



Available online at <http://www.ifgdg.org>

Int. J. Biol. Chem. Sci. 15(2): 707-727, April 2021

ISSN 1997-342X (Online), ISSN 1991-8631 (Print)

International Journal
of Biological and
Chemical Sciences

Original Paper

<http://ajol.info/index.php/ijbcs>

<http://indexmedicus.afro.who.int>

Paramètres de structure, état phénologique de *Triplochiton scleroxylon* K. Schum. et diversité spécifique des essences accompagnatrices dans la forêt du Sud-Est Cameroun

Abakar OUMAR, Fridolin CHOULA, Oscar WAMBA FOTSOP, Richard Jules PRISO et Victor Désiré TAFFOU*

Département de Biologie des Organismes Végétaux, Faculté des Sciences, B.P. 24157, Université de Douala, Cameroun.

* Auteur correspondant, E-mail : dtaffou@yahoo.com

Received: 29-07-2020

Accepted: 25-04-2021

Published: 30-04-2021

RESUME

Dans le but de gérer durablement les essences forestières du Bassin du Congo où il est noté une insuffisance des connaissances biologiques et écologiques sur la plupart des essences, une étude sur les paramètres de structure et l'état phénologique de *Triplochiton scleroxylon* K. Schum. (Ayous) et la diversité spécifique des essences accompagnatrices a été entreprise dans le Sud-Est Cameroun. Un inventaire floristique a permis de compter tous les individus de *T. scleroxylon* et des essences accompagnatrices ayant un diamètre à hauteur de poitrine (DHP) supérieur ou égale à 10 cm. Les paramètres de structure ainsi que l'état phénologique ont été observés ou mesurés. La richesse spécifique des essences accompagnatrices dans la parcelle permanente et sur le parcours phénologique se compose de 46 espèces réparties dans 20 familles et 39 genres. L'indice de diversité de Shannon-Weaver (4,61) et celui de l'Équitabilité de Pielou (0,83) sont élevés dans la parcelle étudiée comme dans l'ensemble des forêts tropicales. Les DHP des individus de *T. scleroxylon* varient de 80 à 130 cm avec une moyenne de $110 \pm 29,33$ cm. La hauteur moyenne du fût est de $14,09 \pm 2,55$ m. La densité de *T. scleroxylon* observée dans la parcelle est 11 individus/ha. Ces résultats servent comme des données scientifiques sur la dynamique des individus de *T. scleroxylon* et des essences forestières accompagnatrices du bassin du Congo.

© 2021 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : Inventaire floristique, paramètres de structure, état phénologique, diversité spécifique, *Triplochiton scleroxylon*, bassin du congo.

Structural parameters, phenological state of *Triplochiton scleroxylon* K. Schum. and specific diversity of surrounding species in South-East Cameroon forest

ABSTRACT

In order to sustainably manage the forest species of the Congo Basin where it is noted a lack of biological and ecological knowledge, a study on the structural parameters and the phenological state of *Triplochiton scleroxylon* K. Schum. (Ayous) and the specific diversity of surrounding species has been undertaken in South-East Cameroon. A floristic inventory made it possible to count all the individuals of *T. scleroxylon* and

© 2021 International Formulae Group. All rights reserved.

DOI : <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v15i2.25>

8611-IJBACS

surrounding species with a diameter at breast height (DBH) greater than or equal to 10 cm. Structural parameters as well as the phenological state were observed or measured. Specific richness of the surrounding species in permanent plot and on phenological course is made up of 46 species divided into 20 families and 39 genera. Shannon-Weaver diversity index (4.61) and Pielou Equitability index (0.83) were high in the plot studied as in all tropical forests. The DBHs of *T. scleroxylon* individuals vary from 80 to 130 cm with an average of 110 ± 29.33 cm. Average height of the barrel is 14.09 ± 2.55 m and density of *T. scleroxylon* observed in the plot is 11 individuals/ha. These results serve as scientific data on the dynamics of individuals of *T. scleroxylon* and surrounding forest species in the Congo Basin.

© 2021 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: Floristic inventory, structural parameters, phenological state, specific diversity, *Triplochiton scleroxylon*, Congo basin.

INTRODUCTION

Les forêts tropicales représentent un écosystème riche en espèces végétales et animales. Elles constituent l'un des plus grands réservoirs biologiques de divers pays d'Afrique équatoriale et même du monde (White et Edwards, 2000). La forêt fournit à la population une large gamme de produits utilisés aussi bien pour l'alimentation humaine que pour l'alimentation du bétail, la médecine traditionnelle, l'agroforesterie, le bois d'œuvre et le bois énergie (FAO, 2002). Les forêts du Bassin du Congo totalisent une superficie de $2,8 \times 10^6$ km² et représentent le second plus grand massif continu de forêt tropicale après celui de l'Amazonie (Mathot, 2003). Ces forêts constituent le cadre de vie de bon nombre de personnes auxquelles elles fournissent des services économiques et sociaux considérables (Billard, 2005). Leur érosion est de plus en plus accentuée en Afrique en général et au Cameroun en particulier, plus précisément dans sa zone méridionale qui regroupe les forêts denses humides sempervirentes congolaises, biafréennes et littorales. La forêt camerounaise occupe tout le Sud du pays jusqu'à environ 6°30' de latitude Nord. Sa superficie est évaluée à près de 60% de l'ensemble du territoire national et regroupe les forêts denses humides ($17,5 \times 10^6$ ha), les forêts dégradées ($4,5 \times 10^6$ ha), la savane boisée, les galeries forestières et les forêts claires (4×10^6 ha) (Letouzey, 1985 ; Billard, 2005).

Le Cameroun possède le deuxième plus grand massif forestier d'Afrique centrale, après celui de la République Démocratique du Congo. Le poids du secteur forestier dans

l'économie nationale est important et constitue le deuxième produit d'exportation après le pétrole. Il contribue pour environ 6% à la formation du PIB et près de 80% de la population camerounaise tire son énergie du bois (Mieuguem, 2000). Les ressources naturelles englobent les ressources forestières notamment la chasse, les produits forestiers non ligneux et le bois (MINEF, 2004).

Les surfaces forestières en Afrique régressent considérablement et atteignent parfois un rythme annuel d'environ 2 300 km² soit 0,5 à 0,6% de sa superficie totale. L'Afrique a eu le taux de perte forestière nette le plus élevé de 2010 à 2020, avec 3,9 millions d'hectares (FAO, 2002 ; FAO, 2020). Cette perte est aussi due à l'exploitation forestière qui représente une menace à la fourniture des services dans le domaine écologique, social et économique pour les êtres vivants.

L'effet de l'exploitation du bois sur les cycles phénologiques est peu connu. Pourtant, l'exploitation y exerce une influence par la modification de la structure des peuplements et de l'environnement immédiat des individus non exploités. L'exploitation forestière a conduit à la rareté ou encore à la vulnérabilité de certaines espèces (Tieguhong et Ndoye, 2007). Les taux de réduction des semenciers sont élevés, particulièrement pour les espèces dont le diamètre de fructification régulière (DFR) est proche du diamètre minimum d'exploitabilité (DME). Le DFR de *T. scleroxylon* demeure assez imprécis, du fait d'une fructification rare sur toute l'aire de distribution de l'espèce. Par ailleurs, la plupart des espèces exploitées sont héliophiles

(Doucet, 2003). Elles nécessitent un éclaircissement rapide et important dès le stade semis pour poursuivre leur développement. La régénération des espèces est rare dans le sous-bois, l'ouverture de couvert provoquée par l'exploitation s'avère insuffisante pour permettre une régénération significative et le peuplement de certaines essences s'appauvrit progressivement.

Dans la plupart des concessions forestières du Sud-Est Cameroun, *T. scleroxylon* est exploitée à 80% de sa production ; c'est le cas pour la Société d'Exploitation Forestières et Agricole du Cameroun (SEFAC). Cette exploitation et l'absence de données scientifiques sur la dynamique de sa population ont conduit l'union internationale pour la conservation de la nature (UICN) à la classer comme espèce vulnérable. Pour une meilleure gestion et une conservation de cette ressource forestière comme d'autres, une maîtrise de la phénologie est indispensable. Pourtant il est remarqué une insuffisance des connaissances biologiques et écologiques sur la plupart des essences. En effet trop peu d'espèces ont fait l'objet d'étude détaillée concernant les phénomènes phénologiques comme les périodes de fructification et même des espèces qui peuplent les forêts denses humides (Bibani et al., 2002). Ainsi, fort de cette richesse immense et conscient des dangers que cette forêt court à travers une gestion forestière irresponsable, le gouvernement du Cameroun a mis sur pied un certain nombre de réformes tant sur le plan institutionnel que législatif, dans l'optique de mieux harmoniser les principes de gestion durable des forêts et de respect des normes environnementales. Plusieurs initiatives nationales et internationales recherchent des moyens pour répondre à cette préoccupation et doivent être encouragées pour reconnaître la pertinence et la valeur des connaissances disponibles et les améliorations obtenues en matière de gestion forestière (Meijaard et al., 2005).

