

## Analyse comparative de l'état de conservation des forêts classées, des forêts communautaires et des forêts sacrées au Sud-Bénin (Afrique de l'Ouest)

### [ Comparative analysis of the state of conservation of gazetted forests, community forests and sacred forests (West Africa) ]

*Ousséni AROUNA<sup>1</sup>, Ismaïla TOKO IMOROU<sup>2</sup>, Moussa GIBIGAYE<sup>3</sup>, Pierre ALLE<sup>4</sup>, and Brice TENTE<sup>5</sup>*

<sup>1</sup>Ecole des Sciences et Techniques du Bâtiment et de la Route,  
Université Polytechnique d'Abomey, 03 BP 304 Abomey, Benin

<sup>2</sup>Laboratoire de Cartographie,  
Université d'Abomey-Calavi, 10 BP 1082, Cotonou, Benin

<sup>3</sup>Laboratoire d'Analyse Régionale et Développement,  
Université d'Abomey-Calavi, BP : 677 Abomey-Calavi, Benin

<sup>4</sup>Direction Générale des Eaux, Forêts et Chasse,  
Ministère du Cadre de Vie et du Développement Durable, Cotonou, Benin

<sup>5</sup>Laboratoire de Biogéographie et d'Expertise Environnementale (LABEE),  
Université d'Abomey-Calavi, BP : 677 Abomey-Calavi, Benin

---

Copyright © 2017 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the ***Creative Commons Attribution License***, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

**ABSTRACT:** This research aims to analyze the state of conservation of gazetted forest, community forest and sacred forest in the southern Benin. To do this, two gazetted forests, two communities forests and two sacred forests were chosen. The evaluation of the dynamics of the forest cover has been made of the comparative diachronic analysis of land cover in 1982 and 2015. The phytosociological and forest inventories were carried out in the forests studied. The results revealed that the areas of forest classes are held and sometimes experiencing an increase in the sacred forests while these forest classes experienced a regressive development in gazetted forests. In community forests, regression and maintaining forest classes were observed. The average density of trees is the highest recorded in the sacred forest of Zannouzoun (352.50 trees / ha) and the lowest density is achieved in the community forest Togbin-Daho (104.60 trees / ha). The highest Shannon diversity index is obtained in the sacred forest of Kodjizoun (3.08 bits) while the lowest value of this index is recorded at the gazetted forests of Pahou (1.96 bit). The state and the evolutionary trend of forest cover and ecological parameters show that the sacred forests and incidentally community forests are best preserved as gazetted forests. However, the small size of sacred forests requires to qualify this conclusion.

**KEYWORDS:** protected areas, forest cover, ecological parameters, trend, South Benin.

**RESUME:** La présente recherche vise à analyser l'état de conservation des forêts classées, sacrées et communautaires au Sud-Bénin. Pour ce faire, 2 forêts classées, 2 forêts sacrées et 2 forêts communautaires ont été choisies. L'évaluation de la dynamique du couvert forestier a été réalisée à partir de l'analyse diachronique comparative de l'occupation des terres de 1982 et de 2015. Les inventaires phytosociologique et forestier ont été réalisés dans les forêts étudiées. Les résultats ont révélé que les superficies des classes forestières sont conservées et connaissent parfois une augmentation dans les forêts

sacrées alors que ces classes forestières ont connu une évolution régressive dans les forêts classées. Dans les forêts communautaires, la régression et le maintien des classes forestières ont été observées. La densité moyenne des arbres la plus élevée est enregistrée dans la forêt sacrée de Zannouzoun (352,50 arbres/ha) et la plus faible densité est obtenue dans la forêt communautaire de Togbin-Daho (104,60 arbres/ha). L'indice de diversité de Shannon le plus élevé est obtenu dans la forêt sacrée de Kodjizoun (3,08 bits) alors la plus faible valeur de cet indice est enregistrée au niveau de la forêt classée de Pahou (1,96 bit). L'état et la tendance évolutive du couvert forestier et les paramètres écologiques attestent que les forêts sacrées et accessoirement les forêts communautaires sont mieux conservées que les forêts classées. Toutefois, la petite taille des forêts sacrées oblige à nuancer cette conclusion.

**MOTS-CLEFS:** aires protégées, couvert forestier, paramètre écologique, tendance, Sud-Bénin.

## 1 INTRODUCTION

La conservation de la biodiversité s'avère particulièrement difficile et en réalité peu probable en dehors des aires protégées dans les pays africains. Différentes catégories d'aires protégées ont été créées dans plusieurs régions et zones phytogéographiques de l'Afrique. Les aires protégées sont des espaces géographiques clairement définis, reconnus, consacrés et gérés, par tout moyen efficace, juridique ou autre, afin d'assurer à long terme la conservation de la nature ainsi que les services écosystémiques et les valeurs culturelles qui lui sont associés [1]. Elles sont devenues les «pierres angulaires» des stratégies nationales et internationales de conservation.

L'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) a défini plusieurs catégories d'aires protégées avec des objectifs allant de la protection intégrale à l'utilisation durable des écosystèmes naturels. Les aires protégées sont régies par les lois de chaque Etat, avec des appellations qui peuvent varier selon la législation nationale. Il y a également des aires protégées créées sur la base des normes et croyances traditionnelles dans plusieurs pays africains.

De par sa situation dans le Dahomey Gap, le Bénin a un couvert forestier très peu dense qui est encore fortement altéré par les actions anthropiques [2]. Le Dahomey Gap est la discontinuité phytogéographique qui sépare les deux grands blocs forestiers guinéen et congolais. Il se présente sous forme d'une bande perpendiculaire au littoral. Sur le plan physiographique, le Dahomey Gap est caractérisé par l'absence de forêts denses humides comme en Côte d'Ivoire et la présence de savanes qui descendent jusqu'à la côte [3]. Au Sud-Bénin où les habitations et les exploitations agricoles dominent le paysage, les forêts sacrées, les forêts communautaires et les forêts classées sont les seuls témoins actuels de l'élément forestier.

Les forêts sacrées sont des sites constitués d'un ensemble d'arbres qui sont protégés par des dispositions traditionnelles ; dans ces sites certains arbres ou autres objets (pierres, etc.) sont sacrés et vénérés. En effet, en raison de leur statut fondé sur des croyances traditionnelles, les forêts sacrées constituent aujourd'hui aux yeux de plusieurs scientifiques un espoir pour sauvegarder un échantillon représentatif de la biodiversité. Face aux pressions foncières et aux mutations socio-culturelles en rapport avec les religions monothéistes en voie d'expansion, ces forêts subissent actuellement des dégradations rapides et massives, entraînant la réduction de leur superficie, voire leur disparition complète [4]. En dépit de ces fortes menaces plusieurs recherches ont attesté la contribution majeure des forêts sacrées à la conservation de la biodiversité [5], [6], [7], [8], [9], [10].

Il en est de même des forêts communautaires qui contribuent elles aussi à la conservation de la biodiversité et connaissent de plus en plus les phénomènes de dégradation et de déforestation au Bénin [11]. Les forêts communautaires sont des espaces relativement boisés créés par les collectivités familiales dont l'accès et l'exploitation sont régies par les normes établies par les communautés villageoises [11]. Les forêts communautaires sont des forêts qui sont sous l'autorité du pouvoir local et appartiennent à une communauté [10].

Quant aux forêts classées, elles sont constituées d'un ensemble de formations végétales (forêts, savanes) désignées comme telles, suite à un acte officiel de mise sous régime restrictif de l'exercice des droits d'usage des individus ou des collectivités [12]. Ces forêts classées malgré leur statut d'aire protégée connaissent aussi de dégradation [13]. Malgré cette dégradation, les forêts classées comme les forêts sacrées et les forêts communautaires contribuent à la conservation de la biodiversité.

Au total, les forêts sacrées, les forêts classées et les forêts communautaires malgré leurs états dégradés contribuent à la conservation de la biodiversité [13] [10] [9]. La question fondamentale qui se pose est de savoir entre les forêts classées, les

forêts sacrées et les forêts communautaires du Sud-Bénin, quelle est la catégorie d'aire protégée qui participe plus à la conservation de la biodiversité. Les questions spécifiques qui se posent sont :

- quelle est la tendance évolutive du couvert forestier dans les forêts classées, les forêts communautaires et les forêts sacrées du Sud-Bénin?
- Quel est l'état de la phytodiversité dans ces aires protégées?

L'objectif global de la présente recherche est de faire une analyse comparative de la contribution des forêts classées, des forêts communautaires et des forêts sacrées à la conservation de la biodiversité dans le Sud-Bénin. De façon spécifique, il s'est agi de réaliser une analyse diachronique comparative du couvert forestier des forêts classées, des forêts communautaires et des forêts sacrées du Sud-Bénin et de comparer les paramètres structuraux et de diversité de ces aires protégées.

