

Composition et distribution spatio-temporel des mollusques gastéropodes de la forêt classée de Yapo, au Sud-Est de la Côte d'Ivoire

N'Dri Saint-Clair AMANI*, Jean-Didié MEMEL, Jean Baptiste AMAN, Mamadou KARAMOKO et Atcho OTCHOUMOU

Université Nangui Abrogoua, UFR Sciences de la Nature, Laboratoire de Biologie et Cytologie Animales, 02 BP 801 Abidjan 01, Côte d'Ivoire

* Correspondance, courriel : ndri_amani@yahoo.fr

Résumé

Ce travail a pour objectifs de connaître les espèces de mollusques et leurs abondances dans la forêt classée de Yapo. L'échantillonnage stratifié a été retenu. Les Mollusques ont été recherchés par observation directe dans des surfaces d'échantillonnages et par la collecte de litière et de sol dans des quadrats. Les résultats montrent que le peuplement des Mollusques Gastéropodes comprend actuellement 27 espèces. Leur distribution au sein des différents habitats dans la forêt a montré que l'habitat semi-ouvert enrichi et l'habitat fermé naturel sont plus riche en espèce (25 espèces chacun) que l'habitat semi-ouvert naturel (22 espèces). Dans l'habitat semi-ouvert enrichi, deux familles (Subulinidae 80,40 % et Streptaxidae 14,36 %) renferment à elles seules plus de 90 % de l'effectif total. Les abondances des mollusques récoltés dans les habitats semi-ouvert naturel et fermé naturel sont dominées par les Subulinidae (plus de 60 %) et les Achatinidae (plus de 26 %). Au niveau saisonnier, la valeur moyenne de la richesse taxonomique dans chaque habitat a été maximale au cours de la grande saison pluvieuse et minimale pendant la saison sèche. Les Subulinidae ont dominé toutes les saisons dans tous les habitats. Ces informations permettront la prise en comptes des mollusques terrestres dans la gestion et la conservation des aires protégées en Côte d'Ivoire.

Mots-clés : *biodiversité, distribution, gastéropodes, forêt classée de Yapo, Côte d'Ivoire.*

Abstract

Composition and spatio-temporal distribution of terrestrial gastropods molluscs of Yapo classified forest, South-East of Côte d'Ivoire

This work aims to know the mollusc species and their abundances in the classified forest of Yapo. Stratified sampling was retained. Molluscs were collected using a combination of direct search and leaf-litter sieving techniques. The results show that the population of gastropod in Yapo classified forest includes 27 species. Their distribution in the various habitats of the forest showed that the enriched half-open habitat and the natural closed habitat are richer in species (25 species each one) than the natural half-open habitat (22 species). In the enriched half-open habitat, two families (Subulinidae 80,40 % and Streptaxidae 14,36 %) contain alone more 90 % of the total number individuals. Abundances of molluscs in the half-open natural habitat and and closed natural habitat are dominated by Subulinidae (more 60 %) and Achatinidae (more 26 %). At the seasonal level, the average value of the taxonomic richness in each habitat was maximum during the great rainy season and minimal during the dry season. Subulinidae dominated all seasons in the all habitats. This information will help for biodiversity conservation management of terrestrial molluscs in Côte d'Ivoire.

Keywords : *diversity, distribution, gastropoda, Yapo classified forest, Côte d'Ivoire.*