L'objectif principal de la présente étude est de contribuer à la gestion durable des forêts du bassin du Congo. Plus spécifiquement, il est

question de déterminer le potentiel existant de *T. scleroxylon* et de ses essences accompagnatrices dans l'unité forestière d'aménagement (UFA) 10-008 ; déterminer sa structure diamétrique et sa distribution spatiale ; ressortir son état phénologique, estimer la diversité spécifique du milieu.

MATERIEL ET METHODES

Site d'étude et échantillonnage

Le site d'étude est l'unité forestière d'aménagement (UFA) 10 008 qui couvre une superficie de 72 727 ha. Elle est comprise entre les latitudes 2°54' et 3°12' Nord et les longitudes 15°39' et 16° 03' Est, avec une altitude qui varie de 375 à 650 m (Figure 1 et 2). Les sols sont ferrallitiques, mais pauvres en éléments nutritifs. La majeure partie de ces sols est recouvert de forêt. Ils sont parfois épais de plusieurs mètres, de couleur rouges, argileux, poreux, meubles et perméables avec peu d'humus. Le climat est équatorial de type guinéen et comporte quatre saisons (petite saison de pluies, petite saison sèche, grande saison de pluies et grande saison sèche) avec une pluviométrie moyenne annuelle de 1 600 mm, une température moyenne annuelle de 25 °C, l'humidité relative varie entre 60 et 90%. Le réseau hydrographique de la zone d'étude est relativement dense et fait partie du bassin du Congo. Les cours d'eau les plus importants sont constitués de l'affluent du fleuve Lokomo et du cours d'eau Gobomou. Sur le plan phytogéographique, l'UFA 10 008 fait partie intégrante de la zone de forêt dense humide semi-décidue de basse et de moyenne altitude. Elle est marquée par la dominance des Meliaceae, des Sterculiaceae, des Combretaceae et des Papilionaceae (Whitmore, 1990 ; SFAB, 2005).

Les échantillons utilisés sont une parcelle d'un ha et un parcours phénologique de 3 km x 20 m mis en place dans l'UFA 10-008 après le passage de l'exploitation. La matérialisation de la parcelle s'est faite à l'aide d'un GPS et d'une boussole. Les jalons ont été placés tous les 25 m sur les bordures. La parcelle a été subdivisée en 4 quadras de 0,25 ha chacune de manière à obtenir un angle de

90° à l'épicentre. Le parcours phénologique avait une distance de 3 km, une largeur de 20 m, soit 10 m de chaque côté de la piste (Figure 3).

Un inventaire floristique couplé à une observation de l'état phénologique ont été réalisés à l'intérieur de la parcelle permanente et sur le parcours phénologique en février, mars et avril qui correspondent à la fin de la grande saison de sèche et le début de la petite saison des pluies. Tous les individus de *T. scleroxylon* et des essences accompagnatrices de diamètre ≥ 10 cm ont été identifiés et leurs positionnements relatifs sur les parcelles relevées (coordonnées notées à l'aide d'un GPS); les mesures des circonférences des arbres à l'aide d'un mètre ruban à 1,30 m de haut ou directement au-dessus de contreforts, ont permis de déterminer les Diamètre à Hauteur de Poitrine (DHP); pour les individus possédant les contreforts, les mesures des circonférences ont été effectuées à l'aide d'une planchette dendrométrique graduée et le nombre de contrefort noté; les mesures des hauteurs d'arbres (de la base à la première grosse branche) ont été prises grâce au clinomètre SUUNTO; l'observation de l'état phénologie (présence des feuilles, floraison, fructification et chute des feuilles) de *T. scleroxylon* a été faite à l'aide des jumelles. Cet inventaire a été réalisé deux ans après le passage de l'exploitation dans la zone d'étude.

Calcul des paramètres et autres indices

Les données collectées ont permis de calculer l'indice de répartition (Ir), déterminer les paramètres de structure et quantifier la diversité floristique. Il a aussi été question de faire une analyse statistique du mode de répartition et des tests statistiques.

L'indice de répartition (Ir) permet de caractériser le type de répartition spatiale des unités comptées sur le terrain (Canard et Poinot, 2004). Il est le rapport de la variance à la moyenne des unités comptées. La répartition est :

- régulière avec une distribution binomiale positive et $S^2/m < 1$;

- aléatoire avec la distribution de poisson et $S^2/m = 1$;
- grégaire avec une distribution binomiale positive et $S^2/m > 1$

Avec S : variance, m : moyenne

Les paramètres de structure déterminés dans cette étude sont : la densité, la surface terrière, la hauteur et le diamètre à hauteur de poitrine (DHP) des arbres.

La densité représente le nombre d'individus par unité de surface. Elle est une notion importante car elle permet d'avoir une idée sur le degré d'occupation de l'espace par une ou plusieurs populations. Elle permet également d'avoir une idée sur l'intensité de compétitions entre individus pour différents facteurs écologiques. Elle est l'un des indicateurs utilisés par l'UICN pour le classement des espèces dans la liste rouge.

La surface terrière (G) d'un arbre est la superficie occupée par le tronc, mesuré à 1,30 m au-dessus du sol (DHP). Elle s'exprime en m^2/ha .

$$G = N \pi D^2/4$$

Avec D : DHP moyen et N : nombre de troncs

Les DHP des arbres sont obtenus en convertissant les valeurs des circonférences suivant la formule :

$$C = \pi D \rightarrow D = C/\pi$$

Avec D : DHP ; C : circonférence et $\pi : 3,14$

La diversité floristique a été quantifiée à l'aide de l'indice de Shannon Weaver (H') et l'Equitabilité de Piélou (EQ).

L'indice de Shannon-Weaver (H') est estimé avec la formule :

$$H' = - \sum_{i=1}^s \frac{N_i}{N} * \log_2 \frac{N_i}{N}$$

Avec N_i : Nombre d'individus d'une espèce donnée i, i allant de 1 à s (nombre totale d'espèces); N : Nombre d'individus total et log : logarithme décimal

L'indice de diversité maximale est donné par la formule :

$$H'_{\max} = \log_2 S$$

Avec S : nombre total d'espèces.

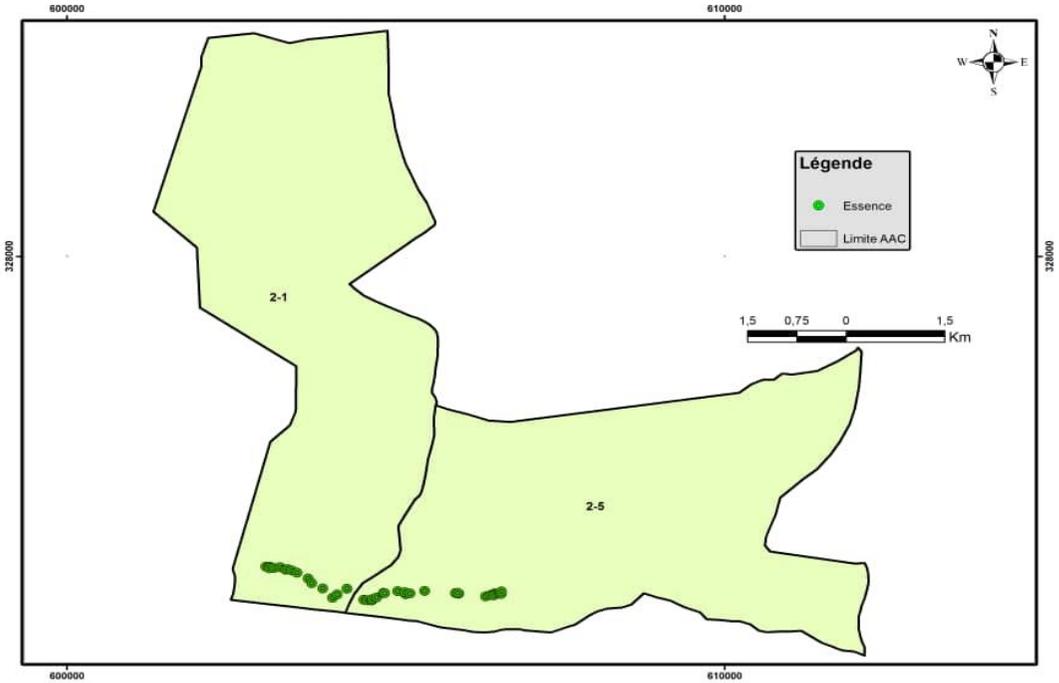


Figure 2 : Géolocalisation parcelle permanente et du parcours phénologie.