Cette recherche est fondée sur l'hypothèse que les forêts classées participent plus à la conservation de la biodiversité au Sud-Bénin. En effet, en considérant tout l'arsenal de l'Etat béninois notamment l'administration forestière ainsi que l'objet de la plupart des projets forestiers qui tourne autour des forêts classées, cette hypothèse prend tout son sens. Le Bénin a enregistré trois générations de projets forestiers [13]: les projets forestiers avant le code forestier de 1993, les projets forestiers à l'ère du code forestier de 1993 et les projets après le code forestier. Tous ces projets forestiers se sont intéressés aux forêts classées. Il est alors logique *a priori* de considérer que les forêts classées participent plus à la conservation de la biodiversité.

La présentation des aires protégées, le matériel et les méthodes utilisés, les résultats et la discussion constituent les principales articulations du présent article.

## 2 MILIEU D'ETUDE

Le milieu d'étude est constitué de deux forêts classées, de deux forêts communautaires et de deux forêts sacrées. Il s'agit des forêts classées de Pahou et d'Itchède, les forêts communautaires de Togbin-Daho et de Gnanhouizoun et les forêts sacrées de Kodjizoun et de Zannouzoun (figure 1). L'ensemble des aires protégées étudiées sont situées dans le Sud-Bénin dans les mêmes conditions écologiques et socio-économiques.

Le Sud-Bénin est une région à climat subéquatorial caractérisé par quatre saisons au cours de l'année : une grande saison pluvieuse et une grande saison sèche d'une part et d'autre part une petite saison sèche et une petite saison pluvieuse. Sur le plan phytogéographique, la zone de recherche appartient à la région guinéo-congolaise. Cependant, les formations climaciques de cette région phytogéographique ont pratiquement disparu à part quelques lambeaux constituant les témoins de l'élément forestier. C'est une zone fortement anthropisée avec le développement spectaculaire de plusieurs activités économiques telles que l'agriculture, l'élevage, la pêche et la construction des infrastructures.

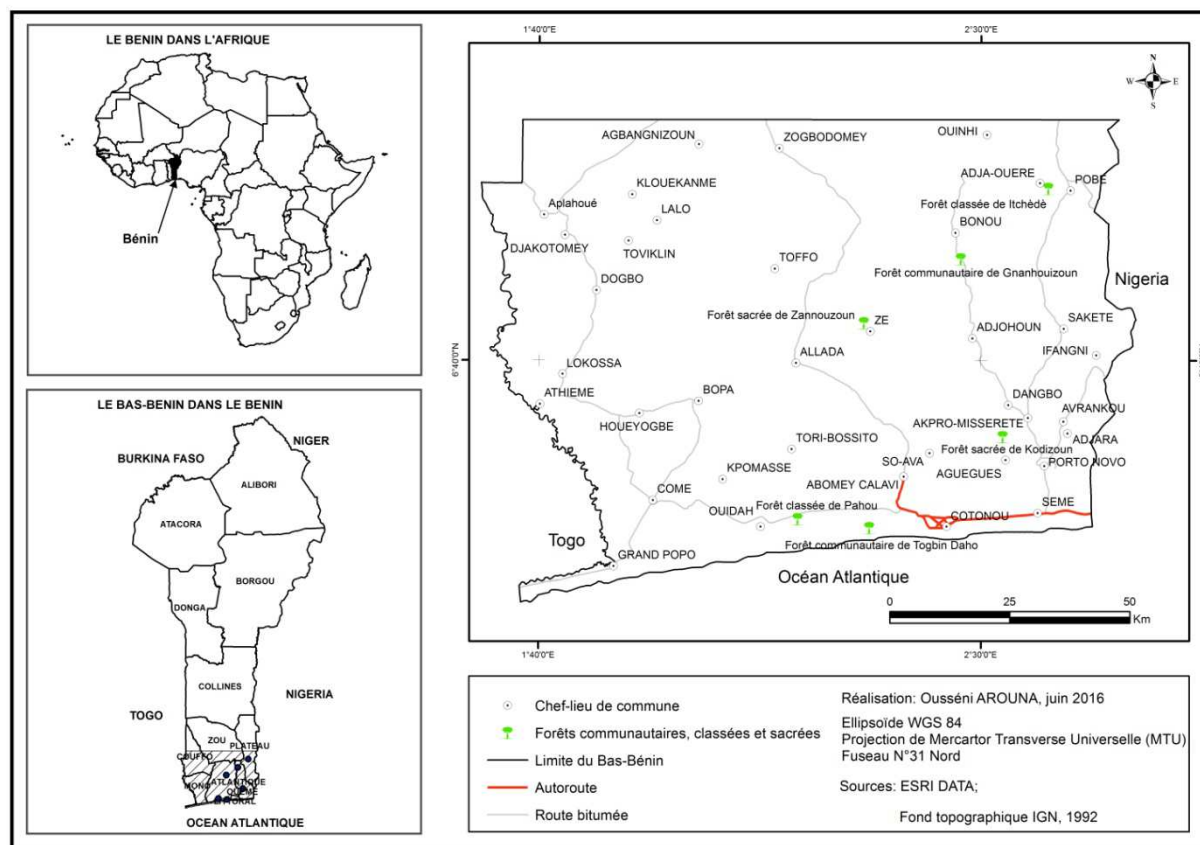


Figure 1. Localisation des forêts étudiées dans le Sud-Bénin

### 3 MATERIEL ET METHODES

#### 3.1 MATERIEL ET METHODE DE LA CARTOGRAPHIE DIACHRONIQUE DU COUVERT FORESTIER

La cartographie diachronique du couvert forestier a été réalisée. La carte d'occupation des terres de 1982 réalisée par le Centre National de Télédétection et du suivi écologique du Bénin (CENATEL) sur la base des images Landsat MSS a été utilisée comme la référence de la première date (1982). La deuxième carte de référence utilisée est la carte d'occupation des terres de 2015 issue de l'interprétation des images SPOT de 2015.

##### 3.1.1 INTERPRÉTATION DES IMAGES SPOT

La méthode de classification orientée-objet a été utilisée pour interpréter les images SPOT6 de résolution 6 m à l'aide du logiciel eCognition (Definiens). Ce logiciel offre l'avantage de considérer autant la signature spectrale des pixels que leur patron de distribution et d'agencement dans le processus de la segmentation. Une fois que la segmentation a été réalisée, des codes ont été attribués aux différents polygones issus de la segmentation. Les caractéristiques de ces polygones ont ensuite été analysées mathématiquement par le logiciel eCognition, ce qui a permis de classer automatiquement tous les autres polygones selon leur appartenance aux familles de référence. Il est important de mentionner que la détermination du type d'occupation des polygones de référence s'est appuyée sur les points GPS relevés au cours des travaux de terrain. Grâce à cette particularité, il a été possible de définir des algorithmes d'analyse spatiale afin de segmenter automatiquement le territoire en polygones qui s'apparentent à ceux qu'aurait tracé un photo-interprète expérimenté. En réalité, la segmentation obtenue par eCognition est même plus précise et détaillée car elle n'est pas limitée par l'agilité de manipulation du curseur à l'écran. De plus, l'utilisation d'algorithmes et l'application de règles précises assurent une meilleure uniformité dans la segmentation des différentes images qui composent la zone de recherche. La couche numérique préliminaire d'occupation des terres (i.e. polygones et codes d'identification) a ensuite été transférée dans le logiciel ArcGIS afin de compléter la structuration de la base de données et d'ajouter le libellé complet du type d'occupation des terres.

### 3.1.2 EVALUATION DU NIVEAU DE PRECISION DE LA CARTOGRAPHIE DE L'OCCUPATION DES TERRES

L'évaluation des cartes des unités forestières et des autres unités d'occupation des terres issues de l'interprétation des images satellites a été faite à partir d'une matrice de confusion. Il s'agit en fait d'un tableau à double entrée où les classes des cartes issues de l'interprétation se trouvent en lignes et les données du contrôle-terrain en colonnes. Sur la diagonale de ce tableau, se trouvent les unités forestières et autres unités d'occupation des terres bien identifiées et de part et d'autre de cette diagonale les erreurs d'omission et de confusion. Cette matrice a permis de calculer l'indice d'exactitude I des cartes d'occupation des terres [14], [15].

## 3.2 MÉTHODES D'INVENTAIRES PHYTOSOCIOLOGIQUES ET FORESTIERS

### 3.2.1 RELEVES PHYTOSOCIOLOGIQUES ET INVENTAIRE DES LIGNEUX

Les inventaires phytosociologiques et forestiers ont été réalisés dans le but de comparer les paramètres dendrométriques et les paramètres de diversité des différentes forêts étudiées. Ainsi, les secteurs concernés ont été d'abord ciblés au Laboratoire à partir des cartes d'occupation des terres. Sur le terrain, les placeaux ont été installés selon le critère d'homogénéité floristique et topographique. Les placeaux circulaires de 1000 m<sup>2</sup> ont été installés.

Les relevés phytosociologiques ont été effectués selon la méthode sigmatiste de Braun-Blanquet [16] utilisée avec succès par plusieurs auteurs [17], [9]. Cette méthode stipule que les aires de relevés doivent être suffisamment homogènes sur les plans floristique et topographique. La plupart des espèces ont été identifiées directement sur le terrain. Les spécimens des espèces non identifiées ont été récoltés et comparés à ceux des Flores existantes [18], [19], [20], [21], [2]. L'identification s'est basée sur la nomenclature de [21] et de [22].