1. Introduction

Dans le réseau trophique, les mollusques terrestres servent de proies à différents organismes tels que les insectes (coléoptères), les amphibiens, les reptiles, les oiseaux et les rats [1] et contribuent à la décomposition de la litière [2]. Par ailleurs, les escargots géants sont très appréciés dans l'alimentation des populations ivoiriennes [3]. De tous les écosystèmes, les forêts tropicales sont celles qui regorgent la plus grande partie de la biodiversité mondiale [4]. Située en zone tropicale, la Côte d'Ivoire est soumise à une forte déforestation. Le sud-est ivoirien est reconnu comme faisant partie des régions africaines ayant leurs massifs forestiers les plus dévastés [5]. Cette déforestation avec pour corollaire la dégradation et la perte des habitats naturels est la principale cause de disparition massive des espèces dans ces milieux. En effet, selon [6], la famille des Partulidae est en voie d'extinction en Polynésie Française précisément sur l'île de Moorea. A Hawaii, environ 90 % des 750 espèces connues des mollusques terrestres sont en voie de disparition. Dans l'archipel Samoan, presque toutes les espèces sont en voie de disparition [7]. Vu le niveau élevé de déboisement des forêts et les pertes d'espèces qui pourraient être enregistrés, il apparaît urgent de connaître les espèces de mollusques terrestres présentes dans les différents habitats pour une meilleure stratégie de conservation en Côte d'Ivoire. Malgré cette urgence, très peu de travaux ont jusque-là été consacrés à l'écologie des Gastéropodes terrestres en Côte d'Ivoire. En dépit de leur faible nombre, les études réalisées dans ce sens datent des années 50 et 70 [8 - 12]. Les plus récents sont de 2008 et 2009 sur la famille des Achatinidés [13, 14]. Au regard de ce champ d'investigation restée jusque-là peu exploré, il nous paraît important de mener une étude sur les Gastéropodes de Côte d'Ivoire en général et particulièrement ceux de la forêt classée de Yapo. Ce travail a donc pour objectifs d'étudier d'abord la composition et la distribution des taxons de mollusques et ensuite leur variation spatiale et saisonnière.

2. Matériel et méthodes

2-1. Milieu d'étude

La forêt classée de Yapo est située dans le département d'Agboville, précisément dans la sous-préfecture d'Azaguié, au sud de la Côte d'Ivoire (5° 40' - 5° 47' N, 4° 06' - 4° 11' E) (**Figure 1**). Elle couvre environ 9 000 ha et est à 25 km au sud d'Agboville, à 8 km au nord d'Azaguié et à 50 km au nord-est d'Abidjan [15]. Le relief est faiblement ondulé avec des pentes inférieures à 5 %. L'altitude moyenne oscille autour de 70 m. Exceptés les sols hydromorphes, localisés dans les bas-fonds, les sols présents appartiennent à la classe des sols ferrallitiques très désaturés caractérisés par un pH acide 4,5 à 5. A l'ouest de la forêt se trouve la rivière Agnéby. La forêt classée de Yapo se situe dans un climax de forêt dense humide sempervirente caractéristique du secteur ombrophile du domaine guinéen. Le climat de type subéquatorial est caractérisé par quatre saisons : la grande saison pluvieuse (mars à juillet), petite saison sèche (août), petites saison pluvieuse (septembre à décembre) et la grande saison sèche (janvier à février) [15]. La pluviosité moyenne annuelle dans la région d'Azaguié varie de 1500 mm à 2100 mm tandis que la température, relativement constante, tourne autour de 27°C [16]. La végétation est une formation secondaire vieillie. Elle est caractérisée par des strates de grands arbres ; *Terminalia ivorensis* (Combrétacée), *Khaya ivorensis* (Meliaceae), *Dacryodes*

