre technique qui contribuent également à la dégradation des formations végétales. Les facteurs culturels à travers le mode d'accès à la terre (6 %) et le paramètre climatique qu'est la sécheresse (2 %) impact indirectement le couvert végétal.

3.2 Dynamique des espèces végétales selon les populations locales

La figure 4 présente l'état des espèces dans le secteur d'étude selon les populations locales.

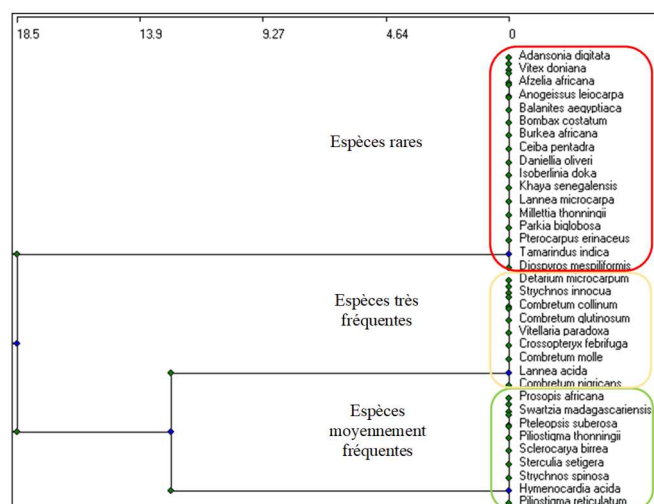


Figure 4 : Dynamique des espèces selon les populations locales

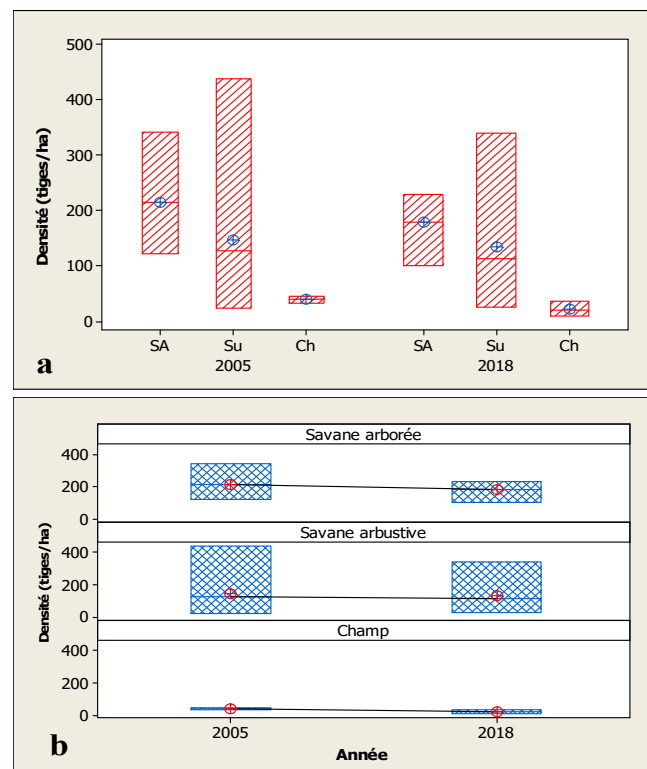
De l'examen de la figure 4, trois catégories d'espèces se dégagent à savoir : les espèces rares, les espèces moyennement fréquentes et les espèces très fréquentes. Ainsi, 18 espèces sont citées comme rares par les enquêtées. Parmi les 18 espèces, 13 espèces (soit 72,22 % des espèces) ont un indice de rareté supérieur à 80 %. On peut citer : *Adansonia digitata*, *Vitex doniana*, *Afzelia africana*, *Anogeissus leiocarpa*, *Burkea africana*, *Isobertlinia doka*, *Khaya senegalensis*, etc. Pour le compte des espèces très fréquentes, 9 sont très fréquentes dans le secteur d'étude selon les populations. En se référant aux valeurs de l'indice de rareté, 4 ont un RI < 60 % soit 44,45 % des espèces. Enfin, aucune des espèces moyennement fréquentes citées par les populations, n'a un indice de rareté comprise entre 60 et 80 %. L'ensemble de ces espèces ont un RI > 80. Ce qui confirme la confusion faite entre espèces moyennement fréquentes et espèces rares.

3.3 Effet des facteurs de dégradation sur les variables explicatives de la biomasse ligneuse

L'analyse a été faite par la comparaison des paramètres structuraux des formations végétales entre 2005 et 2018.

3.3.1 Effet des facteurs de dégradation sur la densité des ligneux suivant les formations végétales entre 2005 et 2018

Les figures 5a et b présentent la comparaison de la densité des formations végétales entre 2005 et 2018.



Légende : SA : Savane arborée, Su : Savane arbustive, Ch : Champ

Figure 5 : Comparaison de la densité des formations végétales entre 2005 et 2018

L'examen de la figure 5a montre que la densité varie au sein des formations végétales en 2005 et en 2018 et la valeur moyenne décroît des savanes arborées aux champs.

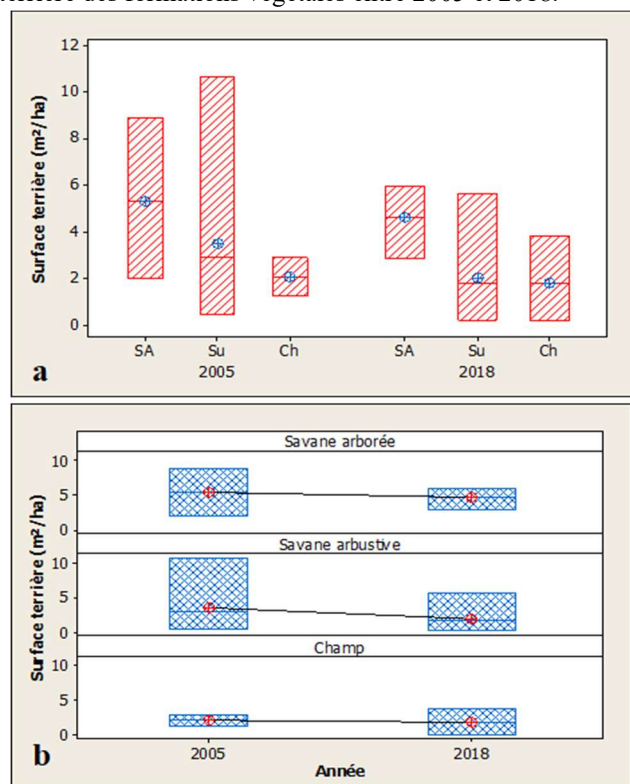
En 2005, il a été observé de forte variation de la densité dans les savanes arbustives allant de 19,64 à 520,48 tiges/ha avec une moyenne de $146,55 \pm 104,26$ tiges/ha. La plus faible moyenne est obtenue dans les champs avec $39,28 \pm 13,89$ tiges/ha et la plus forte dans les savanes arborées avec $214,09 \pm 67,56$ tiges/ha.