Pour chaque relevé, les caractéristiques d'identification du site, les conditions stationnelles (topographie, altitude, texture du sol) et les éléments relevant des perturbations anthropiques ont été notés. Au niveau de chaque placeau, les espèces végétales ont été inventoriées et affectées de coefficients d'abondance – dominance. Pour chaque espèce inventoriée, on affecte un coefficient d'abondance-dominance qui est l'expression de l'espace relatif occupé par l'ensemble des individus de chaque espèce. Les coefficients de recouvrement moyen (RM) admis pour la plupart sont :

- 5 : espèce couvrant 75 à 100 % de la surface du relevé (RM = 87,5 %)
- 4 : espèce couvrant 50 à 75 % de la surface du relevé (RM = 62,5 %)
- 3 : espèce couvrant 25 à 50 % de la surface du relevé (RM = 37,5 %)
- 2 : espèce couvrant 5 à 25 % de la surface du relevé (RM = 15 %)
- 1 : espèce couvrant 1 à 5 % de la surface du relevé (RM = 3 %)
- + : espèce couvrant 0 à 1 % de la surface du relevé (RM = 0,5 %).

Les diamètres des individus de dbh  $\geq$  10 cm ont été mesurés à l'aide du ruban  $\pi$ .

### 3.2.2 TRAITEMENT DES DONNEES DE DIVERSITE SPECIFIQUE

La richesse spécifique et l'indice de diversité de Shannon sont des paramètres écologiques utilisés pour comparer les différentes forêts étudiées.

#### 3.2.2.1 RICHESSE SPÉCIFIQUE ( $S_p$ )

C'est le nombre d'espèces végétales ligneuses recensées par placeau. Cet indicateur est insuffisant pour mesurer la diversité spécifique car il ne permet pas de différencier des forêts qui comporteraient le même nombre d'espèces mais avec des effectifs différents.

#### 3.2.2.2 INDICE DE DIVERSITE DE SHANNON ( $H'$ )

L'indice de diversité exprime la diversité des espèces au sein des groupements végétaux. Il est calculé à partir de la formule suivante :

$$H = -\sum P_i \log_2 P_i$$

Avec  $P_i = n_i/N$ ;  $n_i$  = nombre d'individus/espèce;  $N$  = nombre d'individus /placeau.  $H$  varie en général de 0 à 5.

Un indice de diversité de Shannon élevé correspond à des conditions du milieu favorables à l'installation de nombreuses espèces; c'est le signe d'une grande stabilité du milieu [23]. L'indice de diversité de Shannon est faible lorsque sa valeur est comprise entre 0 et 2 bits; il est moyen si sa valeur est comprise entre 2 et 2,5 bits et élevé lorsque sa valeur est supérieure à 2,5 bits.

### 3.2.3 TRAITEMENT DES DONNÉES DENDROMÉTRIQUES

#### 3.2.3.1 DENSITÉ

La densité des arbres est calculée suivant la formule suivante:

$$N = \frac{n}{n_p s};$$

Où N = densité en arbres/ha ; n = nombre d'arbres dénombrés par placeau ;  $n_p$  = nombre total de placeaux considérés et s = superficie d'un placeau en ha.

#### 3.2.3.2 SURFACE TERRIÈRE MOYENNE (G)

La surface terrière moyenne est la somme des sections des troncs des arbres à un niveau de référence. Elle est calculée à partir de la formule suivante :

$$G = \Sigma \Pi d^2 / 4 \text{ ou } G = \Sigma C^2 / 4 \Pi$$

Avec d = diamètre à 1,30 m au-dessous du sol ; C = circonférence à 1,30 m au-dessus du sol.

### 3.2.4 TESTS STATISTIQUES DE COMPARAISON DES PARAMETRES ECOLOGIQUES DES FORETS ETUDIEES

Les valeurs de chaque paramètre écologique ( $S_p$ ,  $H'$ ,  $N$  et  $G$ ) ont subi d'abord une transformation racine carrée avant d'être soumises à une analyse de variance à un facteur (forêt). Cette transformation est nécessaire pour s'assurer de la normalité et de l'homogénéité de variance des séries de données [24]. Le test de structuration des moyennes de [25] a ensuite été réalisé pour classer les unités écologiques sur la base de la valeur moyenne des paramètres considérés. Le logiciel SPSS 21.0 a été utilisé pour faire les analyses.

## 4 RESULTATS

Les résultats ont été organisés en deux points : analyse comparative de la dynamique du couvert forestier et analyse comparative des paramètres écologiques des forêts étudiées.

### 4.1 DYNAMIQUE DU COUVERT FORESTIER

La dynamique du couvert forestier a été analysée à partir des cartes d'occupation des terres de 1982 et de 2015.

#### 4.1.1 DYNAMIQUE DU COUVERT FORESTIER DANS LES FORETS CLASSEES

Les figures 2 et 3 présentent la dynamique du couvert forestier dans les forêts classées d'Itchède et de Pahou.

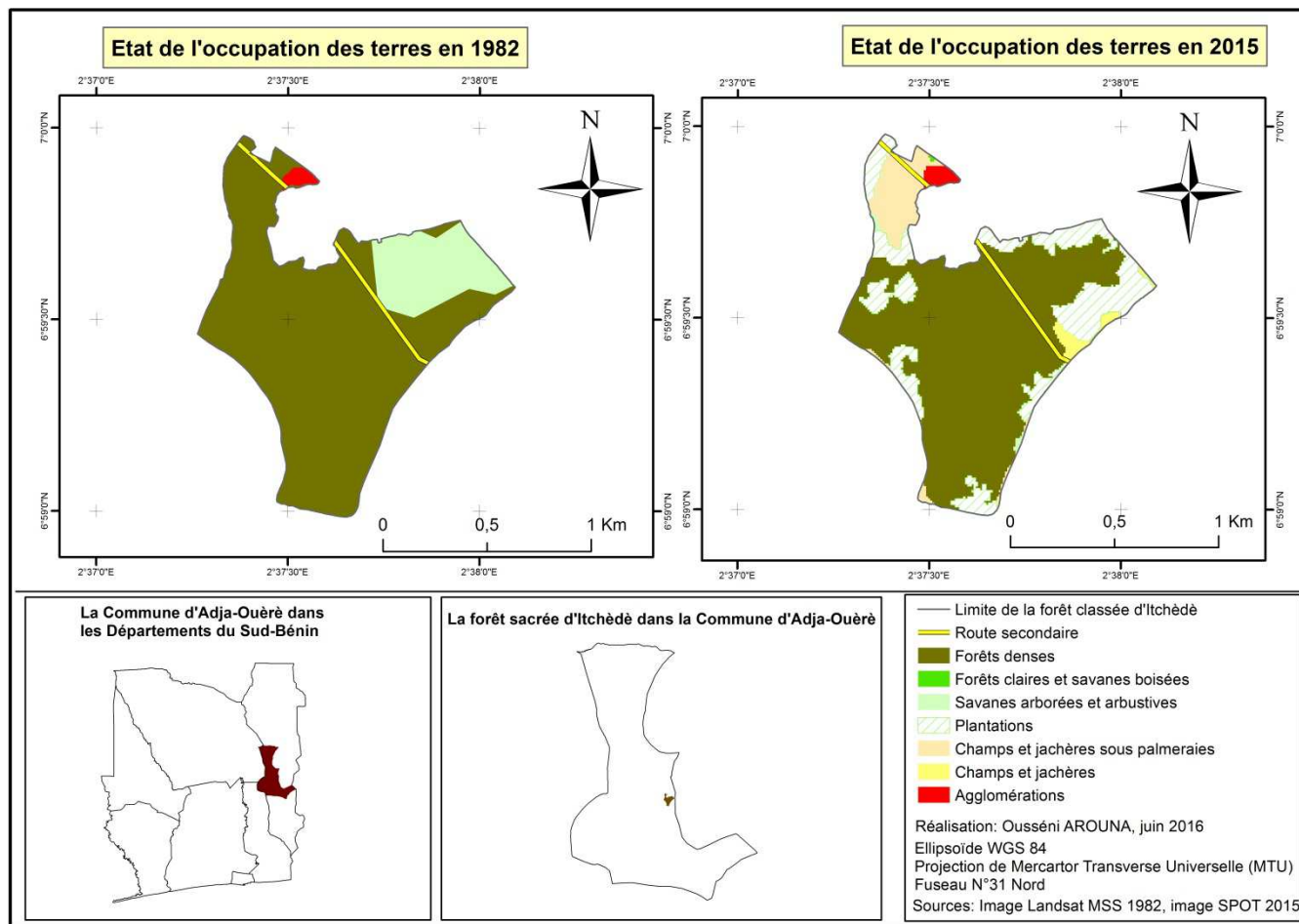


Figure 2. Dynamique de l'occupation des terres dans la forêt classée d'Itchède de 1982 à 2015