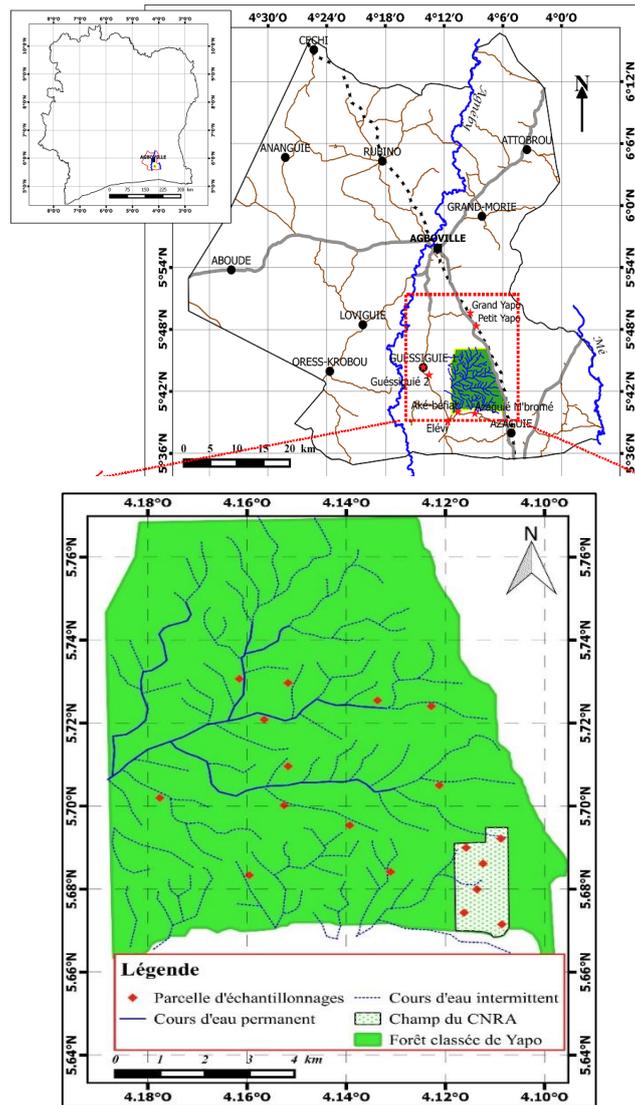


Figure 1 : Localisation de la forêt classée de Yapo et des parcelles d'échantillonnage

klaineana(Busceraceae), d'arbustes ; *Garcinia afzelii*(Clusiaceae), *Coffea afzelii*(Rubiaceae), *Macaranga beilei* (Euphorbiaceae), *Rauwolfia vomitoria* (Apocynaceae), d'herbes ; *Palisota hirsuta* (Commelinaceae); *Geophila obvallata*(Rubiaceae), *Laportea aestuans*(Urticaceae) et de lianes ; *Ancistrophyllum laeve*(Arecaceae); *Adenia lobata*(Passifloraceae) *Alchornea cordifolia*(Euphorbiaceae) [17].

2-2. Matériel

2-2-1. Matériel biologique

Le matériel biologique concerné par cette étude est composé des différentes espèces de Gastéropodes de la forêt classée de Yapo.

2-2-2. Matériel technique

Un tamis de maille 3 mm et une loupe manuelle ont servi respectivement à tamiser les échantillons de sol et à rechercher les spécimens invisibles à l'œil nu dans le sol et dans la litière.

2-3. Méthodes

2-3-1. Période d'échantillonnage

Cette étude a débuté en juillet 2014 et a pris fin en juin 2016 (24 mois). Les échantillonnages ont été faits une fois par mois au cours des quatre (4) saisons de l'année.

2-3-2. Technique d'échantillonnage

L'échantillonnage stratifié a été retenu pour cette étude. C'est une méthode très employée par de nombreux chercheurs dans l'étude de la malacologie continentale [18 - 19].

2-3-3. Etablissement des parcelles d'échantillonnage

Les parcelles d'échantillonnages ont été établies en tenant compte de certains paramètres tels que le type de forêt et de canopée, la densité de la forêt, la présence ou non d'arbres fruitiers consommés par les mollusques, la densité du sous-bois et le degré d'intrusion de l'homme (nombre de pistes et prélèvement de plantes médicinales). Au total, 18 parcelles de 2 400 m² (60 m X 40 m) à échantillonner ont été établies (*Figure 1*).

2-3-4. Récolte des mollusques

2-3-4-1. Observation directe

Elle consiste à rechercher activement à l'œil nu les mollusques au sol, sous les roches, sur et sous les bois morts, sur les feuilles, les tiges des plantes, etc., et à leur dénombrement et/ou leur collecte [20 - 22]. Chaque parcelle est fouillée pendant une heure par une équipe de deux personnes durant la nuit, entre 24 heures et 06 heures du matin, car c'est à ces heures que les qu'ils sont actifs. Tous les endroits ont été fouillés notamment au niveau du sous-bois, des strates basses et moyennes, des épiphytes, des cavités et anfractuosités sur les arbres et branches.