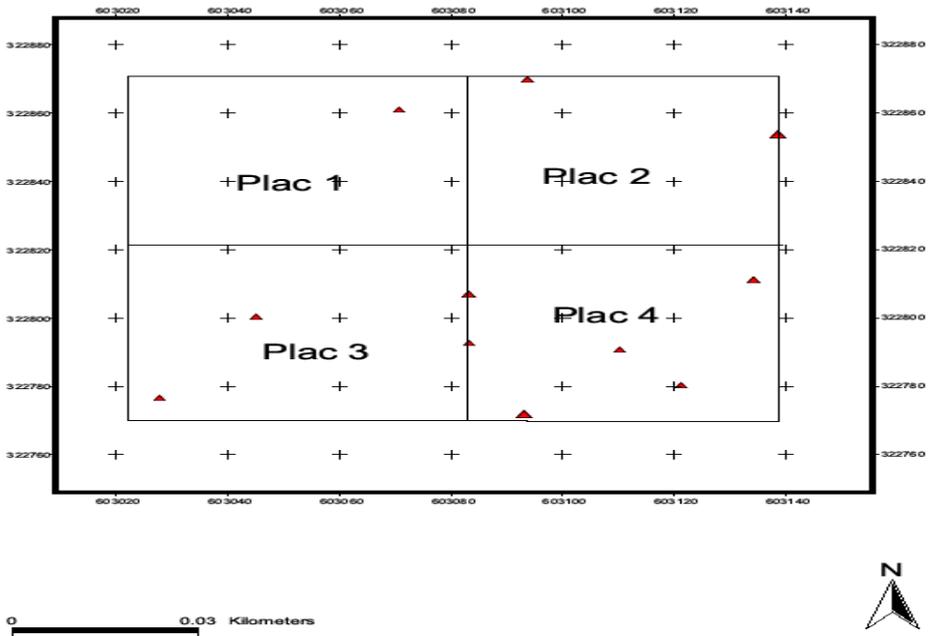


Figure 3 : Subdivision de la parcelle permanente d'un ha en 04 sous parcelles de 0,25 ha Collecte des données.

RESULTATS

Diversité floristique

La richesse spécifique dans la parcelle permanente et sur le parcours phénologique se compose de 46 espèces réparties dans 20 familles et 39 genres. La famille des Sterculiaceae est plus représentée en terme de nombre d'espèce. L'indice de Shannon-Weaver dans la parcelle est élevée ($H' = 4,61$) et l'indice de diversité maximale est de 5,52. La régularité (Equitabilité de Piélou) est de 0,83. Certaines espèces sont très peu représentées avec 1 ou 2 individus le plus souvent (*Angylocalyx zenkeri*, *Afzelia bipindens*, *Anthonotha macrophylla*, *Beilschmiedia obscura*, *Clyphea brevis*, *Coffea* sp, *Cola ficifolia*, *Croton macrostachyus*, *Duboscia macrocarpa*, *Ficus mucoso*, *Funtunia elastica*, *Gambeya boukokensis*, *Khaya anthotheca*, *Kigelia acutifolia*, *Klainedoxa gabonensis*, *Macaranga burifolia*, *Nom angossa*, *Panda oleosa*, *Rinorea* sp., *Strombosiopsis tetranda*, *Terminalia superba*, *Trichitia dregeana* et *Uvariastrum piereanum*). Par contre, d'autres espèces sont représentées par plusieurs individus [*Baphia* sp. (33), *Diospyros bipindensis* (28), *Mansonina altissima* (19), *Sterculiacée mildbraedii* (15), *Celtis africana* (14) et *T. scleroxylon* (53)].

Paramètres de structure de *Triplochiton scleroxylon* dans la parcelle permanente

Distribution en hauteur

La hauteur des pieds de *T. scleroxylon* rencontrée sur la parcelle permanente est présentée dans le Tableau 1. Les tiges de *T. scleroxylon* se retrouvent dans trois classes de hauteur comme représentées sur la Figure 4.

La distribution en hauteur des fûts montre que sur la parcelle permanente, le nombre d'individus de *T. scleroxylon* ayant une hauteur comprise entre 10 et 15 m ou entre 15 et 20 m est significativement plus grand que celui des individus ayant entre 5 et 10 m ($P < 0,05$). Ce nombre peu élevé d'individus ayant moins de 10 m de hauteur témoigne que l'espèce *T. scleroxylon* est héliophile et dominant du point de vue hauteur dans la zone d'étude. La plus petite valeur de hauteur dans

l'ensemble de l'échantillonnage est de 9 m et la plus grande est 18 m avec une moyenne qui se situe à $14,09 \pm 2,54$ m (Tableau 1).

Distribution de diamètre à hauteur de poitrine (DHP)

La distribution des DHP de *T. scleroxylon* par classes de diamètre dans la parcelle permanente est présentée sur la Figure 4. Les individus de *T. scleroxylon* ont entre 80 et 140 cm (Figure 5). Les individus de DHP supérieur à 100 cm sont beaucoup plus représentés dans la zone, avec 7 individus. Un individu inventorié a plus de 180 cm de DHP. Il n'a pas été noté la présence de tiges ayant moins de 80 cm de DHP.

Distribution des contreforts

La Figure 6 présente la distribution d'individus de *T. scleroxylon* par nombre de contreforts dans la parcelle permanente de l'unité forestière d'aménagement. Le nombre de contreforts par arbre varie dans la parcelle permanente de 2 à 8 par tige. Le nombre d'individus de *T. scleroxylon* ayant plus de 5 contreforts est significativement plus élevé que celui des individus ayant moins de 5 contreforts ($P < 0,05$).

La longueur varie de 100 à 540 cm ; l'épaisseur et la hauteur varient respectivement entre 8 et 20 cm et 180 à 520 cm (Tableau 2). La distribution de contrefort est disproportionnée.

Dispersion des arbres de *Triplochiton scleroxylon*

La répartition de *T. scleroxylon* représenté dans la Figure 8 est agrégative ($S^2/m = 1,79 > 1$ et $Id = 12$) dans les parcelles permanente. Sa densité est de 11 individus/ha.

Surface terrière, densité et diamètres moyens des espèces accompagnatrices

Le Tableau 3 indique la densité, les diamètres moyens et les surfaces terrières de toutes les espèces recensées dans la parcelle permanente. Il ressort de ce tableau que la surface terrière varie de 0,008 m² à 10,448 m². L'espèce *Coffea* sp présente la plus faible surface terrière (0,008 m²) tandis que *T.*

scleroxylon possède la plus grande surface terrière (10,448 m²). La plus forte densité par ha (33) est enregistrée chez *Baphia nitida* tandis que la plus faible (1 m²) se retrouve chez *Angylocalyx zenkeri*, *Beilschmiedia obscura*, *Coffea* sp, *Cola ficifolia*, *Croton macrostachyus*, *Duboscia macrocarpa*, *Funtumia elastica*, *Khaya anthotheca*, *Kigelia acutifolia*, *Klainedoxa gabonensis*, *Macaranga burifolia*, *Nom angossa*, *Panda oleosa*, *Strombosiopsis tetrandra*, *Terminalia superba*, *Trichilia dregeana* et *Uvariastrum piereanum*.

Paramètre de structure de *Triplochiton scleroxylon* le long du parcours phénologique

Le nombre de *T. scleroxylon* étant insuffisant dans la parcelle permanente pour le suivi de la phénologie, un parcours a été mis en place le long d'une piste d'évacuation de bois.

Distribution de hauteur

La Figure 9 représente la distribution des individus de *T. scleroxylon* inventoriés le long du parcours phénologique. La distribution de hauteur de *T. scleroxylon* sur le parcours phénologique montre une importante concentration des individus dans les classes de hauteur 10-15 cm et 15-20 cm. Nos résultats révèlent la rareté des individus dans la classe de hauteur de 0-5 et 25-30 cm

Distribution de diamètre à hauteur de poitrine (DHP)

Les diamètres à hauteur de poitrine (DHP) des individus de *T. scleroxylon* rencontrés sur le parcours phénologique varie de 60 à 240 cm (Tableau 4). Le nombre d'individus appartenant à la classe de diamètre 100-110 cm est significativement plus élevé que ceux des autres classes (P <0,05). Les individus ne sont pas représentés dans les classes 150-160 cm, 160-170 cm, 200-210 cm et 210-220 cm (Figure 10). La classe de diamètre 180-190 a la plus grande surface terrière (7,630 m²) tandis que la plus petite

(0,848 m²) se retrouve dans la classe de diamètre 60-70.