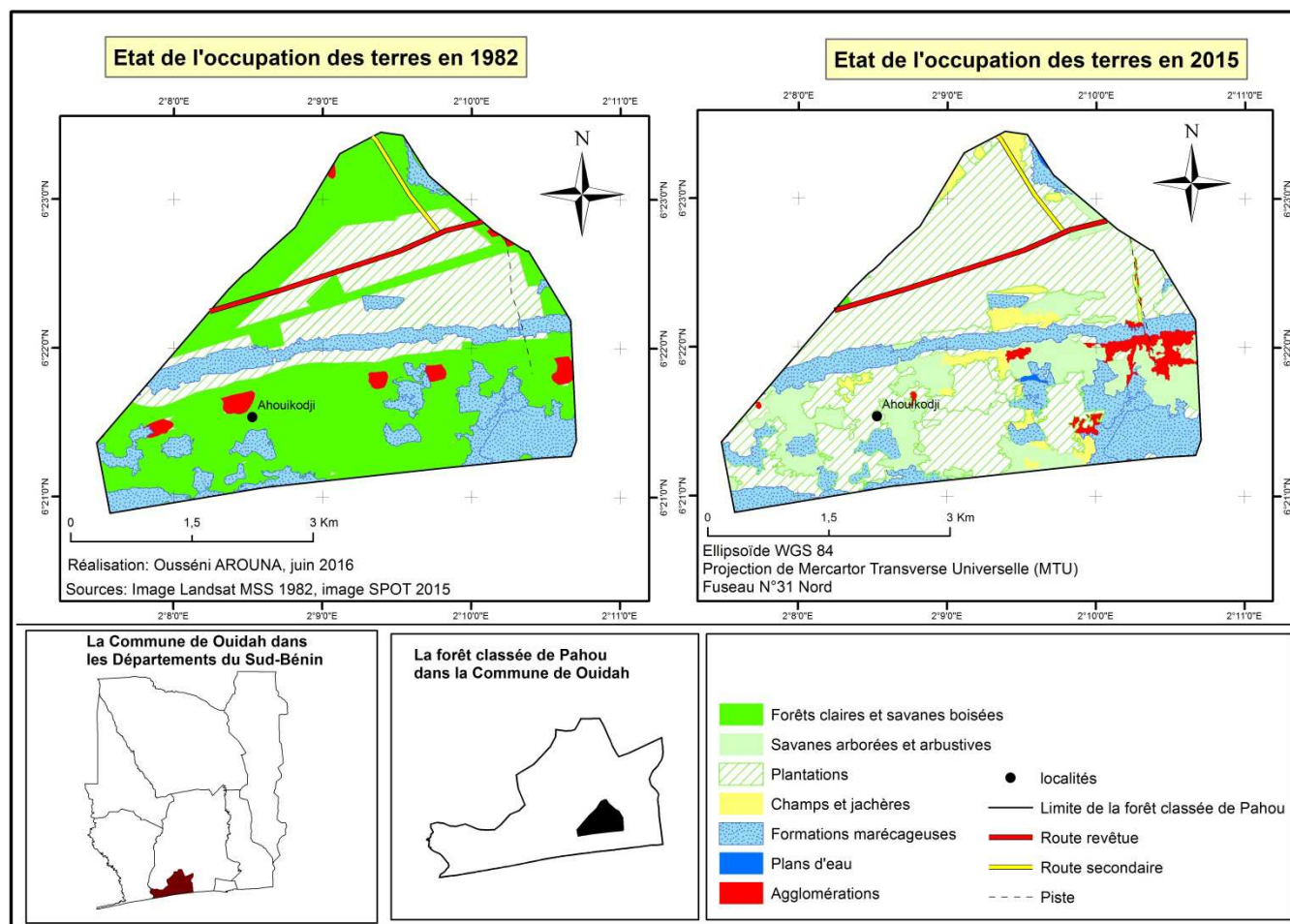


Figure 3. Dynamique de l'occupation des terres dans la forêt classée de Pahou de 1982 à 2015

L'examen de la figure 2 révèle que la dynamique des unités forestières de la forêt classée d'Itchède est marquée par la conversion d'une partie des forêts denses semi-décidues et des forêts claires et savanes boisées en plantations et en mosaïques de champs et jachères sous palmeraies. La dynamique de l'occupation des terres dans cette forêt classée est passée de 3 classes en 1982 à 5 classes en 2015 avec l'apparition des mosaïques de champs et jachères, des champs et jachères sous palmeraies et des plantations. La classe "Forêts claires et savanes boisées" a disparu. Les forêts denses sont demeurées les unités forestières les plus importantes ; toutefois, leur proportion est passée de 83,49 % en 1982 à 68,15 % en 2015. D'après les informations reçues sur le terrain, la partie de la forêt restée intacte (forêt dense semi-décidue) est la partie sacrée de cette forêt classée. C'est la partie non sacrée de la forêt qui a été convertie en d'autres unités. Ce cas constitue un exemple concret de l'importance de l'élément sacré dans la conservation du couvert forestier.

L'examen de la figure 3 révèle que les forêts claires et savanes boisées qui étaient les formations forestières dominantes de la forêt classée de Pahou en 1982 ont été complètement converties en plantations, en savanes arborées et arbustives, en mosaïques de cultures et jachères et en agglomérations malgré le statut de domaine classé de cette forêt. Pourtant, c'est une forêt classée gérée par l'administration forestière et qui a bénéficié des actions du Projet Bois de Feu phases I et II. Actuellement, les plantations constituent les unités forestières dominantes; elles sont passées de 26,45 % en 1982 à 54,86 % en 2015.

#### 4.1.2 DYNAMIQUE DU COUVERT FORESTIER DANS LES FORETS COMMUNAUTAIRES

Les figures 4 et 5 présentent la dynamique du couvert forestier et des autres unités d'occupation des terres dans les forêts communautaires de Gnanhouzoun et de Togbin-Daho.



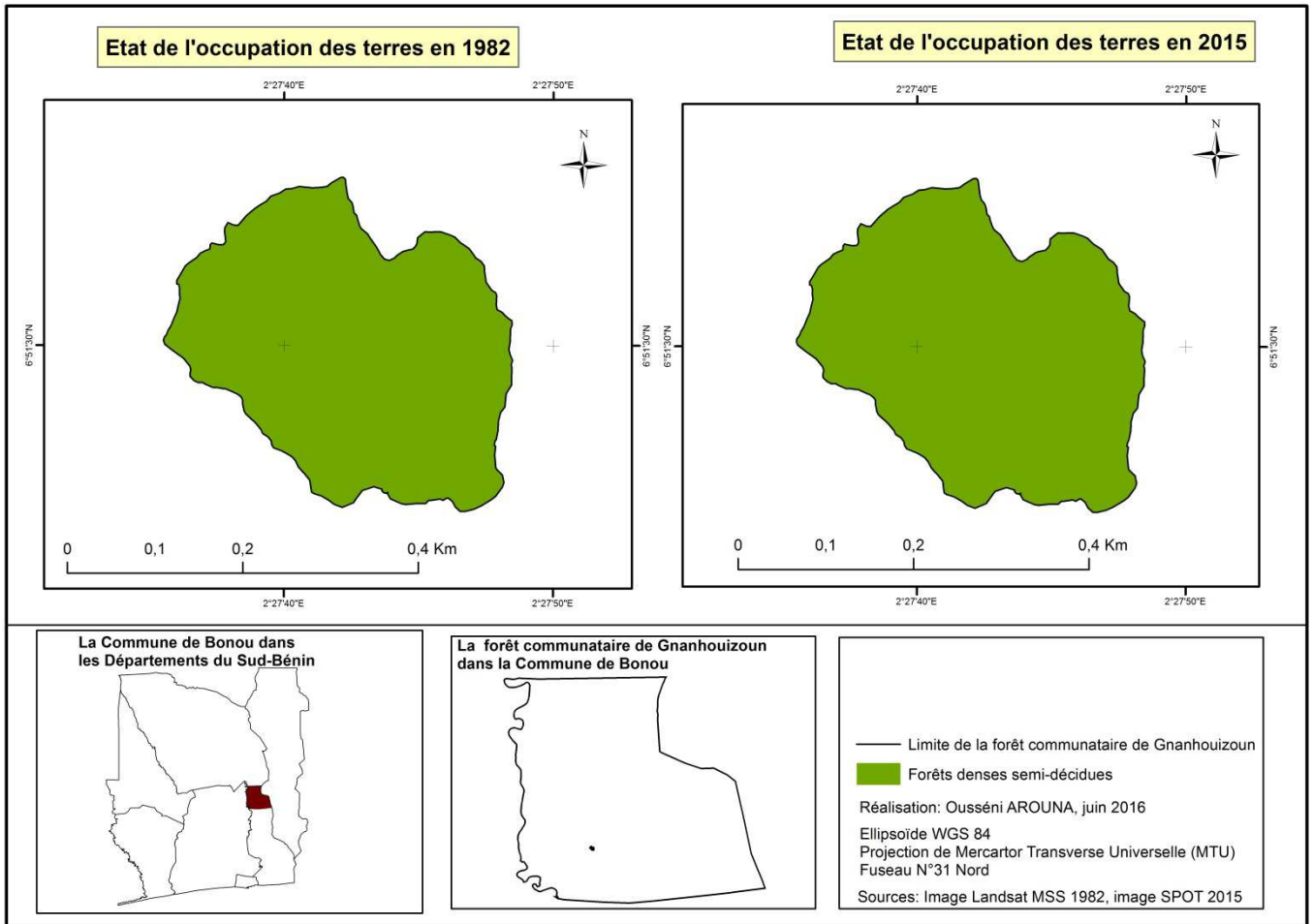


Figure 4. Dynamique de l'occupation des terres dans la forêt communautaire de Gnanhouizoun de 1982 à 2015