En 2018, la plus forte moyenne de densité reste toujours dans les savanes arborées ($178,40 \pm 68,44$ tiges/ha), suivies des savanes arbustives ($133,19 \pm 84,99$ tiges/ha) et des champs ($23,57 \pm 11,53$ tiges/ha). Par ailleurs, la plus forte variabilité est observée dans les savanes arbustives allant de 19,94 à 382,99 tiges/ha.

L'observation de la figure 5b, montre une diminution de la densité au sein de toutes les formations végétales entre 2005 et 2018. Elle est passée de $214,09 \pm 67,56$ tiges/ha à $178,40 \pm 68,44$ tiges/ha dans les savanes arborées et de $146,55 \pm 104,26$ tiges/ha à $133,19 \pm 84,99$ tiges/ha dans les savanes arbustives. Dans les champs, la densité est passée de $39,28 \pm 13,89$ tiges/ha à $23,57 \pm 11,53$ tiges/ha.

3.3.2 Effet des facteurs de dégradation sur la surface terrière des ligneux suivant les formations végétales entre 2005 et 2018

Les figures 6a et b présentent la comparaison de la surface terrière des formations végétales entre 2005 et 2018.



Légende : SA : Savane arborée, Su : Savane arbustive, Ch : Champ

Figure 6 : Comparaison de la surface terrière des formations végétales entre 2005 et 2018

L'examen de la figure 6a montre une variation de la surface terrière au sein des formations végétales en 2005 et en 2018 avec une décroissance des valeurs moyennes allant des savanes arborées aux champs.

En 2005, la surface terrière varie dans les savanes arborées avec une moyenne de $5,29 \pm 2,14$ m²/ha. Dans les champs la surface terrière varie de 0,81 à 3,32 m²/ha avec une moyenne de $2,07 \pm 1,78$ m²/ha. Les savanes arbustives enregistrent une moyenne de $3,51 \pm 2,56$ m²/ha avec une forte variation allant de 0,3 à 11,77 m²/ha.

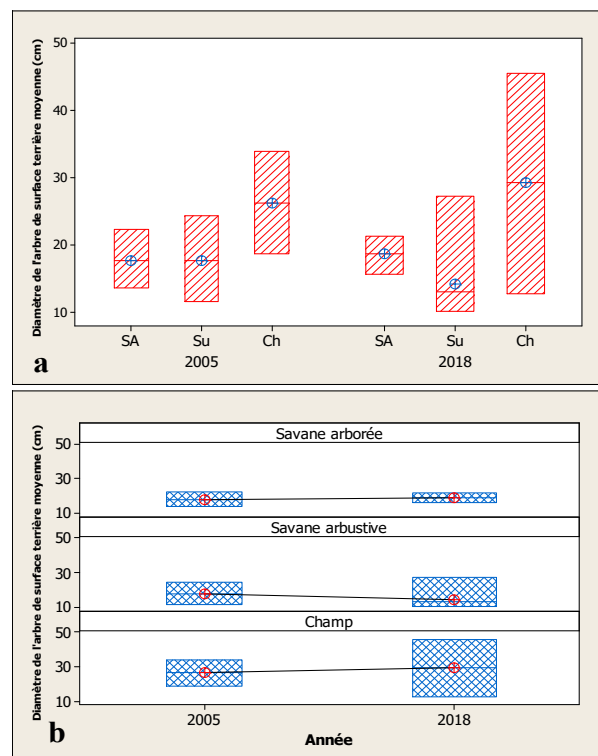
En 2018 les valeurs moyennes de surface terrière décroissent également des savanes arborées vers les champs. En effet, la plus forte valeur est observée dans les savanes arborées avec $4,61 \pm 1,61$ m²/ha et la plus faible valeur dans les champs avec $1,82 \pm 1,53$ m²/ha.

Entre 2005 et 2018, la figure 6b montre une diminution des valeurs moyennes de surface terrière dans les formations

végétales. En effet, elles sont passées de $5,29 \pm 2,14$ m²/ha à $4,61 \pm 1,61$ m²/ha dans les savanes arborées et de $3,51 \pm 2,56$ m²/ha à $2,02 \pm 1,46$ m²/ha dans les savanes arbustives.

3.3.3 Effet des facteurs de dégradation sur le diamètre de l'arbre de surface terrière moyenne des ligneux suivant les formations végétales entre 2005 et 2018

Les figures 7a et b présentent la comparaison du diamètre moyen des formations végétales entre 2005 et 2018.



Légende : SA : Savane arborée, Su : Savane arbustive, Ch : Champ

Figure 7 : Comparaison du diamètre moyen des formations végétales entre 2005 et 2018

L'examen de la figure 7a montre une variation du diamètre moyen au sein des formations végétales en 2005 et en 2018 et la plus forte valeur est observée au niveau des champs.

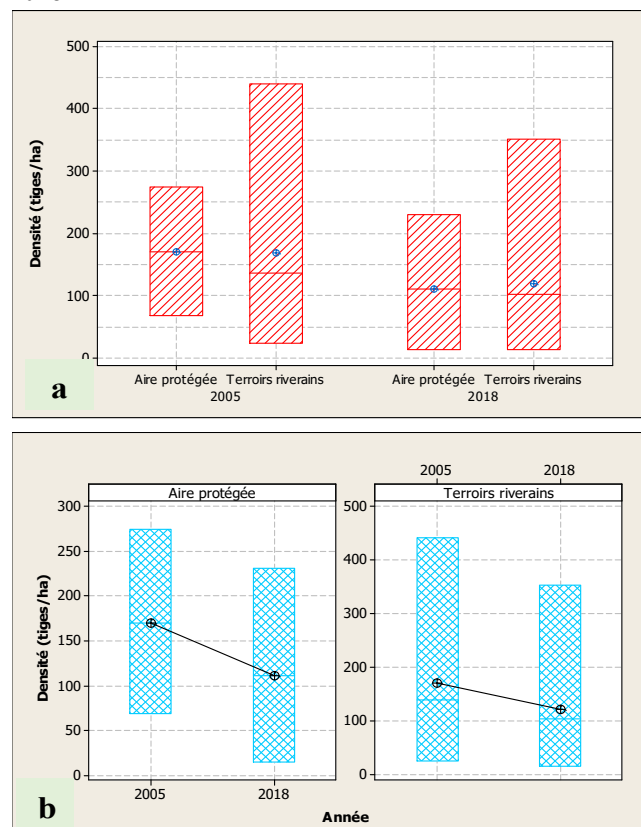
En 2005, la moyenne du diamètre moyen était de l'ordre de 17 cm dans les savanes arborées et dans les savanes arbustives. Les champs enregistrent la plus forte moyenne de diamètre avec $26,23 \pm 16,53$ cm avec une variation de 14,53 à 37,91 cm.