2-3-4-2. Collecte des spécimens du sol

Les parcelles d'échantillonnages ont été divisées en 24 quadrats de 10 m x 10 m. Lors de chaque échantillonnage, de la litière sur une surface de 1 m² (1 m x 1 m) et environ 5 dm³ (3,1 dm x 3,1 dm x 0,5 dm) de sol sont prélevés à l'intérieur d'un (1) quadrat. Ceci dans la mesure où l'essentiel des micro-espèces vit dans cette épaisseur [22]. Ce prélèvement s'est fait en alternant les quadrats à chaque échantillonnage. Les prélèvements de litières et de sols ont été conservés dans des emballages plastiques et ramenés au laboratoire. Ils sont par la suite mis à sécher dans un endroit sec et frais à 18⁰ C pendant quatre jours et le sol est tamisé sur un tamis de mailles 3 mm. Les mollusques ont été recherchés à l'œil nu dans les refus de tamis et à l'aide d'une loupe à manche dans la partie de sol ayant traversé les mailles. Les spécimens vivants retrouvés ont été conservés dans l'éthanol 70⁰.

2-3-5. Identification des mollusques

L'identification des mollusques a été faite sur la base de critères morphologiques s'appuyant sur les clés standards de [21, 23 - 25]. Ces critères morphologiques ont concerné la couleur, l'aspect et la taille de la coquille.

2-3-6. Epaisseur de la litière

Pour mesurer l'épaisseur de la litière, un double décimètre en matière plastique a été enfoui dans la litière jusqu'à atteindre le sol. La hauteur des feuilles mortes en décomposition ou pas est lue en centimètre sur la règle.

2-3-7. Expression des résultats

2-3-7-1. Richesse taxonomique

La richesse taxonomique (R_s) est le nombre de taxons recensés dans un milieu. Elle renseigne sur la variabilité des niches d'un site [26].

2-3-7-2. Indice de diversité de Shannon-Weaver

L'indice de diversité de Shannon-Weaver (H) qui permet de quantifier l'hétérogénéité du milieu a été déterminé selon *l'Équation (1)* [27] :

$$H = -\sum p_i \log_2 p_i \quad (1)$$

H étant l'indice de diversité de Shannon-Weaver et p_i la fréquence relative de l'espèce i

2-3-7-3. Abondance relative ou fréquence centésimale

L'abondance relative renseigne sur l'importance de chaque espèce par rapport à l'ensemble des espèces présentes. Elle est exprimée selon *l'Équation (2)* :

$$A_{rel} = (N_a / (N_a + N_b + N_c + N_{...})) \times 100 \quad (2)$$

A_{rel} étant l'abondance relative de l'espèce prise en considération et N_a , N_b et N_c les nombres des individus des espèces a , b et c .

2-3-8. Analyses statistiques

2-3-8-1. Analyse de classification ascendante hiérarchique

L'analyse de classification ascendante hiérarchique a permis de classer les parcelles à partir de leurs caractéristiques biotiques. La méthode de Ward a été utilisée pour la classification de nos échantillons [28].

2-3-8-2. Test non paramétrique

Dans cette étude, pour tester la variabilité des paramètres (abiotiques et biotiques) entre les différentes parcelles et saisons, des tests non-paramétriques qui ne prennent pas en compte les moyennes, ont été appliqués. Il s'agit du test de Kruskal-Wallis et de celui de Mann-Whitney. Les variations des différents descripteurs abiotiques et biotiques ont été illustrées à l'aide de boîte à moustaches encore appelées « boxplot » en utilisant la médiane, la valeur minimale et la valeur maximale. Les tests statistiques ont été faits en utilisant le programme STATISTICA 7.1.

3. Résultats

3-1. Typologie des parcelles

L'analyse de classification ascendante hiérarchique a permis de classer les différentes parcelles en fonction des caractéristiques biotiques, en trois types d'habitats (**Figure 2**). Nous avons :

- L'habitat semi-ouvert enrichi (H1) regroupant les parcelles P1, P2, P3, P4, P5, P6 et P18. Il est caractérisé : par une forêt reboisée avec des arbres à large feuille, une forêt moyennement dense, absence d'arbres fruitiers, un sous-bois moyennement dense et une épaisseur de litière d'environ 6,5 cm ;
- l'habitat semi-ouvert naturel (H2). Celui-ci regroupe les parcelles P7, P9, P10 et P17. Il se caractérise par : une forêt naturelle moins dense avec présence d'arbres fruitiers, un sous-bois moyennement dense, une fréquentation élevée par les populations riveraines, une épaisseur de litière d'environ 4 cm ;
- l'habitat fermé naturel (H3). Il comprend les parcelles P8, P14, P15, P13, P12, P11 et P16. Il se distingue par une forêt naturelle dense avec présence d'arbres fruitiers. La canopée est dense (75 à 90 %) ; le sous-bois est clair ; l'activité anthropique est faible ; l'épaisseur de la litière est d'environ 4,5 cm.