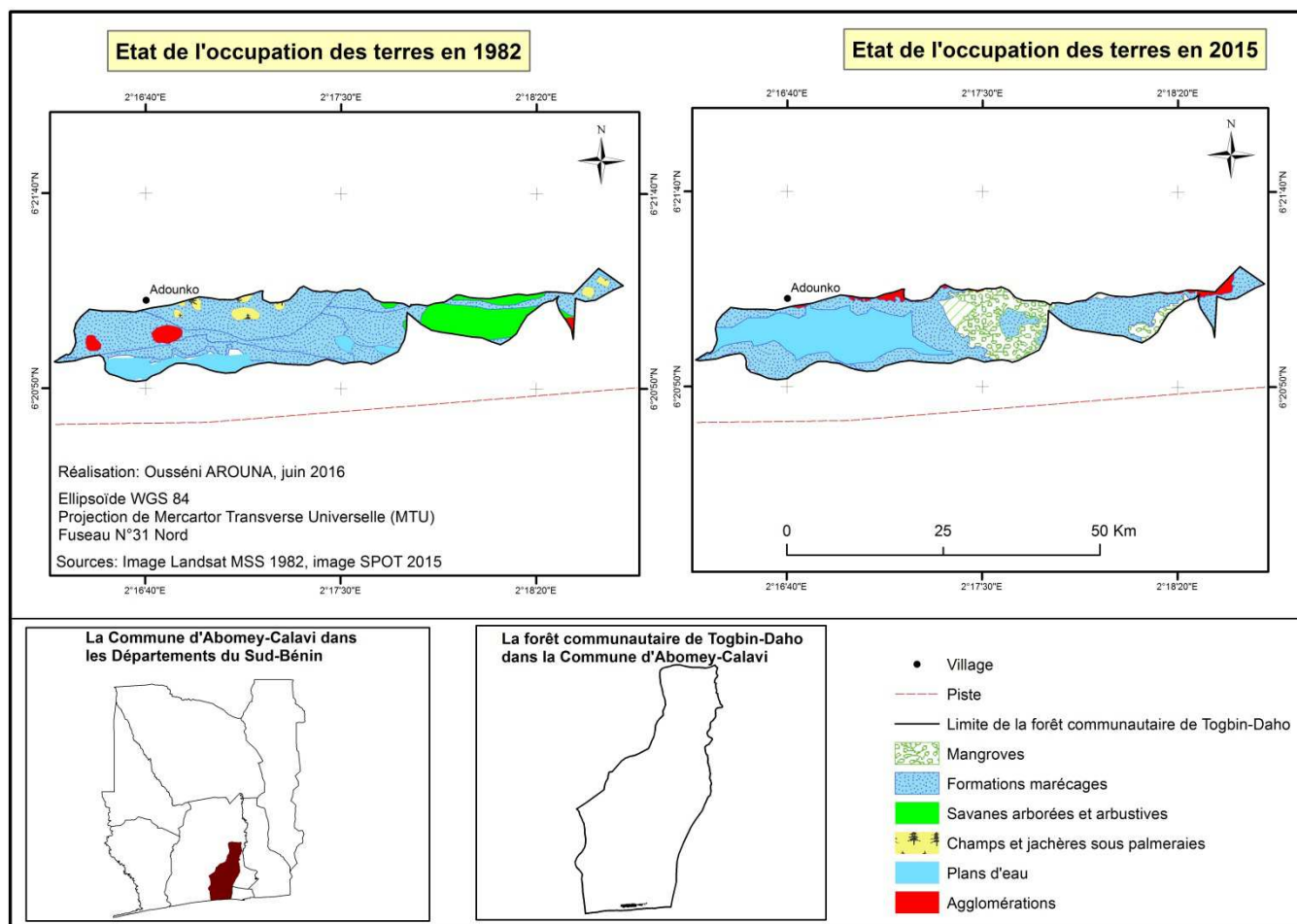


Figure 5. Dynamique de l'occupation des terres dans la forêt communautaire de Togbin-Daho de 1982 à 2015

L'examen de la figure 4 révèle que la forêt communautaire de Gnanhouizoun est demeurée stable sur le plan physiognomique de 1982 à 2015 avec l'existence de la seule unité (forêt dense semi-décidue). Les communautés riveraines ont mis en place une organisation qui a permis de conserver la forêt pendant plus de deux décennies.

L'examen de la figure 5 révèle que la dynamique des unités forestières dans la forêt communautaire de Togbin-Daho est marquée par la conversion des savanes arborées et arbustives en plantations. Il y a également une partie des formations marécageuses qui a été convertie en mangrove ; il s'agit en réalité des mangroves qui ont été plantées. Les formations marécageuses demeurent les unités d'occupation des terres qui dominent dans cette forêt ; leur superficie est passée de 71,67 % en 1982 à 47,80 % en 2015.

#### 4.1.3 DYNAMIQUE DU COUVERT FORESTIER DANS LES FORETS SACREES

Les figures 6 et 7 présentent l'état du couvert forestier et des autres unités d'occupation des terres en 1982 et en 2015 dans les forêts sacrées de Kodjizoun et de Zannouzoun.

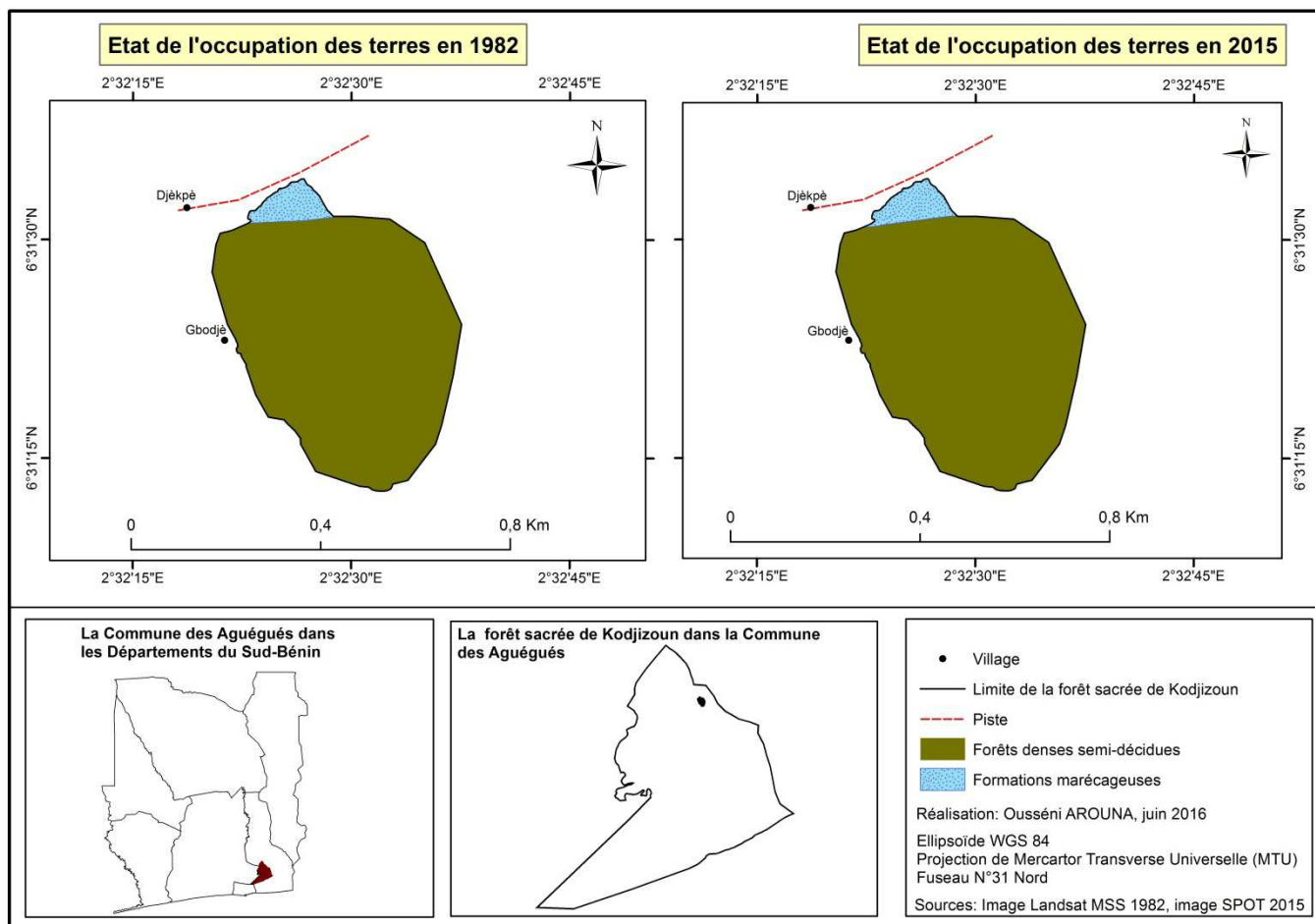


Figure 6. Dynamique de l'occupation des terres dans la forêt sacrée de Kodjizoun de 1982 à 2015