Distribution des contreforts

La Figure 11 montre la distribution des individus de *T. scleroxylon* en fonction du nombre de contreforts le long du parcours. Le nombre d'individus ayant un nombre de contreforts entre 0 et 5 est significativement plus élevé que ceux ayant entre 5 et 10 ou entre 10 et 15 (P <0,05).

Etat phénologique de *Triplochiton scleroxylon* dans la parcelle permanente et sur le parcours phénologique

L'état phénologique des individus de *T. scleroxylon* a été observé au cours de la collecte des données de février à avril (fin de la grande saison de sèche et le début de la petite saison des pluies) sur la placette permanente et le parcours phénologique. Un total de 53 individus de *T. scleroxylon* a été observé aussi bien sur la parcelle permanente (11 individus) que sur le parcours phénologique (42 individus). Dans la parcelle permanente, 3 individus avaient un feuillage persistant, 3 avaient perdu totalement leurs feuilles tandis que pour les 5 autres individus, l'apparition des fleurs coïncide avec la défeuillaison (Tableau 5).

Parmi les individus de *T. scleroxylon* observés sur le parcours phénologique, 17 avaient totalement perdu leurs feuilles, 18 étaient en pleine floraison et un feuillage persistant avait été observé chez les 7 autres individus (Tableau 6).

Les boutons floraux, les fleurs et les fruits ont été observés sur les tiges en fleurs (Figure 12). Les fleurs de *T. scleroxylon* sont de couleur blanche-rougeâtre avec 5 pétales libres (Figure 12 C). Les graines récoltées ont une forme ailée et de couleur vertes (Figure 12 D). Le nombre des graines récoltées est faible. Elles peuvent se retrouver loin du pied parental sous l'action du vent réduisant ainsi leur nombre et leur viabilité sur la zone de l'étude.

Tableau 1 : Hauteur des individus de *Triplochiton scleroxylon* sur la parcelle permanente.

Individus	Hauteur (m) du fût
1	15
2	16
3	17
4	15
5	9
6	12
7	14
8	18
9	14
10	12
11	13

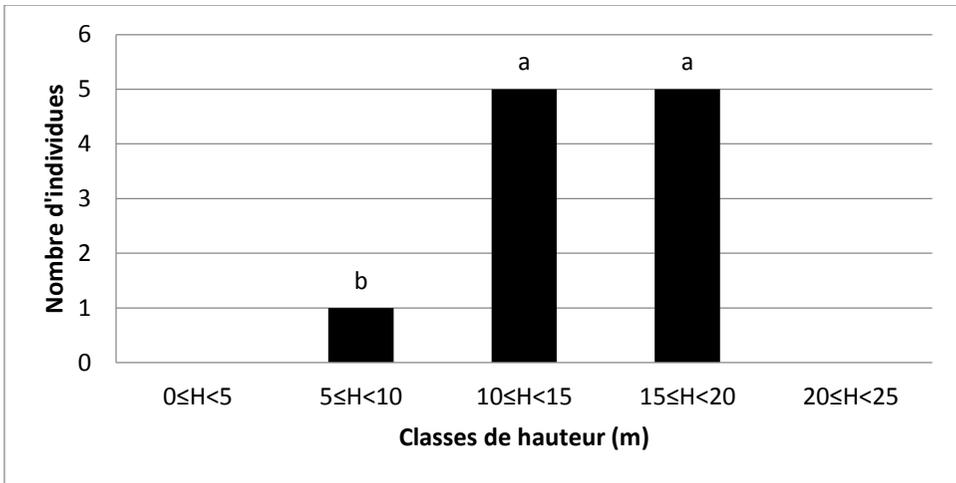


Figure 4 : Distribution des individus de *Triplochiton scleroxylon* dans la parcelle permanente en fonction des classes de hauteur. Les valeurs ayant les mêmes lettres indiquent les différences non significatives ($P < 0,05$).

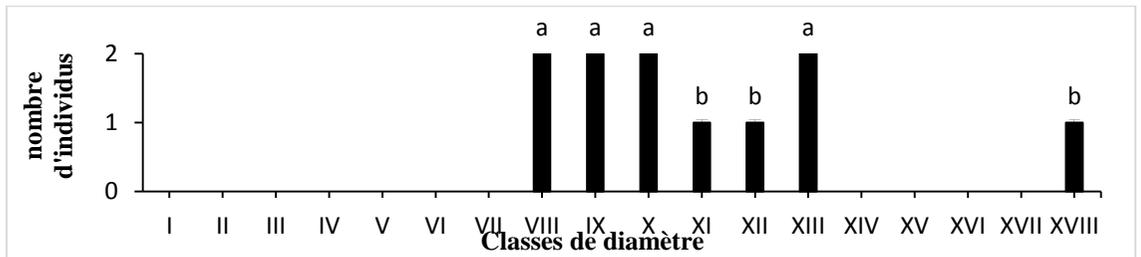


Figure 5 : Distribution des individus de *Triplochiton scleroxylon* dans la parcelle permanente en fonction des classes de diamètre.

Les classes de diamètre étant I entre 10 et 20 cm ; II entre 20 et 30 cm ; III entre 30 et 40 cm ; IV entre 40 et 50 cm ; V entre 50 et 60 cm ; VI entre 60 et 70 cm ; VII entre 70 et 80 cm ; VIII entre 80 et 90 cm ; IX entre 90 et 100 cm ; X entre 100 et 110 cm ; XI entre 110 et 120 cm ; XII entre 120 et 130 cm ; XIII entre 130 et 140 cm ; XIV entre 140 et 150 cm ; XV entre 150 et 160 cm ; XVI entre 160 et 170 cm ; XVII entre 170 et 180 cm ; XVIII entre 180 et 190 cm. Les valeurs ayant les mêmes lettres indiquent les différences non significatives ($P < 0,05$).

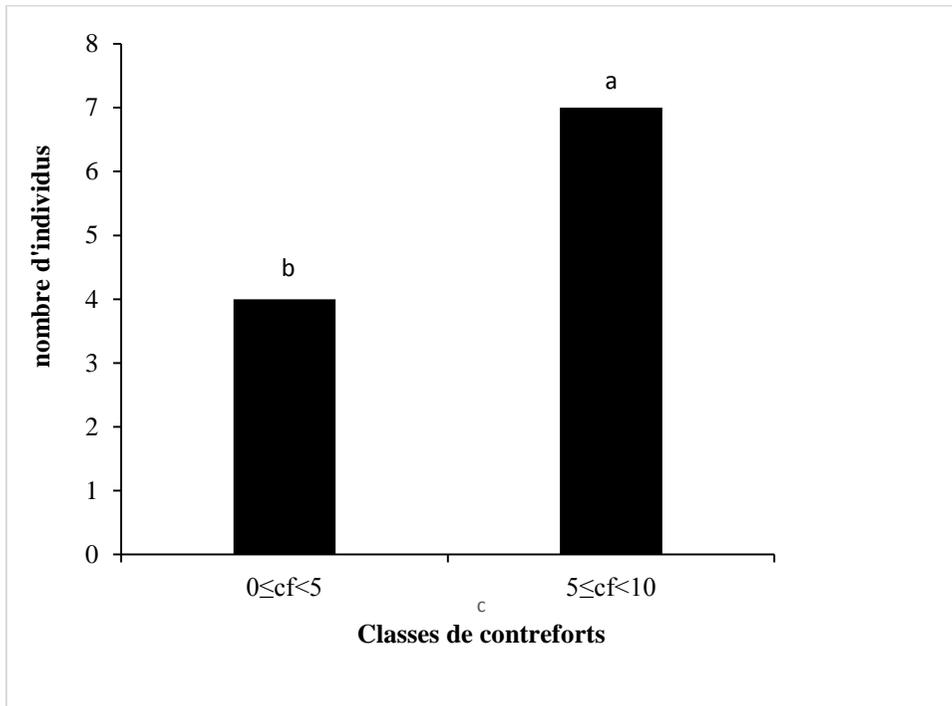


Figure 6: Distribution des individus de *Triplochiton scleroxylon* par nombre de contreforts dans la parcelle permanente. Les valeurs ayant les mêmes lettres indiquent les différences non significatives ($P < 0,05$).