En 2018, ce sont les savanes arbustives qui enregistrent le plus faible diamètre avec $14,13 \pm 4,54$ cm. Par contre, les champs demeurent les formations qui abritent les individus de fort diamètre avec $29,15 \pm 13,23$ cm.

Entre 2005 et 2018, la figure 7b pendant que le diamètre moyen au niveau de savanes arbustives a diminué, alors qu'au niveau des savanes arborées et des champs le diamètre a augmenté. En effet, il est passé de $17,59 \pm 2,73$ cm à $18,62 \pm 3,36$ cm dans les savanes arborées et de $26,23 \pm 16,53$ à $29,15 \pm 13,23$ cm dans les champs.

3.3.4 Effet des facteurs de dégradation sur la densité des ligneux suivant le statut du domaine entre 2005 et 2018

Les figures 8a et b présentent la comparaison de la densité dans l'aire protégée et les terroirs riverains entre 2005 et 2018.



Légende : SA : Savane arborée, Su : Savane arbustive, Ch : Champ

Figure 8 : Comparaison de la densité dans l'aire protégée et les terroirs riverains entre 2005 et 2018

L'examen de la figure 8a montre que la densité varie au sein de l'aire protégée et les terroirs riverains en 2005 et en 2018 et la valeur moyenne oscillent autour 170 tiges/ha dans en 2005 et 110 tiges/ha en 2018.

En 2005, la forte variation de la densité a été observée dans les terroirs allant de 19,34 à 520,48 tiges/ha avec une moyenne de $170,10 \pm 117,3$ tiges/ha. Dans l'aire protégée la densité varie de 29,46 à 274,97 tiges/ha avec une moyenne de $170,39 \pm 62,62$ tiges/ha.

En 2018, la valeur moyenne de la densité est de $110,97 \pm 73,43$ tiges/ha dans l'aire protégée et de $119,6 \pm 98,79$ tiges/ha dans les terroirs riverains. La forte variation est observée dans les terroirs riverains allant de 9,82 à 382 tiges/ha.

L'observation de la figure 8b, montre une diminution de la densité dans l'aire protégée et les terroirs riverains entre 2005 et 2018. Elle est passée de $170,39 \pm 62,62$ tiges/ha à $110,97 \pm 73,43$ tiges/ha dans l'aire protégée et de $170,10 \pm 117,3$ tiges/ha à $119,6 \pm 98,79$ tiges/ha dans les terroirs riverains.

3.3.5 Effet des facteurs de dégradation sur la surface terrière des ligneux suivant le statut du domaine entre 2005 et 2018

Les figures 9a et b présentent la comparaison de la surface terrière dans l'aire protégée et les terroirs riverains entre 2005 et 2018

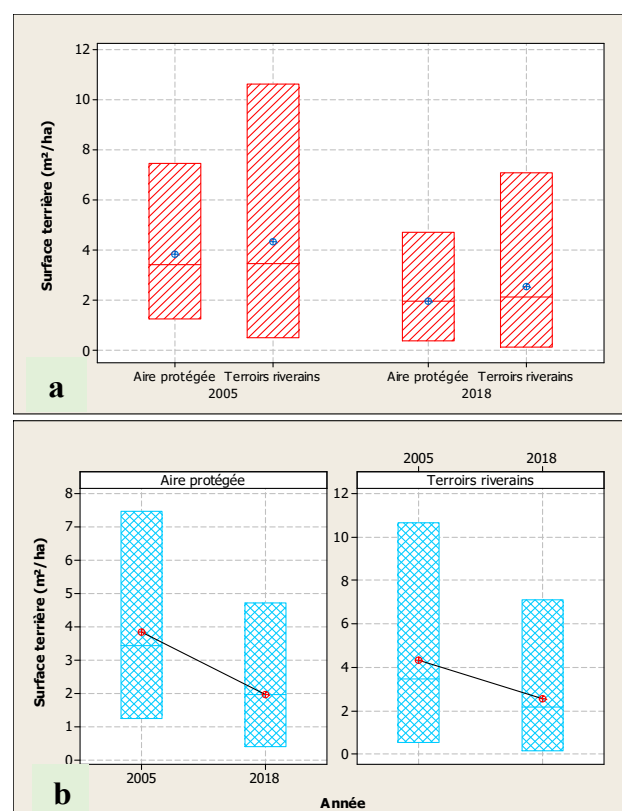


Figure 9 : Comparaison de la surface terrière dans l'aire protégée et les terroirs riverains entre 2005 et 2018

L'examen de la figure 9a montre que la surface terrière varie au sein de l'aire protégée et les terroirs riverains en 2005 et en 2018 et la valeur moyenne oscillent autour 4m²/ha en 2005 et 2 m²/ha en 2018.

En 2005, dans l'aire protégée la surface terrière varie de 0,74 à 7,69 m²/ha avec une moyenne de $3,99 \pm 1,82$ m²/ha.

Dans les terroirs la surface terrière varie de 0,3 m²/ha à 11,77 m²/ha avec une moyenne de $4,34 \pm 2,95$ m²/ha.

En 2018, la valeur moyenne de la surface terrière est de $1,97 \pm 1,3$ m²/ha dans l'aire protégée et de $2,54 \pm 1,93$ m²/ha dans les terroirs riverains. La forte variation est observée dans les terroirs riverains allant de 0,15 à 7,67 m²/ha.

L'observation de la figure 9b, montre une baisse de surface terrière dans l'aire protégée et les terroirs riverains entre 2005 et 2018. Elle est passée de $3,99 \pm 1,82$ m²/ha à $1,97 \pm 1,3$ m²/ha dans l'aire protégée et de $4,34 \pm 2,95$ m²/ha à $2,54 \pm 1,93$ m²/ha dans les terroirs riverains.

3.3.6 Effet des facteurs de dégradation sur le diamètre de l'arbre de surface terrière moyenne des ligneux suivant le statut entre 2005 et 2018

Les figures 10a et b présentent la comparaison du diamètre de l'arbre de surface terrière moyenne dans l'aire protégée et les terroirs riverains entre 2005 et 2018.