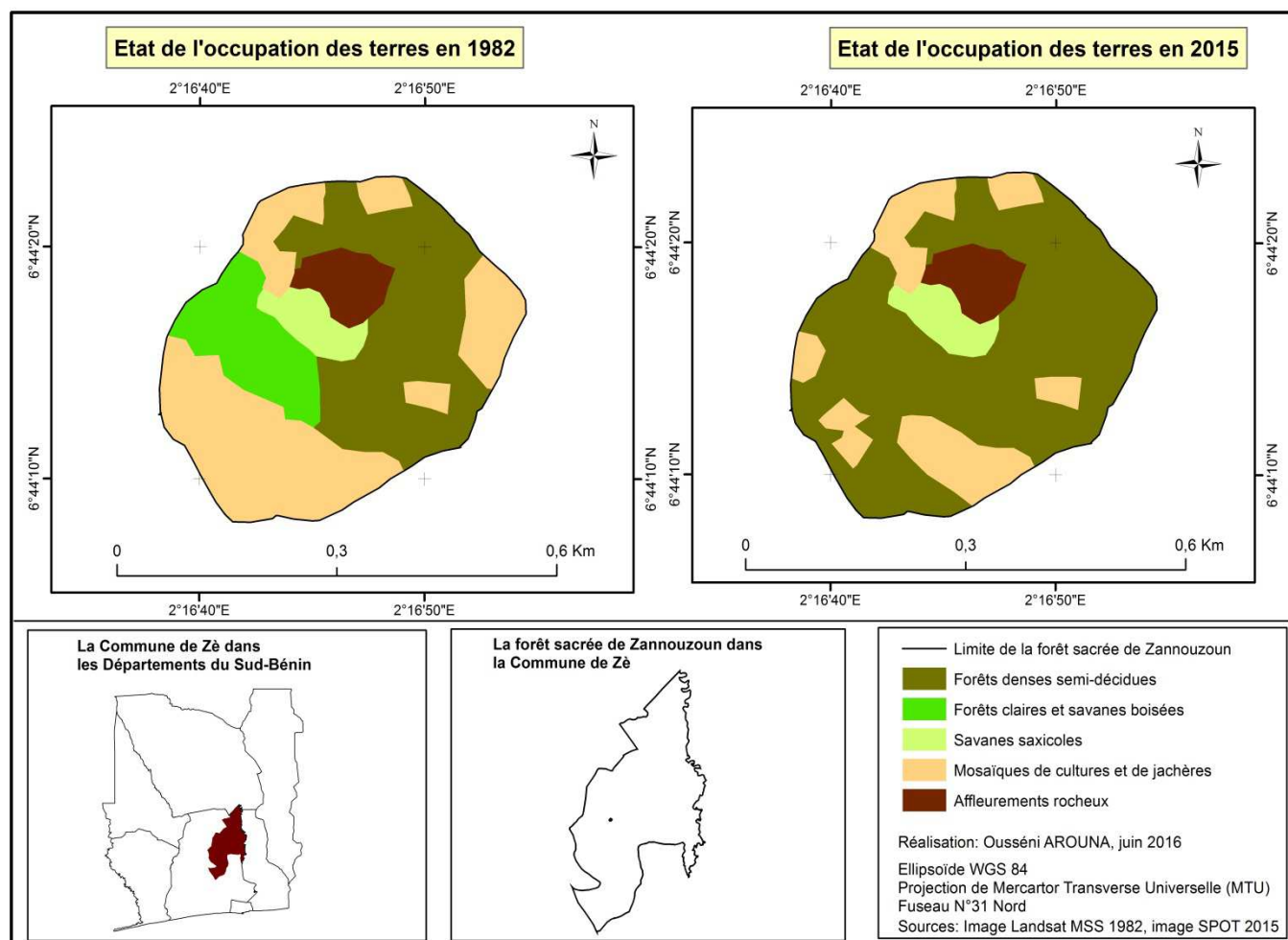


Figure 7. Dynamique de l'occupation des terres dans la forêt sacrée de Zannouzoun de 1982 à 2015

L'examen de la figure 6 permet de retenir que les forêts denses semi-décidues qui constituent la seule unité forestière de la forêt de Kodjizoun n'ont pas changé sur le plan physiognomique de 1982 à 2015.

L'examen de la figure 7 montre une progression des forêts denses semi-décidues de 1982 à 2015. Ces forêts denses semi-décidues ont connu une augmentation de leur superficie qui est passée de 35,86 % en 1982 à 70,16 % en 2015. Il s'agit des rares cas de reforestation observés dans le contexte d'une déforestation généralisée au Bénin. Cette progression de la superficie des forêts denses semi-décidues peut s'expliquer par l'arrêt de l'abattage des arbres des forêts sacrées qui était déclenché au cours de la période marxiste-léniniste (1972-1990). En effet, au cours de cette période, la philosophie de cette idéologie politique soutenait que les arbres des forêts sacrées abritaient des génies malfaiteurs. Il fallait abattre systématiquement tous ces arbres. Avec le renouveau démocratique qu'a connu le Bénin à partir des années 1990, l'abattage officiel des arbres dans les forêts sacrées a cessé.

#### 4.1.4 ANALYSE COMPARATIVE DE L'ÉVOLUTION DU COUVERT FORESTIER DANS LES FORÊTS ÉTUDIÉES

L'évolution du couvert forestier a été comparé en regroupant toutes les unités d'occupation des terres en deux classes : la classe "forêt" qui regroupe toutes les formations naturelles notamment les formations forestières et les formations savaniques et la classe "non forêt" qui rassemble les autres unités d'occupation des terres (champs, jachères, agglomérations, sols nus, etc.). Le tableau 1 présente la synthèse de l'évolution des classes "forêts" et "non forêts" de 1982 à 2015.

Tableau 1. Synthèse de l'évolution du couvert forestier dans les forêts étudiées

Types de forêts	Classes	Proportion 1982 (%)	Proportion 2015 (%)	Taux d'évolution (%)
Forêt classée d'Itchède	Classe forêts	99,07	68,57	-30,78
	Classe non forêts	0,93	31,43	+3294,16
Forêt classée de Pahou	Classe forêts	71,47	39,15	-43,96
	Classe non forêts	28,53	60,85	+118,27
Forêt communautaire de Togbin Dahou	Classe forêts	85,31	66,11	-22,50
	Classe non forêts	14,69	33,89	+130,69
Forêt communautaire Gnanhouizoun	Classe forêts	100,00	100,00	0,00
Forêt sacrée de Zannouzoun	Classe forêts	54,74	75,35	+37,64
	Classe non forêts	45,26	24,65	- 45,53
Forêt sacrée de Kodjizoun	Classe forêts	100,00	100,00	0,00

L'examen du tableau 1 révèle que les classes "forêts" ont connu une évolution régressive dans les forêts classées d'Itchède et de Pahou de 1982 à 2015. Par exemple, dans le cas de la forêt classée d'Itchède les classes "forêts" sont passées de 99,07 % en 1982 à 68,57 % en 2015. Contrairement aux forêts classées, les classes "forêts" des forêts sacrées ont connu soit une évolution progressive soit une stabilité de leurs superficies. La classe "forêts" de la forêt sacrée de Zannouzoun est passée de 54,74 % en 1982 à 75,35 % en 2015. La superficie de la classe "forêt" de la forêt sacrée de Kodjizoun a été maintenue de 1982 à 2015. Dans le cas des forêts communautaires l'évolution régressive et la stabilité ont été observées.

#### 4.2 ANALYSE COMPARATIVE DES PARAMETRES ECOLOGIQUES DES FORETS

Les paramètres écologiques ont été comparés en considérant d'une part toutes les forêts étudiées et en regroupant ces forêts selon leur statut d'autre part.

##### 4.2.1 COMPARAISON DES PARAMETRES ECOLOGIQUES DES FORETS

La densité (N), la surface terrière (G), la richesse spécifique ( $S_p$ ) et l'indice de diversité de Shannon ( $H'$ ) constituent des paramètres dendrométriques et de diversité qui permettent d'évaluer la santé écologique des aires protégées. Le tableau 1 présente la variation de ces paramètres dans les différentes forêts étudiées.