Figure 7: Démonstration de la mesure de la hauteur du contreforts et de diamètre de l'arbre au-dessus du contrefort à l'aide d'une plaque graduée.

Tableau 2 : Caractéristiques des contreforts chez les individus de *Triplochiton scleroxylon* dans la parcelle permanente.

.Individus	Contreforts					
	Nombre	Longueur (cm)	Epaisseur (cm)	Hauteur (cm)	Forme	Direction
1	7	240	12	475	C	D
2	6	150	11	410	C	D
3	6	540	20	290	C	D
4	4	114	8	185	C	D
5	7	550	18	520	C	D
6	3	270	14	300	C	D
7	2	170	12	310	C	D
8	8	210	14	420	C	D
9	4	140	10	260	C	D
10	5	120	12	250	C	D
11	6	100	10	180	C	D

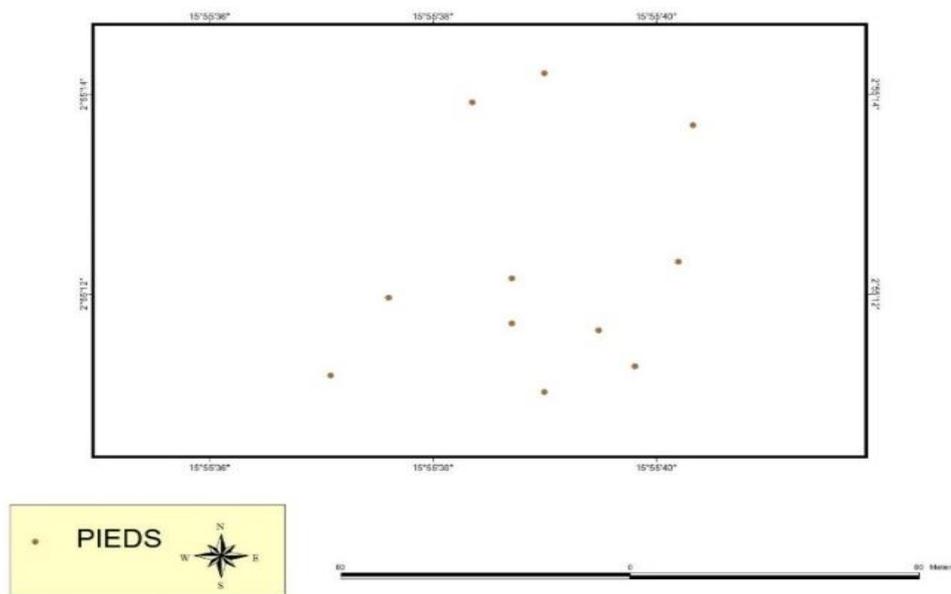


Figure 8 : Dispersion de *Triplochiton scleroxylon* dans la parcelle permanente.

Tableau 3 : Densité, diamètres moyens et surfaces terrières des espèces accompagnatrices dans la parcelle permanente.

Espèces	Densité/ha	Diamètre moyen (m)	Surface terrière (m ²)
<i>Alstonia boonei</i>	3	0,416	0,408
<i>Angylocalyx zenkeri</i>	1	0,172	0,023
<i>Anthonotha macrophylla</i>	3	0,123	0,035
<i>Baphia nitida</i>	33	0,175	0,794

Espèces	Densité/ha	Diamètre moyen (m)	Surface terrière (m ²)
<i>Beilschmiedia obscura</i>	1	0,158	0,019
<i>Celtis adolfi friderici</i>	8	0,372	0,869
<i>Celtis africana</i>	14	0,314	1,088
<i>Clyphea brevis</i>	2	0,126	0,025
<i>Coffea</i> sp	1	0,102	0,008
<i>Cola ficifolia</i>	1	0,109	0,009
<i>Cola lateritia</i>	6	0,277	0,361
<i>Corynanthe pachyceras</i>	8	0,229	0,329
<i>Croton macrostachyus</i>	1	0,133	0,013
<i>Desplatsia dewevrei</i>	4	0,195	0,120
<i>Desplatsia</i> sp	8	0,182	0,208
<i>Diospyros bipidensis</i>	28	0,168	0,627
<i>Diospyros canaliculata</i>	8	0,174	0,191
<i>Diospyros crassiflora</i>	6	0,139	0,091
<i>Diospyros simulans</i>	4	0,124	0,048
<i>Drypetes</i> sp	3	0,123	0,035
<i>Duboscia macrocarpa</i>	1	0,231	0,041
<i>Erybroma oblongum</i>	2	0,267	0,112
<i>Erythroleum ivorense</i>	2	0,186	0,054
<i>Ficus mucoso</i>	2	0,158	0,039
<i>Funtumia elastica</i>	1	0,316	0,078
<i>Gambeya boukokensis</i>	2	0,157	0,038
<i>Keayodendron bridelioides</i>	3	0,219	0,112
<i>Khaya anthotheca</i>	1	0,679	0,361
<i>Kigelia acutifolia</i>	1	0,109	0,009
<i>Klainedoxa gabonensis</i>	1	0,305	0,073
<i>Lasiodiscus marmoratus</i>	3	0,170	0,068
<i>Macaranga burifolia</i>	1	0,111	0,009
<i>Mansonia altissima</i>	19	0,665	6,611
<i>Nom angossa</i>	1	0,104	0,008
<i>Octolobus angustalus</i>	4	0,123	0,047
<i>Panda oleosa</i>	1	0,405	0,128
<i>Rauvolfia macrophylla</i>	5	0,131	0,067
<i>Rinorea</i> sp	2	0,137	0,029
<i>Sterculia mildbraedii</i>	15	0,339	1,353
<i>Strombosiopsis tetrandra</i>	1	0,495	0,192
<i>Terminalia superba</i>	1	0,580	0,264
<i>Trichilia dregeana</i>	1	0,143	0,016
<i>Uvariastrum piereanum</i>	1	0,420	0,138
<i>Triplochiton scleroxylon</i>	11	1,100	10,448

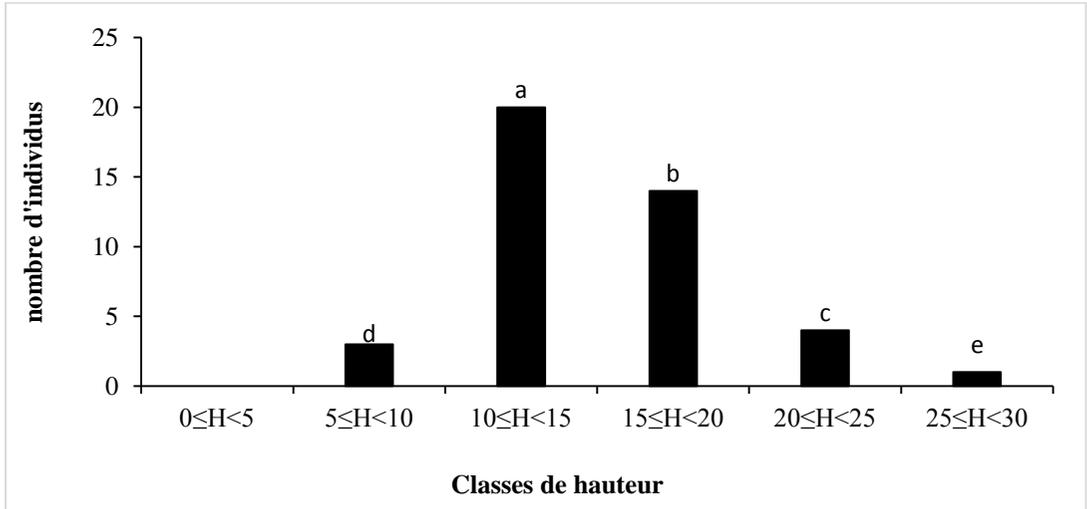


Figure 9 : Distribution des individus de *Triplochiton scleroxylon* le long du parcours phénologique en fonction des classes de hauteur.

Tableau 4 : Nombre d'individus de *Triplochiton scleroxylon* en fonction des classes de diamètre sur le parcours phénologique. AF-PF : apparition fleur-perte de feuilles, PF : perte de feuilles, FP : feuillage persistant.