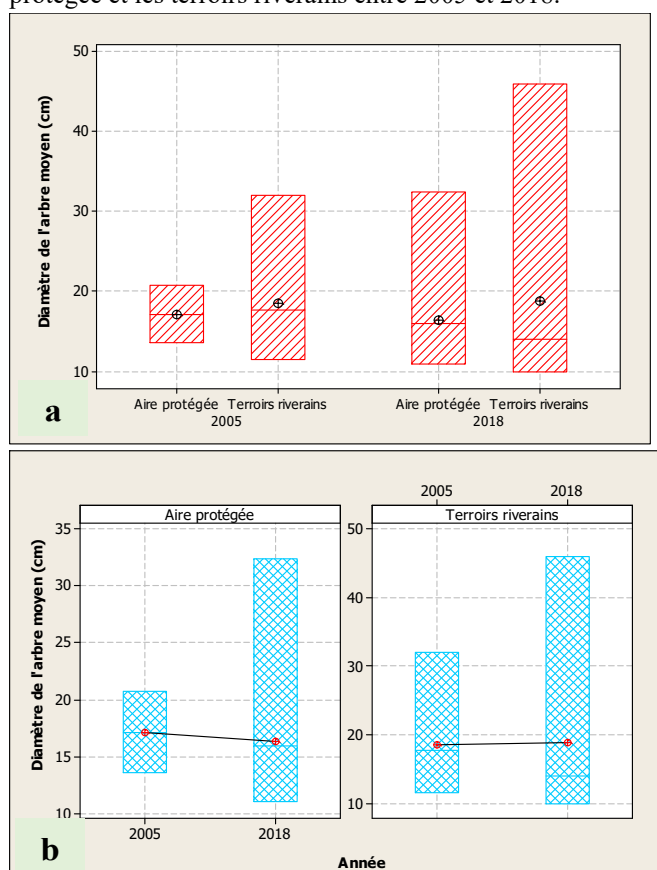


Figure 10 : Comparaison du diamètre moyen dans l'aire protégée et les terroirs riverains entre 2005 et 2018

L'examen de la figure 10a montre que le diamètre moyen varie au sein dans l'aire protégée et les terroirs riverains en 2005 et en 2018.

En 2005, les valeurs moyennes oscillent autour de 17 cm avec $17,13 \pm 2,32$ cm dans l'aire protégée et $18,56 \pm 5,35$ cm dans les terroirs. Dans les terroirs on note une forte variation du diamètre allant de 11,48 à 37,91 cm.

En 2018, la valeur moyenne du diamètre moyen est de $16,37 \pm 6,64$ cm dans l'aire protégée et de $18,86 \pm 10,69$ cm dans les terroirs riverains. La forte variation est toujours observée dans les terroirs riverains allant de 10 à 47,04 cm.

L'observation de la figure 10b, montre une diminution du diamètre moyen dans l'aire protégée passant de $17,13 \pm 2,32$ cm à $16,37 \pm 6,64$ cm entre 2005 et 2018. Par contre dans les terroirs, le diamètre moyen tourne autour de 18 cm en 2005 et 2018.

IV. DISCUSSION

Plusieurs exploitations sont faites des ressources naturelles dans le secteur d'étude. Les plus importantes sont l'agriculture, le pâturage, l'exploitation forestière (le bois d'œuvre, le bois de feu) et la carbonisation. Ces différentes activités entraînent une évolution progressive de la dégradation des ressources ligneuses [9]. La dégradation forestière résulte d'un ou plusieurs événements de perturbations sur une période donnée. Ces perturbations peuvent être de natures diverses : exploitation forestière, prélèvements de produits ligneux ou non-ligneux issus de la forêt, chasse, feux, changements des conditions environnementales (suite à la fragmentation forestière par exemple), etc. Elles varient en intensité et en fréquence et peuvent être ponctuelles (exploitation forestière) ou quasi-permanentes (changements des conditions environnementales ou chasse) [24]. Selon [25], le développement des activités socio-économiques telles que l'agriculture, l'exploitation forestière (coupe de bois, charbon de bois, bois de feu, bois de service et bois d'œuvre) et l'élevage contribue énormément à la dégradation des formations végétales. Ceux-ci ont montré aussi que les principaux impacts résultant de la forte exploitation des ressources forestières conduisent de manière générale à une disparition progressive de la diversité végétale et à la perturbation des formations végétales occasionnant la destruction des habitats et donc la fuite des animaux. De l'avis de [26], les facteurs naturels et anthropiques ont entraîné une forte baisse de la diversité biologique particulièrement de la flore ligneuse.

Les résultats de cette recherche ont montré que l'agriculture et le facteur le plus important de la dégradation des ressources ligneuses. Elle est dominée par les cultures de rentes et vivrières qui représentent les plus importants produits agricoles nationaux. Elle est caractérisée par les

systèmes de production agricole qui sont en majorité extensifs et traditionnels. C'est la première activité économique du milieu. Elle assure l'alimentation, le revenu monétaire et emploi près de 91 % (soit 19 803 habitants sur 21 716 habitants de la population totale du bassin). La production agricole est essentiellement basée sur les cultures vivrières (céréales) et les cultures de rente. On y produit par endroits des légumineuses essentiellement destinées à la consommation locale. C'est une agriculture extensive sur brûlis basée sur l'utilisation accrue des herbicides, des pesticides et de l'engrais chimique. Plusieurs auteurs [27] ; [28] ; [29] ; [11] ; [7] ; [9] et [10] sont parvenus à la même conclusion selon laquelle l'agriculture est la principale cause de dégradation des formations végétales. Ces résultats confirment ceux de [30] et [8], qui ont montré que dans le nord du Bénin les activités agricoles constituent les causes majeures de dégradation du couvert végétal. Il en est de même pour [31], qui estime que, l'agriculture représente le facteur le plus destructif des ligneux. La pression anthropique sur la couverture végétale en zone soudanienne est en constante augmentation [32]. Cela entraîne la dégradation des écosystèmes savanicoles et réduit la disponibilité des espèces. L'élevage et l'agriculture ont eu un impact sur la biodiversité, mais celui de l'élevage semble être moindre. En effet, la zone de cultures subit continuellement la pression humaine à travers le labour, le sarclage et l'utilisation des fertilisants et des produits phytosanitaires d'où l'importance de la richesse floristique herbacée dans ce milieu. Il faut noter que les zones de cultures en Afrique tropicale se présentent comme des mosaïques de champs cultivés, de jachères à divers stades de reconstitution et de zones incultivables [33]. Selon [34], la progression des champs est évaluée à environ 4,26 % par an. Ceci pourrait s'expliquer par la forte pression foncière à l'intérieur et à la périphérie des aires protégées. En Afrique subsaharienne, le manque de nouvelles terres agricoles et fertiles incite les populations à s'installer dans les réserves forestières. Ces résultats confirment ceux de [35] pour qui, l'agriculture est en partie responsable de la dégradation des ressources naturelles. Selon cet auteur, la culture itinérante sur brûlis, dominée par la coton-culture dans le secteur d'étude, a provoqué la dispersion des agriculteurs et entraîné la multiplication de fermes agricoles, même à l'intérieur des zones protégées. Il est important de souligner que les départements du Borgou et de l'Alibori produisent à eux seuls plus des deux tiers de la production cotonnière du pays [36] et cette spéculation procure aux producteurs agricoles de la zone entre deux tiers et trois quarts de leurs revenus monétaires [37]. Pour les populations de cette partie du Bénin, la culture du coton représente un gage de sécurité et

de prospérité, étant donné l'assurance de revenu après une campagne agricole. Malgré une importante utilisation d'engrais chimiques, les pratiques culturelles traditionnelles sont encore en vigueur chez les paysans. Dès que le rendement baisse, le producteur se déplace et brûle de nouvelles parcelles pour gagner des terres cultivables.