Tableau 2. Variation des paramètres écologiques en fonction de la nature des forêts

Catégories de forêts		N (arbres/ha)	G (m <sup>2</sup> /ha)	$S_p$ (espèces)	$H'$ (bits)
Forêt classée d'Itchède	<i>m</i>	200,30 <sup>b</sup>	29,32 <sup>b</sup>	6,90 <sup>c</sup>	2,06 <sup>bc</sup>
	$\sigma$	66,31	14,25	2,69	0,96
Forêt classée de Pahou	<i>m</i>	345,20 <sup>a</sup>	12,31 <sup>cd</sup>	5,87 <sup>c</sup>	1,96 <sup>c</sup>
	$\sigma$	61,52	3,90	2,53	0,36
Forêt communautaire de Gnanhouizoun	<i>m</i>	129,60 <sup>bc</sup>	11,87 <sup>d</sup>	9,70 <sup>bc</sup>	2,51 <sup>abc</sup>
	$\sigma$	86,66	4,86	3,59	0,47
Forêt communautaire de Togbin-Dahou	<i>m</i>	104,60 <sup>bc</sup>	21,60 <sup>bc</sup>	8,70 <sup>bc</sup>	2,18 <sup>bc</sup>
	$\sigma$	44,55	3,52	2,91	0,77
Forêt sacrée de Kodjizoun	<i>m</i>	178,10 <sup>bc</sup>	68,41 <sup>a</sup>	12,00 <sup>b</sup>	3,08 <sup>a</sup>
	$\sigma$	27,39	17,01	3,06	0,43
Forêt sacrée de Zannouzoun	<i>m</i>	352,50 <sup>a</sup>	11,38 <sup>d</sup>	23,90 <sup>a</sup>	2,85 <sup>ab</sup>
	$\sigma$	90,81	3,42	5,51	0,44

*N* : Densité ; *G* : Surface terrière ;  $S_p$  : Richesse spécifique en ligneux par placeau ;  $H'$  : Indice de diversité de Shannon ; *m* : moyenne ;  $\sigma$  : écart-type

Considérant chaque paramètre, les valeurs accompagnées de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 % (Test de structuration des valeurs moyennes de Scheffe)

L'examen du tableau 2 montre que les paramètres diffèrent significativement suivant la nature des forêts au seuil de 5 %. En considérant chaque paramètre, il y a quelques cas où les valeurs ne sont pas significativement différentes. La forêt communautaire de Gnanhouzoun, la forêt communautaire de Togbin-Daho et la forêt sacrée de Kodjizoun ne sont pas significativement différentes lorsqu'on considère la densité des arbres. Il s'agit des forêts ayant une densité relativement faible. Par contre, la forêt classée de Pahou et la forêt sacrée de Zannouzoun qui présentent les valeurs de densité les plus élevées ne sont pas significativement différentes du point de vue de la densité. En considérant l'indice de diversité de Shannon, la forêt classée de Kodjizoun se distingue des autres forêts avec une valeur élevée. Par contre, la forêt classée de Pahou présentent la valeur la plus faible. Ces deux cas montrent clairement une différence nette entre une forêt sacrée et une forêt classée ; la forêt sacrée présente un niveau de diversité spécifique nettement plus élevée que la forêt classée.

#### 4.2.2 COMPARAISON DES PARAMETRES ECOLOGIQUES DES FORETS EN FONCTION DU STATUT

Le statut classé, le statut communautaire et le statut sacré sont les trois catégories de statuts considérés au cours de la présente étude. Le tableau 3 présente la variation des paramètres écologiques en fonction du statut des forêts.

**Tableau 3. Variation des paramètres écologiques en fonction du statut des forêts**

Statuts		N (arbres/ha)	G (m <sup>2</sup> /ha)	S <sub>p</sub> (espèces)	H' (bits)
Forêts classées	<i>m</i>	287,24 <sup>a</sup>	19,11 <sup>b</sup>	6,28 <sup>c</sup>	2,00 <sup>b</sup>
	<i>σ</i>	95,42	12,55	2,59	0,66
Forêts communautaires	<i>m</i>	117,10 <sup>b</sup>	16,74 <sup>b</sup>	9,20 <sup>b</sup>	2,34 <sup>b</sup>
	<i>σ</i>	68,28	6,48	3,22	0,65
Forêts sacrées	<i>m</i>	265,30 <sup>a</sup>	39,89 <sup>a</sup>	17,95 <sup>a</sup>	2,96 <sup>a</sup>
	<i>σ</i>	110,75	31,60	7,49	0,44

*N* : Densité ; *G* : Surface terrière ; *S<sub>p</sub>* : Richesse spécifique en ligneux par placeau ; *H'* : Indice de diversité de Shannon ; *m* : moyenne ; *σ* : écart-type

Considérant chaque paramètre, les valeurs accompagnées de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 % (test de structuration des valeurs moyennes de Scheffe).

L'examen du tableau 3 révèle que la forêt sacrée se distingue des forêts classées et communautaires lorsqu'on considère tous les paramètres. Hormis la densité, les valeurs de la surface terrière, de la richesse spécifique en ligneux et de l'indice de diversité de Shannon sont plus élevées au niveau des forêts sacrées. Cela montre que les forêts sacrées sont mieux protégées que les forêts classées et les forêts communautaires au Sud-Bénin. La valeur élevée de la densité observée au niveau des forêts classées s'explique par les nombreux reboisements réalisés dans ces forêts par le Projet de Bois de Feu (Phases I et II) au Sud-Bénin. Il s'agit globalement de plantations monospécifiques à *Acacia auriculiformis* très pauvres en biodiversité.

Au total le couvert forestier est mieux conservé dans les forêts sacrées et accessoirement dans les forêts communautaires. Par contre, il y a une évolution régressive du couvert forestier dans les forêts classées gérées de mains de maître par l'administration forestière. Dans le cas de la forêt classée d'Itchède, la seule unité forestière qui a été conservée de 1982 à 2015 est en réalité sacrée. La variation de l'état du couvert forestier dans les forêts en fonction de leur statut est globalement confirmée par les valeurs des paramètres écologiques. Le statut sacré des aires protégées paraît un facteur déterminant dans la conservation de la biodiversité.

## 5 DISCUSSION

La discussion a abordé les facteurs déterminant la dynamique du couvert forestier et les facteurs sous-jacents la variation des paramètres écologiques.

### 5.1 FACTEURS DETERMINANT LA DYNAMIQUE DU COUVERT FORESTIER

L'évolution régressive, l'évolution progressive et la stabilité caractérisent la dynamique du couvert forestier dans les forêts classées, communautaires et sacrées étudiées.

L'évolution régressive est observée dans les forêts classées de Pahou et d'Itchède et accessoirement dans la forêt communautaire de Togbin-Daho. Dans la forêt classée de Pahou, les forêts claires et les savanes boisées ont été

majoritairement converties en plantations. Cela peut s'expliquer par la pression exercée sur cette forêt classée par la recherche du bois de feu sous l'effet de la croissance urbaine. En effet, cette forêt classée est très proche de la capitale économique du Bénin qui connaît une forte croissance démographique ; cette croissance démographique constitue un facteur indirect de la dynamique du couvert forestier [17]. Ainsi, à la suite de la surexploitation des formations naturelles, ces espaces ont été reboisés avec des espèces à croissance rapide notamment *Acacia auriculiformis*. Cela a conduit à la perte de l'originalité de la flore locale [26]. Concernant la forêt classée d'Itchède, la régression des formations forestières est enregistrée seulement en périphérie de cette forêt. Le noyau central étant sacré n'a pas connu d'évolution régressive. Le caractère sacré constitue un facteur important pour dissuader les exploitants et les occupants illégaux des forêts [5].

L'évolution progressive et la stabilité des formations forestières sont observées dans les forêts sacrées de Zannouzoun, de Kodjizoun et dans la forêt communautaire de Gnanhouzoun contrairement aux forêts classées qui ont connu une évolution régressive. Les forêts sacrées et les forêts communautaires sont gérées sur la base des normes établies par les communautés locales alors que les forêts classées sont gérées sur la base des textes législatifs et réglementaires. On peut alors se demander s'il y a une suprématie de l'élément sacré, des lois totémiques et des règlements des communautés locales sur les lois et règlements de l'Etat dans le domaine de la conservation de la biodiversité.

## 5.2 FACTEURS DETERMINANT LA VARIATION DES PARAMETRES ECOLOGIQUES DANS LES FORETS ETUDIEES

Les paramètres écologiques étudiés dans les forêts étudiées sont constituées d'une part des paramètres dendrométriques notamment la densité et la surface terrière et d'autre des paramètres de diversité comme la richesse spécifique et l'indice de diversité de Shannon. Au niveau des paramètres dendrométriques surtout la densité, on a enregistré très peu de différence significative entre les trois catégories de forêts étudiées. Par contre, les paramètres de diversité sont significativement différents surtout lorsqu'on considère les forêts classées et les forêts sacrées. Les forêts sacrées présentent les plus fortes valeurs de richesse et de diversité spécifiques. Ces forêts sacrées constituent alors les réservoirs de la biodiversité comme l'attestent plusieurs auteurs [7], [8], [9], [10]. Les forêts sacrées sont des îlots boisés abritant des divinités ou des esprits adorés par les habitants [6]. La protection de la biodiversité dans ces forêts sacrées tient non seulement aux multiples rites séquentiellement exécutés mais aussi et surtout à la solennité qui renforce ces derniers, le tout ayant un pouvoir de dissuader toute action anthropique négative sur la biodiversité telle que l'agriculture, la chasse, la cueillette, la pêche [10]. Les forêts sacrées, patrimoine des villages riverains, abritent parfois des sources d'eau utiles et fournissent des produits forestiers non ligneux aux populations [4].