Classe de diamètre	Amplitudes	Effectifs	Surface terrière (m ²)
VI	60-70	3	0,848
VII	70-80	6	2,408
VIII	80-90	3	1,507
IX	90-100	6	3,815
X	100-110	7	5,495
XI	110-120	1	0,950
XII	120-130	3	3,505
XIII	130-140	4	5,307
XIV	140-150	2	3,077
XV	150-160	0	0
XVI	160-170	0	0
XVII	170-180	3	7,073
XVIII	180-190	3	7,630
XIX	190-200	2	5,668
XX	200-210	0	0
XXI	210-220	0	0
XXII	220-230	1	3,974
XXIII	230-240	1	4,153

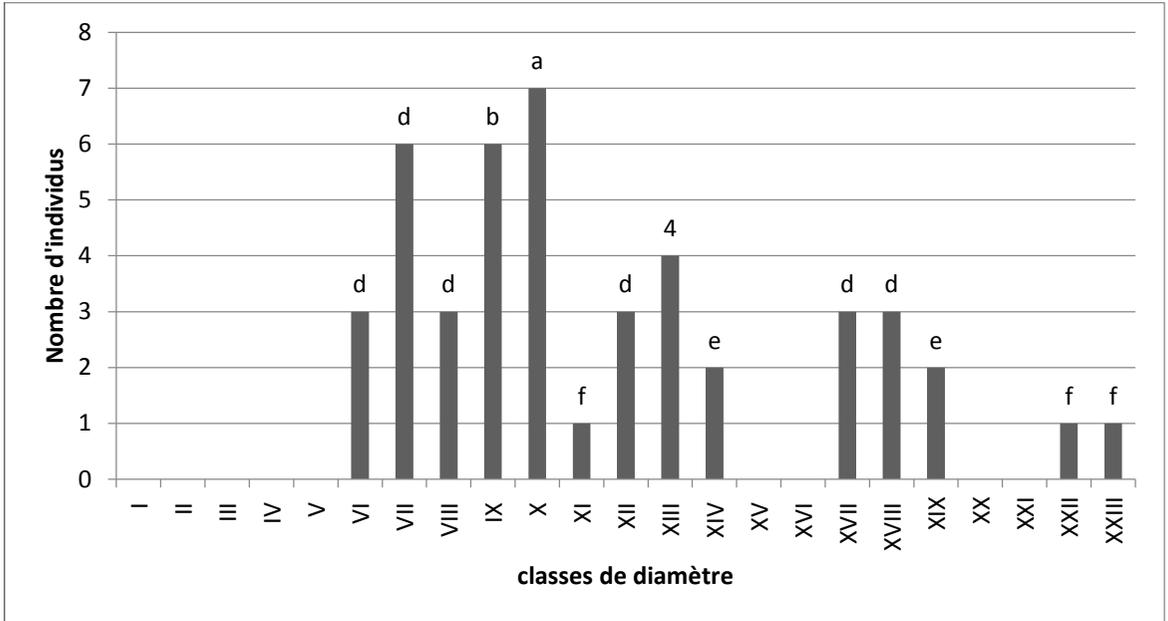


Figure 10 : Distribution des individus de *Triplochiton scleroxylon* en fonction de l’effectif par classe de diamètre le long du parcours phénologique.

Les classes de diamètre étant I entre 10 et 20 cm ; II entre 20 et 30 cm ; III entre 30 et 40 cm ; IV entre 40 et 50 cm ; V entre 50 et 60 cm ; VI entre 60 et 70 cm ; VII entre 70 et 80 cm ; VIII entre 80 et 90 cm ; IX entre 90 et 100 cm ; X entre 100 et 110 cm ; XI entre 110 et 120 cm ; XII entre 120 et 130 cm ; XIII entre 130 et 140 cm ; XIV entre 140 et 150 cm ; XV entre 150 et 160 cm ; XVI entre 160 et 170 cm ; XVII entre 170 et 180 cm ; XVIII entre 180 et 190 cm ; XIX entre 190 et 200 cm ; XX entre 200 et 210 cm ; XXI entre 210 et 220 cm ; XXII entre 220 et 230 cm ; XXIII entre 230 et 240 cm.

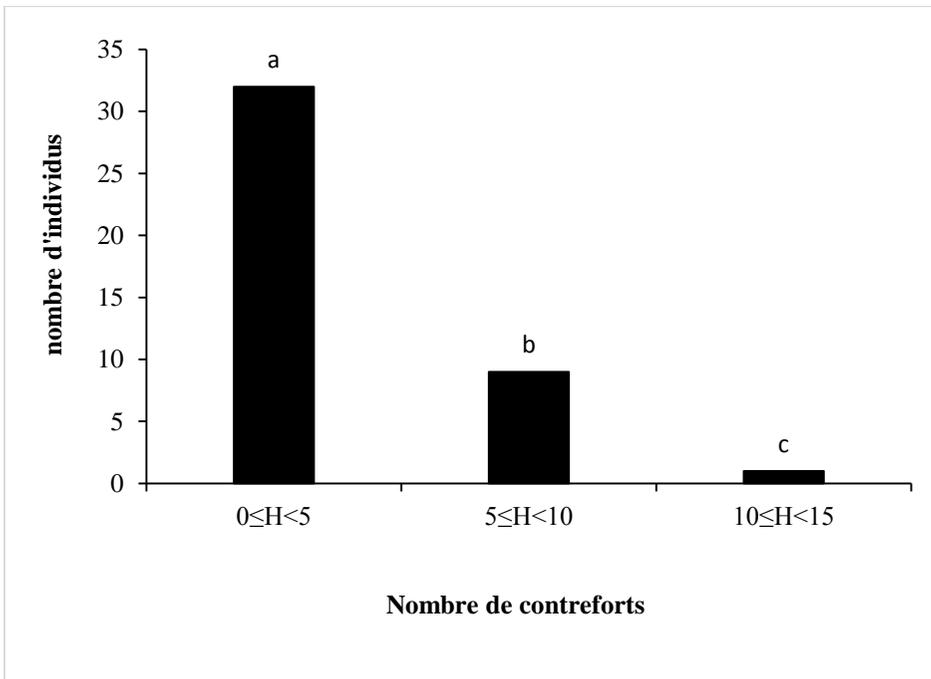


Figure 11 : Distribution des individus de *Triplochiton scleroxylon* en fonction du nombre de contreforts dans les parcelles permanentes. Les valeurs ayant les mêmes lettres indiquent les différences non significatives ($P < 0,05$).

Tableau 5 : Paramètres phénologiques de *Triplochiton scleroxylon* observés dans la parcelle permanente

Code	Etat phénologique		
	Apparition fleur	Perte de feuilles	Feuillage persistant
1	Oui	Oui	Non
2	Non	Non	Oui
3	Oui	Oui	Non
4	Non	Oui	Non
5	Oui	Oui	Non
6	Non	Non	Oui
7	Non	Oui	Non
8	Oui	Oui	Non
9	Non	Non	Oui
10	Oui	Oui	Non
11	Non	Oui	Non

Tableau 6 : Etat phénologique de *Triplochiton scleroxylon* observés le long du parcours phénologique.

Code	Etat phénologique		
	Apparition fleur	Perte de feuilles	Feuillage persistant
1	Oui	Oui	Non
2	Non	Oui	Non
3	Oui	Oui	Non
4	Non	Non	Oui
5	Oui	Oui	Non
6	Non	Oui	Non
7	Oui	Oui	Non
8	Non	Oui	Non
9	Oui	Oui	Non
10	Non	Oui	Non
11	Oui	Oui	Non
12	Oui	Oui	Non

Code	Etat phénologique		
	Apparition fleur	Perte de feuilles	Feuillage persistant
13	Oui	Oui	Non
14	Non	Oui	Non
15	Non	Oui	Non
16	Oui	Oui	Non
17	Non	Oui	Non
18	Non	Non	Oui
19	Non	Non	Oui
20	Oui	Oui	Non
21	Oui	Oui	Non
22	Non	Oui	Non
23	Non	Oui	Non
24	Oui	Oui	Non
25	Oui	Oui	Non
26	Non	Oui	Non
27	Non	Non	Oui
28	Non	Non	Oui
29	Non	Oui	Non
30	Non	Oui	Non
31	Oui	Oui	Non
32	Non	Non	Oui
33	Oui	Oui	Non
34	Oui	Oui	Non
35	Non	Oui	Non
36	Non	Oui	Non
37	Oui	Oui	Non
38	Non	Oui	Non
39	Non	Oui	Non
40	Oui	Oui	Non
41	Non	Non	Oui
42	Non	Oui	Non



Figure 12 : A: boutons floraux ; B : boutons floraux en déhiscence ; C: Fleurs ; D : Forme ailé de graines de *Triplochiton scleroxylon*.