Autre facteur aggravant la dégradation des formations boisées dans la zone d'étude, c'est la transhumance. Ce mode de gestion du cheptel bovin est perçu comme un système de production dégradant l'environnement, en raison du fait qu'il occasionne des déplacements massifs de cheptels à la recherche de pâturages et de points d'eau. Au Bénin, la transhumance s'opère essentiellement dans le sens nord-sud. Le cheptel bovin national est essentiellement concentré dans les départements du nord, notamment dans les zones du Borgou, de l'Alibori, de l'Atacora et de la Donga, qui possèdent à eux seuls 85 % des effectifs nationaux avoisinant les 1 200 000 têtes [38]. Chez les éleveurs du Borgou et de l'Alibori, les bovins présentent un taux moyen de fécondité de 76 à 79 %, alors que le seuil critique est de 50 % [39]. Cette forte fécondité accroît les effectifs, le surpâturage, la dégradation des parcours et la destruction des habitats sauvages. Les massifs forestiers (notamment les forêts classées de la zone d'étude) sont les lieux de prédilection des éleveurs, en majorité Peuhl. Pour les Peuhls surtout, les aires de pâturage sont en premier lieu des espaces à accès libre pour le bétail. Quand ils font paître leurs bovins, surtout pendant la saison sèche, et qu'ils font le pâturage aérien et parfois des feux tardifs, ils se soucient peu des effets négatifs de ces pratiques sur la régénération de la végétation. Le pâturage aérien est également une pratique répandue ; tous les éleveurs appliquent cette méthode néfaste pour nourrir leurs troupeaux, surtout en période de soudure. La transhumance et le surpâturage sont le deuxième facteur de la dégradation des aires protégées. L'élevage est traditionnel, extensif et sans enclos favorisant la divagation des animaux. Lorsque le broutage et l'élagage abusif détériorent directement les formations végétales occupées, le piétinement et le tassement des sols empêchent la reconstitution et la régénération des paysages forestiers parcourus. Ces résultats sont conformes à ceux de [10], pour qui l'activité pastorale extensive et la transhumance sont les deux modes pastoraux qui dégradent les terres forestières. [19], a montré que le pâturage du bétail s'amplifie notamment du fait de la fragmentation des forêts au milieu de prairies qui entraîne des intrusions volontaires ou non. L'augmentation de nombre des cheptels ovin, caprin et bovin dont l'élevage extensif, provoque des dégâts considérables au milieu naturel [40]. Les résultats de [41], ont montré également que la forte pression du bétail entraîne la

rupture entre les jeunes plants et les jeunes arbres. Selon ces derniers l'abondance des jeunes plants témoigne l'existence d'un fort taux de régénération au sein du peuplement capable d'assurer la régénération de la biomasse. [42], ont montré qu'en dehors de l'agriculture induite par l'essor démographique, le surpâturage (abattage et dessouchage, broutage, piétinement et émondage excessifs) constitue le principal facteur de dégradation de la forêt classée de Yamba Berté.

Cette recherche a montré également la part de l'exploitation forestière dans la dégradation de la forêt classée de Goungoun. Des études ont montré que l'impact de l'exploitation forestière dépendait de l'intensité des opérations sylvicoles, plus particulièrement du nombre de tiges extrait ; plus ce nombre est élevé, plus les conséquences néfastes sont importantes [43] ; De [44]). Cependant certaines études soulignent que, même pour un faible prélèvement de 3-10 % de tiges, près de 50 % des arbres sont endommagés du fait des chutes d'arbres qui entraînent les arbres voisins [45]. Pour [46] l'exploitation forestière, quelle que soit son intensité, peut avoir des conséquences complexes sur les écosystèmes et la biomasse. L'impact de l'exploitation sur les communautés forestières peut être résumé en deux types principaux : 1) les altérations structurales de la forêt dues aux dégâts physiques directs sur la végétation, lesquels dégâts créent des trouées dans la canopée forestière et engendrent une hétérogénéité spatiale, voire temporelle, en combinaison avec les perturbations passées; 2) les variations de la diversité et les modifications de la composition floristique qui résultent de la récolte sélective des gros arbres commerciaux, la diminution consécutive du nombre d'arbres producteurs de biomasse, la disparition de certaines espèces sensibles à la perturbation et l'installation d'autres. L'exploitation forestière entraîne également la disparition des espèces rares [47] et celle de certaines espèces tolérantes à l'ombre [48] ; [45]). Par ailleurs, la demande de bois-énergie est croissante et est entretenue par, le croit démographique, le taux d'urbanisation, des pratiques culinaires inféodées au bois-énergie et l'accessibilité (disponibilité, prix, etc.) du bois-énergie etc. D'après [49] le morcellement et la fragmentation des systèmes écologiques peuvent être expliqués par la disparition de plusieurs espèces. Dans le cas extrême on peut remarquer une absence totale du couvert végétal dans les sites très perturbés (suite à une mise en culture par exemple). La coupe abusive de bois a été aussi pointé de doigt comme un facteur important de dégradation du couvert végétal ligneux [41]. L'exploitation forestière reste le droit exclusif du propriétaire foncier. Dans le milieu d'étude l'exploitation forestière se pratique sans aucun respect du caractère

renouvelable des essences de valeur. De plus, la coupe se fait dans les forêts classées de façon clandestine. La coupe est soutenue par des agents forestiers indéclicats qui profitent de la souplesse de la politique forestière. Cette pratique influence directement la structure des ligneux [10]. En outre, la commercialisation du bois par des exploitants forestiers contribue également à la destruction du couvert végétal et de la biomasse. Malgré la présence des services forestiers, le phénomène d'abattage des bois d'œuvre se poursuit pour le Lingué (*Azelia africana*) et le Caïlcédrat (*Khaya senegalensis*). Nos enquêtes auprès des populations locales ont permis d'établir que les essences de valeur commerciale (bois d'œuvre, bois de service, ...) ont été systématiquement exploitées, non seulement pour les besoins propres mais aussi pour des raisons économiques compte tenu de la demande en bois d'œuvre très souvent exprimés par les commerçants des pays limitrophes (principalement les Nigériens). L'inefficacité du contrôle de l'administration forestière combinée à la perméabilité des frontières ont largement contribué à cette exploitation sélective des essences de valeur.