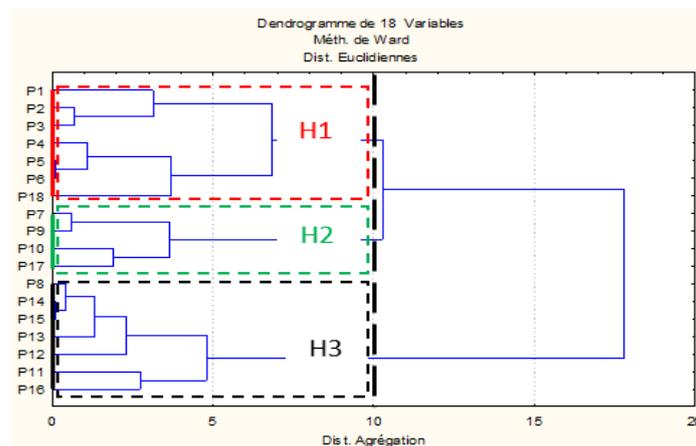


Figure 2 : Classification des parcelles sur la base de caractéristiques biotiques de la forêt

3-2. Composition et distribution des taxons

Au total, 12 465 mollusques ont été récoltés dans la forêt classée de Yapo pendant les deux années d'échantillonnage. Dix-neuf taxons des 27 enregistrés sont communs aux trois types d'habitats déterminés (**Tableau 1**). Il s'agit d'*Achatina achatina*, *Archachatina ventricosa*, *Lignus* sp., *Limicolaria flammea*, *Subulona* sp. 1, *Subulona* sp. 2, *Striosubulina striatella*, *Curvella* sp. 1, *Curvella* sp. 2, *Curvella* sp. 3, *Curvella* sp. 4, *Pseudopeas* sp. 1, *Pseudopeas* sp. 2, *Edentoulina* sp, *Gonaxis* sp. 1, *Gullela io*, *Gullela* sp. 1, *Gullela* sp. 2 et *Trochozonites talcosus*. L'analyse du tableau 1 montre que l'habitat semi-ouvert enrichi (H1) et l'habitat fermé naturel (H3), sont les plus riches en espèce avec chacun 25 taxons. Le premier enregistre 14 genres et 5 familles tandis que le second enregistre 15 genres et 6 familles. La malacofaune de l'habitat semi-ouvert naturel (H2) est la moins riche en espèce. Elle est composée de 22 taxons, appartenant à 14 genres et 6 familles. L'espèce *Ceciloides* sp. est spécifique aux habitats H1 et H2. Alors que *Pseudoveronicella* sp. est rencontré exclusivement dans l'habitat H3, les habitats H1 et H3 sont caractérisés par les espèces *Gonaxis* sp. 2, *Gonaxis* sp. 3, *Verucarion* sp. 1 et *Verucarion* sp. 2. Les habitats H2 et H3 se partagent l'espèce *Spirulozania* sp.

Tableau 1 : Proportion des espèces de Gastéropodes récoltés dans les trois types d'habitats dans la forêt classée de Yapo