DISCUSSION

Diversité floristique

Les résultats de la présente étude montrent que l'indice de diversité de Shannon-Weaver (4,61) et celui d'Équitabilité de Piélou (0,83) sont élevés dans la parcelle étudiée comme dans l'ensemble des forêts tropicales. Selon Agbani et al. (2018), les paramètres dendrométriques et écologiques varient globalement en fonction des formations végétales et en général, les plus fortes valeurs sont obtenues en forêt dense. Ces valeurs élevées de l'indice de diversité de Shannon-

Weaver traduisent une grande diversité spécifique et correspondent à des conditions de milieu favorable permettant l'installation de nombreuses espèces représentées par un petit nombre d'individus (Choula et al., 2013 ; Taffouo et al., 2017). L'Équitabilité de Piélou ou indice de régularité (0,83) témoigne une bonne répartition des individus au sein des espèces identifiées (Tiokeng et al., 2015). Elle varie aussi en fonction de l'occupation du sol selon Orou Wari et al. (2020).

Paramètre de structure de *Triplochiton scleroxylon* dans la parcelle permanente

La distribution en classe de diamètre des arbres dans la parcelle permanente montre une répartition étalée sur 12 classes. On remarque une absence des tiges dans les classes inférieures à celle du diamètre moyen d'exploitabilité (DME = 80 cm) et la présence de tiges de gros diamètre allant au-delà du DME. Ce phénomène peut s'expliquer par la rareté de la régénération de *T. scleroxylon*, ainsi que l'exploitation sélective auxquelles est soumise cette espèce. Kouadio et al. (2014) fait également état de cette faible régénération. La structure diamétrique est un paramètre de caractérisation d'un peuplement forestier. La répartition des arbres d'une espèce en catégorie de diamètre définit la structure diamétrique de l'espèce, de même la répartition de tous les arbres d'un peuplement définit la structure diamétrique totale qui regroupe les diamètres des individus de toutes les espèces. La structure diamétrique d'une espèce peut être reliée à son tempérament. *T. scleroxylon* est une espèce héliophile, elle se développe très vite dans les forêts secondaires dans lesquelles l'intensité de l'éclaircissement qui arrive au sol est élevée. Dans la présente étude, toutes les classes ne sont pas représentées ; la distribution des diamètres des arbres *T. scleroxylon* est une distribution erratique. Par contre dans leur jeune âge, toutes essences confondues sont tolérantes vis-à-vis de la lumière. Dans le cas d'espèce, on constate un problème de régénération des individus de *T. scleroxylon*, au regard de la répartition diamétrique. Cependant, les espèces accompagnatrices montrent une distribution en «J» renversé. Les jeunes tiges contenues dans les classes inférieures sont plus représentées que les classes supérieures. Dans la première classe, les individus constituent la moitié des espèces rencontrées. La structure diamétrique des espèces accompagnatrices montre une diminution des individus au fur et à mesure qu'elles prennent de l'âge. Certaines espèces accompagnatrices sont des individus qui ne donnent généralement pas de gros diamètre ; c'est le cas de *Coffea* sp, *Cola ficifolia*, *Diospyros simulans*, *Drypetes* sp, *Kigelia acutifolia*, *Macaranga burifolia*, *Nom angossa*,

Octolobus angustalus, *Rauwolfia macrophylla*, *Rinorea* sp. Cette caractéristique des peuplement forestiers a été illustrée dans les travaux de Choula et al. (2013).

La hauteur des arbres n'augmente pas toujours avec leur diamètre. Les résultats obtenus montrent que cette relation est respectée pour certains individus dans le parcours phénologique comparativement à la parcelle permanente. Dans la parcelle permanente, la plus petite hauteur de *T. scleroxylon* est de 9 m avec pour diamètre 180 cm tandis que la plus grande est de 16,5 m pour un diamètre de 130 cm. Par contre dans le parcours phénologique, la plus petite hauteur est de 7 m et la plus grande 17,5 m pour les diamètres respectifs de 79 et 130 cm, respectivement. Ces résultats sont contraires avec ceux de Vivien et Faure (2011) qui ont montré que la hauteur des arbres était proportionnelle à leur diamètre. Dans la présente étude, la distribution des futs est irrégulière et varie entre les individus. Les individus de même diamètre ne possèdent pas toujours une hauteur identique.

Les tiges *T. scleroxylon* identifiées avaient tous plus de 80 cm de DHP et portaient tous des contreforts, ce qui confirme He et al. (2013) qui affirme que les grands arbres sont les plus susceptibles à porter un grand nombre de contreforts.

Surface terrière, densité et diamètres moyens des espèces accompagnatrices

Dans le présent travail, la densité varie de 1 individu/ha chez *Alfezia bipindens* à 33 individus/ha chez *Baphia* sp. La densité moyenne de *T. scleroxylon* est de 11 individus/ha dans la parcelle permanente et 7 individus/ha dans le parcours phénologique. La densité est une notion importante qui est considérée comme un critère et un indicateur dans le classement des espèces dans la liste rouge de l'UICN. Si l'on tient compte uniquement de la densité obtenue dans la parcelle permanente, *T. scleroxylon* ne serait pas menacée mais seulement ce résultat n'est pas suffisant vue la taille de l'échantillonnage.

La surface terrière varie de 0,084 m² pour *Nom angossa* à 10,448 m² pour *T. scleroxylon*. La surface terrière moyenne

élevée dans la zone d'étude (5,7 m²) s'explique par les densités élevées de certaines espèces notamment *Bafia* sp, *Diospyros bipidensis* et *Mansonia altissima*. Le pic de la surface terrière par classe de diamètre des populations de *T. scleroxylon* se situe à 180 cm pour la parcelle permanente et 130 cm pour le parcours phénologique. Cette population forestière est donc en pleine reconstitution et évolue vers une forêt secondaire vieille. Ceci confirme l'affirmation de Blanc et al. (2003) pour qui une vieille forêt secondaire a une composition floristique dominée par des espèces à tendance héliophiles. Il ressort que le degré d'occupation de l'espace par les tiges est exponentiellement croissant, évoluant dans le même sens que la densité. Par conséquent, l'intensité de la compétition entre les arbres pour différents facteurs écologiques (lumière et éléments nutritifs) devrait être aussi élevée. Ces données sont supérieures à celles obtenues dans d'autres forêts similaires pour d'autres espèces commerciales. Elles sont respectivement de 32 m²/ha pour les forêts semi-décidues de Centrafrique, 28,4 m²/ha pour les forêts de côte d'ivoire et 26 m²/ha dans la strate de la Forêt Dense Humide Sempervirente avec coupe partielle et de densité faible dans la forêt de Yingui au Cameroun (Choula et al., 2013).

Paramètre de structure de *Triplochiton scleroxylon* le long du parcours phénologique

La distribution spatiale de *T. scleroxylon* est irrégulière. L'arrangement des plantes dans la végétation naturelle n'est pas toujours aléatoire et à cet effet, il y a toujours plusieurs échelles de structure spatiale. Ces données suggèrent qu'il existe une gamme de facteurs qui contribuent à la structure spatiale et qui peuvent être classifiés dans trois grandes catégories : les facteurs morphologiques basés sur la taille et la croissance des plantes qui seraient le cas de cette étude; les facteurs environnementaux qui sont hétérogènes du point de vue spatiale ; et les facteurs phytosociologies qui permettent l'arrangement spatiale d'une espèce affectant l'occurrence des plantes d'une espèce à travers leur interaction (Dalle, 1999).

Etat phénologique de *Triplochiton scleroxylon*

La période de défeuillaison correspond à la saison sèche pour toutes les essences étudiées sans distinction tandis que la feuillaison a lieu en saison de pluies. Les essences à feuilles caduques telles que *T. scleroxylon* perdent leurs feuilles en saison sèche et les renouvellent en saison de pluie. Les différences observées chez certains individus de *T. scleroxylon* seraient dues au sol qui a perdu sa structure et sa texture initiale ce qui est confirmé une des hypothèses de Gorel (2012). Cette perte dériverait de la compaction du sol par les engins lourds (engins de débardage et de construction du réseau routier). La floraison de *T. scleroxylon* a lieu en Novembre et en Décembre respectivement. Les données combinées révèlent que la fructification des essences étudiées débute soit au moment de la floraison, soit après. La fructification de *T. scleroxylon* se produit respectivement en janvier et en février. Le faible nombre de fruits récoltés peut s'expliquer par le fait que ces fruits sont ailés et peuvent être emportés à de longue distance par le vent. Cette différence serait due une fois de plus à l'activité de l'exploitation forestière dans les UFA où notre étude est effectuée. L'exploitation forestière modifie très significativement la structure initiale du peuplement forestier. Cette modification de la structure induit en fait un changement de l'activité physiologique des essences qui se trouvent au sein du peuplement perturbé (Koubouana et al., 2016). Selon Durrieu de Madron et Daumerie (2004), cette variation de période est due à l'irrégularité de la fructification qui fluctue d'une année à l'autre et que le diamètre efficace de fructification est de 90 cm pour *T. scleroxylon*. Il est cependant important de noter l'absence de fructification chez certains arbres qui ont atteint ce diamètre.