Les valeurs élevées des paramètres écologiques et l'état du couvert forestier permettront de répondre à l'affirmative à la question relative à la suprématie de l'élément sacré, des lois totémiques et des règlements des communautés sur les lois et règlements de l'Etat dans le contexte actuel des forêts étudiées dans le Sud-Bénin. Toutefois, la petite taille des forêts sacrées [5] comparées aux forêts classées qui sont plus étendues oblige à relativiser cette assertion. En effet, la théorie de la biogéographie insulaire enseigne bien qu'il y a une corrélation positive entre la taille d'une forêt et le nombre d'espèces présentes ; théoriquement plus la superficie d'une forêt est importante plus le nombre d'espèces est élevée [27].

## 6 CONCLUSION

Au terme de cette recherche, il ressort que le couvert forestier connaît de plus en plus de dégradation dans les forêts classées du Sud-Bénin. Par contre, au niveau des forêts sacrées étudiées, il est observé une conservation du couvert forestier. Concernant les forêts communautaires, la situation est mitigée car il y a à la fois l'évolution régressive et la conservation du couvert forestier.

L'état et la tendance évolutive du couvert forestier révélés par les données de télédétection ont été confirmés par les paramètres écologiques. Parmi tous ces paramètres écologiques, l'indice de diversité de Shannon est le paramètre écologique qui permet de mieux discriminer les forêts classées, les forêts communautaires et les forêts sacrées.

En considérant la tendance évolutive du couvert forestier et les paramètres écologiques des forêts étudiées, l'hypothèse de la présente recherche qui stipule que les forêts classées participent plus à la conservation de la biodiversité au Sud-Bénin n'est pas alors vérifiée. Les valeurs des paramètres de diversité spécifique sont plus élevées au niveau des forêts sacrées comparativement à celles des forêts classées. On peut alors considérer que les forêts sacrées participent plus à la conservation de la biodiversité quand bien même cette affirmation doit être nuancée considérant la petite superficie des forêts sacrées.

La présente recherche mérite d'être implémentée dans d'autres régions et zones phytogéographiques et dans d'autres contextes socio-économiques afin de tirer des conclusions qui pourront enrichir les grandes théories de la biogéographie et de la conservation de la biodiversité.

#### REMERCIEMENTS

La présente recherche a été financée par le programme GEOFORAFRI (Renforcement de capacités et accès aux données satellitaires pour le suivi des forêts en Afrique Centrale et de l'Ouest) de l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD). Les auteurs remercient sincèrement les dirigeants et tous les acteurs du programme GEOFORAFRI qui ont facilité la réalisation de la présente recherche.

#### REFERENCES

- [1] N. Dudley, Lignes directrices pour l'application des catégories de gestion aux aires protégées. Gland, Suisse, UICN, 2008
- [2] A. Akoegninou , W. J Van der Burg and L. J. G Van der Maesen, Flore analytique du Bénin. Backhuys Publishers, Wageningen, 2006.
- [3] J. Jenik, The Dahomey-gap: an important issue in Africa phytogeography. *Mém. Soc. Biogéograph*; vol. 3 no. 4, pp. 125-133, 1995.
- [4] K. Kokou , K. Adjossou K. et K. Hamberger, Les forêts sacrées du l'aire Ouatchi au Sud-Est du Togo et les contraintes actuelles des modes de gestion locale des ressources forestières. *VertigO-La revue des sciences de l'environnement*. Vol. 6 no. 3, pp. 40-47, 2005.
- [5] K. Kokou et N. Sokpon, Les forêts sacrées du couloir du Dahomey. *Bois et Forêts des Tropiques*. Vol.2, no 188, pp. 15-23, 2006.
- [6] C. Garcia, J. P. Pascal et C. G. Kushalappa, Les forêts sacrées du Kodagu en Inde : écologie et religion. *Bois et Forêts des Tropiques*. Vol. 2, no 288, pp. 1-9, 2006.
- [7] S. Dugast, Incendies rituels et bois sacrés en Afrique de l'Ouest : une complémentarité méconnue. *Bois et Forêts des Tropiques*, vol. 2, no 296, 2008
- [8] R. I. Ehinnou Koutchika, P. O. Agbani et B. Sinsin, Influence des perturbations anthropiques sur la biodiversité des bois sacrés du Centre Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci*, vol. 7, no 1, pp. 306-318, 2013
- [9] R. I. Ehinnou Koutchika , D. C. Chougourou , P. O. Agbani 3 et B. Sinsin, Étude de la diversité floristique par strates de quelques bois sacrés du Centre Bénin. *Journal of Applied Biosciences*, vol. 69, pp. 5429 – 5436, 2013.
- [10] R. K. F. M Ali, Déterminants écologiques, anthropologiques et socio-économiques pour la conservation et la gestion durable des forêts sacrées et communautaires de la basse vallée de l'Ouémé dans le Bénin méridional. Thèse de Doctorat, Université d'Abomey-Calavi, Bénin, 2015.
- [11] G. M. Houndemikon, Analyse systémique et intégrée de la gestion de la forêt communautaire de Gnanhouzounmè dans la commune de Bonou au Bénin. Mémoire de DESS, ERAIFT, Kinshasa, RDC, 2013
- [12] RB (République du Bénin), Loi n° 93-009 du 2 juillet 1993 portant régime des forêts en République du Bénin. DFRN, Cotonou, Bénin, 1993.
- [13] P. C. Djogbénu, Analyse multicritère des Plans d'Aménagement et de Gestion participatifs des forêts classées au Bénin : développement d'un modèle durable. Thèse de Doctorat, Université d'Abomey-Calavi, 2010
- [14] Y. S. S. Barima, N. Barbier, I. Bamba , D. Traoré , J. Lejoly et J. Bogaert. Dynamique paysagère en milieu de transition forêt-savane ivoirienne. *Bois et forêts des tropiques*, vol. 299, no. 1, pp. 15-25, 2009.
- [15] S. Mugisha , M. M. Tenywa and P. J. Burt. An improved technique for the prediction of optimal image resolution(s) for large-scale mapping of savannah ecosystems. *African Journal of Environmental Science and Technology*, vol.10, no. 4, pp. 709-717, 2010.
- [16] J. Braun-Blanquet, Plant sociology: The study of plant communities (Fac simile of the edition of 1932). Translated by Fuller G. D. and Conard H. S. New-York: Hafner PublishingCompany, 1932.
- [17] O. Arouna, Cartographie et modélisation prédictive des changements spatio-temporels de la végétation dans la Commune de Djidja au Bénin : implications pour l'aménagement du territoire, Thèse de Doctorat unique, Géographie et Gestion de l'Environnement, UAC, Bénin, 2012.
- [18] J. Berhaut , Flore du Sénégal. 2e ed., Claireafrique, Dakar, 1967.
- [19] J. Berhaut , Flore illustrée du Sénégal. éd. Claireafrique, Dakar, Sénégal, 1971-1988.
- [20] M. Arbonnier, Arbres, arbustes et lianes des zones sèches d'Afrique de l'Ouest. CIRAD et MNHN, Paris, France, 2002.



- [21] J. Hutchinson and J. M. Dalziel. Flora of West Tropical Africa. Crown Agents for Overseas Governments and Administrations, Londres, vol. 1 à 3: Vol. 1, tomes 1 & 2, 828 p., Vol. 2, 544 p., Vol. 3, tomes 1 & 2, 1954, 1958, 1963, 1968, 1972.
- [22] J-P Lebrun and A. L. Stock, Enumérations des plantes à fleurs d'Afrique tropicale. Editions des Conser. et Jard. Bot. Genève, Vol. I-IV, 1991-1997.
- [23] R. Dajoz, Précis d'écologie. Bordas, Paris, France, 1985.
- [24] R. Glèlè Kakaï, B. Sinsin, R. Palm, Modélisation et interprétation des structures en diamètre et en hauteur des peuplements forestiers. *Agronomie Africaine*, vol. 20, no. 2, pp. 1-11, 2008.
- [25] H. Scheffe, *The analysis of variance*. Wiley, New York, 1959.
- [26] T.T. K.Tchamié, Impacts des reboisements sur la flore du Togo. *J. Rech.Sci. Univ. Lomé (Togo)*, vol. 6, no. 2, pp. 51-63, 2002.
- [27] I. Toko Imorou, P. C. Djogbénou, O. Arouna, E. S. Sogbossi et B. Sinsin, Effets de la taille et des régions phytogéographiques sur la diversité floristique et la structure des forêts sacrées au Bénin. *Annales des Sciences Agronomiques*, vol. 19, no. 1, pp. 79-97, 2015.