Les résultats de recherche ont montré qu'indirectement les facteurs économiques à travers la régularité des revenus et la pauvreté sont responsable de la dégradation et de la déforestation dans le secteur d'étude de même que les facteurs démographiques à travers la croissance démographique et les migrations agricoles. La faible fertilité des sols et la mauvaise application des textes et politiques forestières sont les facteurs d'ordre technique qui contribuent également à la dégradation et à la déforestation des formations végétales. Les facteurs culturels à travers le mode d'accès à la terre et le paramètre climatique qu'est la sécheresse impact indirectement le couvert végétal. La conversion du couvert forestier en un couvert alternatif (agriculture, plantation à grande échelle ou urbanisation) peut être liée à l'augmentation de la pression démographique [50]. D'après [51] et [9] la croissance démographique et l'extension des habitations sont les facteurs indirects de la dégradation des ressources ligneuses dans le bassin cotonnier du Nord-Bénin. Ces derniers ont montré que ces facteurs accentuent les besoins alimentaires et monétaires entraînant un manque de terres cultivables dans les terroirs villageois et la voie de libre accès aux terres des aires protégées a été ouverte.

L'augmentation de la population résultant d'une natalité élevée et d'une baisse de la mortalité peut être suffisante pour entraîner l'expansion de l'espace agricole et une déforestation à l'échelle nationale [52] ; [50]. Dans certains contextes, la croissance naturelle de la population reste faible

et seule l'arrivée d'une population exogène peut déclencher un processus de déforestation [53]. L'exode rural complexifie ces tendances en influençant la main-d'œuvre disponible dans les zones rurales et en concentrant la demande dans les zones péri-urbaines [54]. Ainsi, les facteurs démographiques ont une influence variable sur la dégradation et sont fortement dépendants du contexte [55].

Les résultats de cette recherche ont montré une diminution de la densité et de la surface terrière dans l'aire protégée et les terroirs riverains entre 2005 et 2018. Cette diminution indique un signe de perturbation de l'écosystème forestier. Par contre, dans les terroirs, le diamètre moyen tourne autour de 18 cm en 2005 et 2018. Selon [33], les facteurs anthropiques perturbent fortement le fonctionnement des écosystèmes des aires protégées, engendrant ainsi la modification de la composition floristique et de la structure de la végétation.

Les paramètres dendrométriques sont affectés lors des perturbations [56]. En effet, les perturbations anthropiques modifient les fonctions des écosystèmes et ces modifications peuvent être mises en évidence à partir des analyses des déséquilibres au niveau de la structure [57]. La surface terrière des arbres se révèlent être des paramètres de croissance faciles à déterminer dans un temps plus court et offrent l'avantage d'être pratiques et fiables pour mesurer les perturbations, d'autant plus que la surface terrière est directement affectée par les perturbations sur le moyen ou le long terme. Selon l'Institut Français de [58], la surface terrière qui est corrélée avec la biomasse et représente l'une des mesures fiables de l'évaluation de la qualité de l'habitat. La surface terrière est aussi une bonne mesure du diamètre et de la densité et par conséquent un bon indicateur de la compétition entre les arbres [59]. De plus, selon le Conseil Général de la Martinique (2009), les forêts perturbées présentent une faible surface terrière. D'après [60], la croissance du diamètre des arbres est fonction des interactions avec les différentes autres plantes de l'espace, qui est un bon indice spatial de prédiction du développement.

L'analyse diachronique du diamètre montre une abondance des individus jeunes entre 2005 et 2018 dans la forêt classée de Goungoun. [9] a montré dans son étude que les classes de diamètre présentent l'allure d'une courbe exponentielle décroissante en forme « L », ou en « J renversé » c'est-à-dire que le nombre d'espèces de gros diamètre a drastiquement chuté en faveur de jeunes de diamètre inférieur ou égal à la moyenne qui est de $49,18 \pm 29,72$ cm. Selon [59], les arbres de plus gros diamètre sont les plus prisés, un arbre de 40 cm ne sera pas coupé si l'objectif est d'avoir des planches d'une bonne valeur marchande. Toujours selon

l'allure de la courbe, on peut déduire cependant qu'il y a une régénération naturelle en cours [59] ; [9]). Cette réflexion concorde avec les résultats de [61] en zone soudanienne du Burkina-Faso, selon lesquels l'état de dégradation peut être analysé en fonction de diamètre. Le diamètre des arbres montre un certain niveau de régénération en cours et que les espèces ont un fort potentiel pour reconstituer les populations stables.

Ces résultats sont conformes à ceux de [62] qui a montré à travers l'analyse diachronique des données dendrométriques, la tendance régressive des formations forestières dans la forêt classée des Monts Kouffé entre 2004 et 2014. En effet, il a noté une baisse sensible de la densité des arbres dans les forêts denses sèches, les forêts claires et savanes boisées et même dans les forêts galeries qui sont intégralement protégées par la législation forestière béninoise. Il en est arrivé à la même conclusion pour la surface terrière qui a considérablement diminué dans toutes les formations végétales au cours de la même période.

V. CONCLUSION

Les résultats exposés de cette recherche montrent une diversité d'activités dégradant la biomasse dans la FCGTR. Plusieurs acteurs comme les exploitants du bois d'œuvre, les charbonniers, les chasseurs, les éleveurs et les agriculteurs sont concernés par une de ces activités et qui ont des points de vue divergents en ce qui concerne les facteurs qui dégradent la biomasse. L'impact de l'intensité de ses activités s'est fait remarquer sur la structure des formations végétales. En effet, la densité et la surface terrière décroissent respectivement des savanes boisées, les forêts galeries, les savanes arborées vers les savanes arbustives et les champs. Par ailleurs, le diamètre de l'arbre de surface terrière moyenne est plus élevé dans les champs que dans les autres types de végétation naturelles. Au niveau des champs on note une augmentation du diamètre de l'arbre de surface terrière moyenne entre 2005 et 2018. Suivant le statut, une baisse généralisée a été observée au niveau des paramètres structuraux dans l'aire protégée et dans les terroirs à l'exception du diamètre de l'arbre de surface terrière moyenne qui a connu une légère augmentation au niveau des terroirs riverains.