Conclusion

T. scleroxylon est l'une de principale essence qu'exploite le groupe SEFAC. Des pieds de *T. scleroxylon* en floraison ont été observés dans la période couvrant à la fin de la grande saison de sèche et le début de la petite saison des pluies. La densité observée dans la

parcelle est faible (11 individus/ha) par rapport à l'ensemble des individus mais reste très élevée suivant la taille de l'échantillonnage. La période de défeuillaison coïncide souvent avec le début de la floraison. La floraison se déroule par vague sur un même tronc c'est-à-dire pendant que certaines branches fleurissent, d'autres par contre sont à l'état de boutons floraux. Les données collectées permettent d'enrichir la revue de la littérature et complètent les données de base pour la poursuite des études sur la phénologie de *T. scleroxylon* et des autres essences forestières exploitées.

CONFLIT D'INTERETS

Les auteurs de ce manuscrit déclarent qu'ils n'ont aucun conflit d'intérêts.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

Les auteurs ci-dessous ont participé de diverses manières à la conception de cet article : AO a collecté, traité et analysé les données puis rédigé et corrigé le présent manuscrit ; RJP est intervenu dans la conception du dispositif, le traitement et l'analyse des données ; FC, OWF et VDT ont contribué à la rédaction et la correction du présent manuscrit. Tous les auteurs ont lu et approuvé le manuscrit final.

REMERCIEMENTS

Les auteurs expriment leur gratitude et remerciement à l'endroit de la Société d'Exploitation Forestière et Agricole du Cameroun, attributaire de l'UFA 10 008 qui a facilité la collecte des données et a mis son plan d'aménagement à notre disposition.

REFERENCES

Agbani PO, Amagnide A, Goussanou C, Azihou F, Sinsin B. 2018. Structure des peuplements ligneux des formations végétales de la forêt sacrée de Nassou en zone soudanienne du Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **12**(6): 2519-2534. DOI: 10.4314/ijbcs.v12i6.5

Bibani R, Jonkers WB, Essama J. 2002. Phénologie de 86 essences productrices de bois d'œuvre de la forêt dense humide

sempervirente du Sud Cameroun. Résultats préliminaires. Séminaire FORAFRI de Libreville : connaissance de l'écosystème, p. 20.

- Billard A. 2005. Étude sur le plan pratique d'aménagement des forêts de productions tropicales Africaines. Application du cas d'Afrique Centrale, volet 3 « Aspects Faunistiques », p. 99.
- Blanc L, Florès O, Molino JF, Gourlet Fleury S, Sabatier D. 2003. Diversité spécifique et regroupement d'espèces arborescentes en forêt guyanaise. *Rev. For. Fr. LV*, 131-146.
- Canard A, Poinso D. 2004. Quelques méthodes statistiques : Typiques de l'étude des populations et des peuplements par la méthode des quadrats. Ronéo, p. 28.
- Choula F, Richard Jules Priso RJ, Din N, Kamdem JP, Taffouo VD. 2013. vegetal diversity and structure of one stratum in three sites of Yingui's forest management unit (Cameroon-central africa): a Comparative study. *Int. J. Plant Anim. Environ. Sci.*, **3**(4): 105-113.
- Dalle MRT. 1999. *Spatial Patter Analysis in Plant Ecology*. Cambridge University Press : Cambridge, United Kingdom; p. 308.
- Doucet JL. 2003. L'alliance délicate de la gestion forestière et de la biodiversité dans les forêts du centre du Gabon : Thèse de doctorat, Faculté universitaire des sciences agronomiques de Gembloux, Gembloux, Belgique, p. 323.
- Durrieu de Madron L, Daumerie A. 2004. Diamètre de fructification de quelques essences en forêt naturelle Centrafricaine. *Bois et Forêts des Tropiques*, **281**(3) : 87-95.
- FAO. 2002. Situation et tendances de l'aménagement forestier en Afrique centrale. Département de forêt. Archive de documents de la FAO.
- FAO. 2020. Evaluation des ressources forestières mondiales 2020. Principaux résultats. Rome. P. 12.
- Gorel A. 2012. Étude de l'origine des populations d'Ayous (*Triplochiton*

- scleroxylon* K. SCHUM) dans les forêts du sud-est du Cameroun. Mémoire de Master, Université de Liège, p. 87.
- He Z, Tang Y, Deng X, Cao M. 2013. Buttress trees in a 20-hectare tropical dipterocarp rainforest in Xishuangbanna, SW China. *Journal of Plant Ecology*, **6**(2): 187-192. DOI:10.1093/jpe/rts031
- Kouadio YL, Neuba DFR, Koné M, Bourland N, Doucet J-L. 2014. Étude de la croissance diamétrique de quatre essences de bois d'œuvre exploitées à l'est du Cameroun, *Journal of Applied Biosciences*, **77**: 6444-6455. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/jab.v77i1.6>.
- Koubouana F, Ifo SA, Loupet LBM, Ndinga E. 2016. Diversité floristique et dynamique de reconstitution de la forêt du Parc Zoologique sous plantations à eucalyptus à Brazzaville, Congo. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **10**(2): 609-619. DOI: 10.4314/ijbcs.v10i2.13
- Letouzey R. 1985. Notice de la carte phytogéographique du Cameroun au 1:500 000. Institut de la cartographie internationale de la végétation, Toulouse, France, pp. 143-240.
- Mathot L. 2003. Etude des facteurs influençant les potentiels fauniques des concessions forestières, le cas de la société forestière Pallisco au Cameroun. Mémoire de fin d'étude, Faculté des sciences agronomiques de Gembloux, P. 84.
- Meijaard E, Shell D, Nasi R, Angeri D, Rosenbaum B, Djoko I, Titiek Setyawati, Martjan L, Ike Rachmatika, Wong A, Soehartono T, Scott S, O'brien T. 2005. *Life after Logging: Reconciling Wildlife Conservation and Production Forestry in Indonesian Borneo*, Jakarta. CIFOR; p. 370. DOI: <https://doi.org/10.17528/cifor/001663>.
- Mieuguem P. 2000. Revue et amélioration des données relatives aux produits forestiers au Cameroun. Food and Agriculture Organization, Rome, p. 21.
- MINEF. 2004. Rapport technique sur *Pericopsis elata* (Assamela). Ministère de l'environnement et des forêts. Yaoundé, 8 p. + annexe.
- Orou Wari B, Zakari S, Djaouga M, Toko Imorou I, Yabi I, Tente BAH, DJEGOJ G. 2020. Diversité et structure de la végétation ligneuse dans la ville de Malanville au Nord-Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **15**(1): 129-143. DOI: 10.4314/ijbcs.v15i1.12
- SFAB. 2005. Plan d'Aménagement de la concession n°1052, UFA 10 008 attribuée à la société d'exploitation forestière et Agricole du Cameroun, Ministère des Forêts et de la Faune, p. 80.
- Taffouo VD, Ikoli Saya RA, Oben Mbeng L, Tomedi Eyango M. 2017. Impacts des caractéristiques physico-chimiques des eaux sur la distribution du phytoplancton et des macrophytes de la rivière Nkam (Cameroun). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **11**(4): 1766-1784. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v11i4.28>
- Tieguhong JC, Ndoye O. 2007. The impact of timber harvesting in forest concessions on the availability of non-wood forest products (NWFP) in the Congo Basin. FAO forest harvesting case study. p. 38.
- Tiokeng B, Mapongmetsem P-M, Nguetsop VF, Tacham WN. 2015. Biodiversité floristique et régénération naturelle sur les Hautes Terre de Lebialem (Ouest Cameroun). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **9**(1): 56-68. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v9i1.6>
- Vivien J, Faure JJ. 2011. *Arbres des Forêts Denses d'Afrique Centrale*. Clohars Carnoet, France, Nguila Kerou, p. 945.
- White L, Edwards A. 2000. *Conservation en Forêt Pluviale Africaine : Méthodes de Recherche*. Wildlife conservation Society: New York; p. 456.
- Whitmore TC. 1990. *Tropical Rain Forests of the Far East*. Clarendon Press : Oxford ; p. 278.