REFERENCES

- [1] UNFCCC, (2007). Rapport du deuxième atelier sur la réduction des émissions dues à la déforestation dans les pays en développement. FCCC/SBSTA/2007/3
- [2] FAO, Ifad, IMF, Oecd, et UNCTAD, Wfp. the World Bank, the WTO, IFPRI and the UN HLTF. (2011). Price

volatility in food and agricultural markets: policy responses. Rome, FAO, 2011.

[3] Kanninen, M., Murdiyarso, D., Seymour, F., Angelsen, A., Wunder, S., & German, L. (2007). Do trees grow on money? The implications of deforestation research for policies to promote REDD (Vol. 4). Cifor.

[4] Denruyter J.P. et al. (2010). Bioenergy in Africa – Time for a Shift? Sud Sciences et Technologies. Semestriel 19&20. December 2010

[5] Ponce-Hernandez, R. (2008). Land degradation assessment in drylands: Approach and development of a methodological framework. [cited 2015 July 2].

[6] Noss, R. F. (1999). Assessing and monitoring forest biodiversity: a suggested framework and indicators. *Forest ecology and management*, 115(2-3), 135-146.

[7] Toko Imorou I. (2019). Diversité floristique et structure de la végétation autour de la cascade de Sosso dans la commune de Kandi au Nord-Bénin, Revue de Géographie du Bénin Université d'Abomey-Calavi (Bénin) N°25, pp. 22 – 44

[8] Kouta S. et Toko Imorou I. (2019). Forest landscape dynamics in the cotton basin of North Benin. *International Journal of Forest, Animal and Fisheries Research*, Vol.3, Issue-6, pp. 195-202.

[9] Kouta S. (2020). Modélisation de la dynamique de l'occupation des terres et résilience de la flore dans le bassin cotonnier du Nord-Bénin. Thèse de doctorat, Université d'Abomey-Calavi, 277 p.

[10] Issifou Moumouni Y. (2020). Evaluation de la déforestation et de la dégradation du couvert végétal et estimation des gaz à effet de serre correspondants dans le bassin moyen de la Sota au Nord-Bénin. Thèse de doctorat, Université d'Abomey-Calavi, 284 p.

[11] Zakari S., Mazo I., Toko Imorou I., Djaouga M., Arouna O., Thomas O. (2018). Cartographie des changements spatio-temporels des unités d'occupation des terres dans la forêt classée de Goungoun et ses terroirs riverains, Actes de la conférence, OSFACO, pp. 229-246

[12] PAP, (2013). Plan d'Aménagement Participatif des forêts classées de Sota-Goungoun et Goroubi 2013-2022, Vol (1). 152 p

[13] Akoègninou A., W. J. Van der Burg et L. Jos G. Van der Maesen (2006). Flore analytique du Bénin. No. 06.2. Backhuys Publishers, 1065 p.

[14] PANA-Bénin, (2007). Rapport du Programme d'Action Nationale d'Adaptation aux Changements Climatiques. Cotonou, Bénin, 81 p

[15] ASECNA, 2018. Données climatologiques de la station de Kandi. DG-Eau, Bénin.

[16] Dagnelie P. (1998). Statistique théorique et appliquée (Tome 2). De Boeck & Larcier, Paris– L'espace géographique, 2, 147-165.

[17] IFN, (2005). Méthodologie et résultats d'inventaire au niveau national. 81 p

[18] Alexiades M. N., et Sheldon J. W. (1996). Selected guidelines for ethnobotanical research: a field manual (No. Sirsi) i9780893274047).

[19] Arbonnier M. (2002). Arbres, arbustes et lianes des zones sèches d'Afrique de l'Ouest. CIRAD et MNHN, Paris, France, 573 p

[20] Seastrom M. M. (2001). Taux de réponse comme outil de gestion de la qualité des données. In Recueil du symposium de statistique au Canada.

[21] Kokou K, Adjossou K, Hamberger K. (2005). Les forêts sacrées de l'aire Ouatchi au sud-est du Togo et les contraintes actuelles des modes de gestion locale des ressources forestières. *Revue en Sciences de l'Environnement Vertigo*, 6(3): 11 p.

[22] Adomou C. (2005). Vegetation patterns and environmental Gradients in Benin: Implications for biogeography and conservation. PhD thesis Wageningen University, Wageningen ISBN 90-8504-308-5, 150 p

[23]

[24] Hasan A. F. (2019). Évaluation de la dégradation des forêts primaires par télédétection dans un espace de front pionnier consolidé d'Amazonie orientale (Paragominas). Thèse de doctorat en géographie physique (Le Mans université). 232 p

[25] Brun L. E., Sinasson G., Azihou F. A., Gibigayé M. et Tenté B. A. (2020). Perceptions des facteurs déterminants de dégradation de la flore des zones humides dans la commune d'Allada, Sud-Bénin. *Afrique SCIENCE*, 16(4), pp. 52-67

[26] Solly B., Charahabil M. M., Dieye E. H. B., Sy O., Barry B., Sagna B., Faye C. (2020). Impacts des facteurs naturels et anthropiques sur la flore ligneuse de la haute-Casamance (sud Sénégal) : de la perception a la réalité. *J. Appl. Sci. Envir. Stud.* 3(2) 117-131

[27] Mama A., Sinsin B., De Cannière C., Bogaert J. (2013). Anthropisation et dynamique des paysages en zone soudanienne au nord du Bénin. *Tropicultura*, 31(1): 78-88.

[28] Avakoudjo J., Mama A., Toko I., Kindomihou V. et Sinsin B. (2014). Dynamique de l'occupation du sol dans le Parc National du W et sa périphérie au nord-ouest du Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 8(6): 2608-2625

[29] Zakari S. (2015). Vulnérabilité des parcours naturels aux changements climatiques dans le bassin de la Sota à l'exutoire de coubéri (Bénin). Thèse de Doctorat,

Université d'Abomey-Calavi, 203 p.

[30] Djohy G. L., Totin H. S. Vodounon H. S. et Kinzo N. E. (2016). Dynamique de l'occupation du sol et évolution des terres agricoles dans la commune de sinendé au nord-Bénin. *Cahiers du CBRST*, N° 9 Juin 2016 Lettres, Sciences Humaines et Sociales ISSN : 1840-703X, Cotonou (Bénin), pp. 101-121.

[31] Odjoubère J., 2014. Pression sur les espèces végétales ligneuses de la série de protection de la forêt classée des Monts Kouffé au Bénin. Thèse de Doctorat Unique, Université d'Abomey-Calavi, Bénin, 175 p.

[32] Dro B., Soro D., Koné M. W., Bakayoko A. et Kamanzi K. (2013). Evaluation de l'abondance de plantes médicinales utilisées en médecine traditionnelle dans le Nord de la Côte d'Ivoire. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 17(3), pp. 2631-2646.

[33] Fournier A., Christian F., Guy-Modeste G., (2001). Végétation des jachères et succession post-culturelle en Afrique tropicale, 4 : pp. 123-168.

[35] Hountondji Y. C., Sokpon N., Nicolas J. & Ozer P. (2013). Ongoing desertification processes in the sahelian belt of West Africa: an evidence from the rain-use efficiencies, In "Advances in Remote Sensing and Geoinformation Processing for Land Degradation and Assessment", Roeder, A. & Hill, J. (eds.), *Taylor & Francis group*.

[36] Akogbeto M. C., Djouaka R., et Noukpo H. (2005). Utilisation des insecticides agricoles au Bénin. *Bull Soc Pathol Exot*, 98(5), pp. 400-405.

[37] Ton P. et Wankpo E. (2004). La production du coton au Bénin. Projet d'analyse d'une spéculation agricole par pays, Cotonou et Amsterdam : *FUPRO-Agriterra*.

[38] MEHU, (2002). Stratégie Nationale et Plan d'Action pour la Conservation de la Diversité Biologique au Bénin, 144p

[39] Adamou-N'Diaye M., Ogodija O. J., Gbangboche A. B., Adojovi A. et Hanzen, C. (2001). Intervalle entre vêlage chez la vache Borgou au Bénin. In *Annales de Médecine Vétérinaire* 145(2), pp. 130-136

[40] Hamel T., Boulemtafes A. et Bellili A. (2019). L'impact de surpâturage sur les subéraies de la péninsule de l'Edough (Nord-Est algérien). *Geo-Eco-Trop*, 43(1), pp. 119-128.

[41] Idrissa, I., Morou, B., Abdourhamane, H., Karim, S., Abdourhamane, T., Djibo, I. et Mahamane A. (2020). Diversité floristique et structure démographique des peuplements ligneux des parcours naturels sahéliens du Sud-Est du Niger : Cas de l'enclave pastorale «Dadaria» (Mainé-Soroa, Diffa). *Int. J. Biol. Chem. Sci*,

14(3), pp. 706-721.

[42] Réounodji F., Djangrang M. N. et Sougnabé P. (2019). Dynamique régressive de la formation forestière de Yamba Berté au Tchad : le crépuscule d'une forêt classée. *Revue Organisations & territoires*, 28(2), pp. 87-98.

[43] Van Der Hout P. E. T. E. R. (2000). Testing the applicability of reduced impact logging in greenheart forest in Guyana. *The International Forestry Review*, pp. 24-32.

[44] De Chatelperron G., et Commerçon R. (1986). Mise en exploitation du dispositif de recherche en forêt naturelle dans les forêts de Boukoko et de Lol en République Centrafricaine. 165 p.

[45] Struhsaker T. T. (1997). Ecology of an African rain forest: logging in Kibale and the conflict between conservation and exploitation. University Press of Florida.

[46] Lewis N. S. et Nocera D. G. (2006). Powering the planet: Chemical challenges in solar energy utilization. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103(43), pp. 15729-15735.

[47] Nasi R. et Forni E. (2006). Exploitation industrielle du bois, aménagement forestier et impacts environnementaux. *L'Harmattan*.

[48] Bawa K. S., et Seidler R. (1998). Natural forest management and conservation of biodiversity in tropical forests. *Conservation biology*, 12(1), pp. 46-55.

[49] Hanafi, A. (2000). Cartographie des systèmes écologiques et étude de leur évolution depuis 1978 dans la région de Menzel Habib (Gabès). Mémoire de diplôme d'études approfondies, Faculté des sciences humaines et sociales de Tunis, Tunisien

[50] Gillet Pauline, Vermeulen Cédric, Feintrenie Laurène, Dessard Hélène, Claude Garcia (2016). Quelles sont les causes de la déforestation dans le bassin du Congo ? Synthèse bibliographique et études de cas. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ*, 20(2), 183-194.

[51] Issiako D. (2017). Evaluation multicritère du plan d'aménagement participatif de la forêt classée de l'Alibori supérieur au Bénin. Mémoire de DEA, EDP/UAC, 102 p.

[52] Myers N., 1994. Tropical deforestation: rates and patterns. In: Brown K. & Pearce D.W. The causes of tropical deforestation. London: University College London, 27-40.

[53] Geist H. & Lambin E. (2002). Proximate causes and underlying driving forces of tropical deforestation. *BioScience*, 52(2), 143-150

[54] DeFries R., Rudel Th., Uriarte M. & Hansen M. (2010). Deforestation driven by urban population growth and agricultural trade in the twenty-first century. *Nat. Geosci.*, 3(3), 178-181.

- [55] Mena C., Bilsborrow R. & McClain M. (2006). Socioeconomic drivers of deforestation in the northern Ecuadorian Amazon. *Environ. Manage.*, 37(6), 802-815.
- [56] Curt T. (2010). Modélisation de la mortalité des ligneux après perturbations. CEMAGREV/Sciences, Eau et Territoires. 55p. [En ligne] URL : https://www.eccorev.fr/IMG/pdf/curt_mo d2010.pdf
- [57] Riera, B. (1995). Rôle des perturbations actuelles et passées dans la dynamique et la mosaïque forestière. *Revue d'écologie*
- [58] Institut Français de Padichéry (IFP, 2002). « L'homme et la Forêt en Inde du Sud : Modes de gestion et symbolisme de la forêt dans les Ghâts occidentaux », sous la direction de Pouchepadass, J.P., Puyravaud, J. PH., Paris : *KARTHALA*, 224 p.
- [59] Mézard C. (2018). Caractérisation des perturbations anthropiques de la forêt des pins d'Haïti : Cas de l'unité 2. Master de spécialisation en production intégrée et préservation des ressources naturelles en milieu urbain et péri-urbain. Faculté: Gembloux *Agro-Bio Tech* (GxABT). URI/URL: <http://hdl.handle.net/2268.2/5169>. 120 p.
- [60] Maleki, Kobra & Kiviste, Andres & Korjus, Henn. (2015). Analysis of Individual Tree Competition Effect on Diameter Growth of Silver Birch in Estonia. *Forest Systems*. 24. e023. 10.5424/fs/2015242-05742.
- [61] Ouédraogo A. (2006). Diversité et dynamique de la végétation ligneuse de la partie orientale du Burkina-Faso. Thèse de Doctorat Université de Ouagadougou, Option Sc. Biol. Appl., 196 p.
- [62] Kouta S. (2016). Impact de la mise en œuvre du plan d'Aménagement de la Forêt Classée des Monts Kouffé sur la dynamique des formations végétales en république du Bénin. Mémoire de DEA, Ecole Doctorale, FLASH, Abomey-Calavi, Bénin, 96 p.