Familles	Genres	Espèces	Habitats		
			H1	H2	H3
Achatinidae	<i>Achatina</i>	<i>Achatina achatina</i>	+	+	+
	<i>Archachatina</i>	<i>Archachatina ventricosa</i>	+	+	+
	<i>Lignus</i>	<i>Lignus</i> sp.	+	+	+
	<i>Limicolaria</i>	<i>Limicolaria flammea</i>	+	+	+
Ferussaciidae	<i>Cecilioides</i>	<i>Cecilioides</i> sp.	+	+	-
Subulinidae	<i>Subulona</i>	<i>Subulona</i> sp. 1	+	+	+
		<i>subulona</i> sp. 2	+	+	+
	<i>Striosubulina</i>	<i>Striosubulina striatella</i>	+	+	+
	<i>Curvella</i>	<i>Curvella</i> sp. 1	+	+	+
		<i>Curvella</i> sp. 2	+	+	+
		<i>Curvella</i> sp. 3	+	+	+
		<i>Curvella</i> sp. 4	+	+	+
	<i>Pseudopeas</i>	<i>Pseudopeas</i> sp. 1	+	+	+
		<i>Pseudopeas</i> sp. 2	+	+	+
	Streptaxidae	<i>Edentoulina</i>	<i>Edentoulina</i> sp.	+	+
<i>Gonaxis</i>		<i>Gonaxis</i> sp. 1	+	+	+
		<i>Gonaxis</i> sp. 2	+	-	+
		<i>Gonaxis</i> sp. 3	+	-	+
<i>Gullela</i>		<i>Gullela</i> <i>io</i>	+	+	+
		<i>Gullela</i> sp. 1	+	+	+
		<i>Gullela</i> sp. 2	+	+	+
		<i>Gullela</i> cf <i>opoboensis</i>	+	+	-
Urocyliidae	<i>Trochozonites</i>	<i>Trochozonites talcosus</i>	+	+	+
	<i>Verucarion</i>	<i>Verucarion</i> sp. 1	+	-	+
		<i>Verucarion</i> sp. 2	+	-	+
Maizaniidae	<i>Spirulozania</i>	<i>Spirulozania</i> sp.	-	+	+
Veronicellidae	<i>Pseudoveronicella</i>	<i>Pseudoveronicella</i> sp.	-	-	+
7	16	27	25	22	25

NB : H1 : habitat semi-ouvert enrichi, H2 : habitat semi-ouvert naturel et H3 : habitat fermé naturel; + = espèce présente ; - = espèces absente

3-3. Variations spatiale et saisonnière de la biodiversité dans les habitats

3-3-1. Richesse taxonomique

La variation de la richesse taxonomique selon les habitats est illustrée par la **Figure 3**. La variation la plus forte a été observée dans l'habitat H1 (1 à 15 espèces) tandis que la plus faible a été notée dans l'habitat H2 (1 à 8 espèces). La richesse taxonomique dans l'habitat H3 varie de 1 à 13 taxons. Le test de Mann-Whitney a révélé une variation spatiale significative entre la richesse taxonomique de l'habitat H1 et celle de l'habitat H2 ($p < 0,05$).

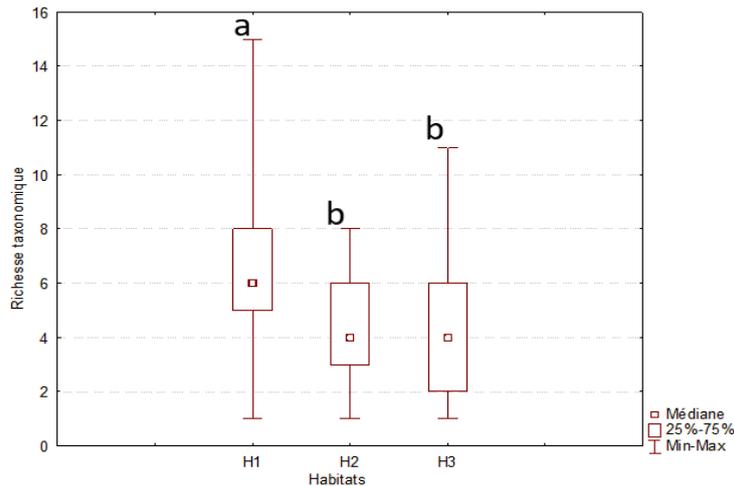


Figure 3 : Variation de la richesse taxonomique selon les habitats dans la forêt classée de Yapo

NB : H1 : habitat semi-ouvert enrichi, H2 : habitat semi-ouvert naturel et H3 : habitat fermé naturel; Les valeurs affectées de la même lettre (a ou b) ne diffèrent pas significativement (Test de Mann-Whitney significatif; $p < 0,05$).

La valeur moyenne de la richesse taxonomique dans l'habitat H1 est maximale lors de la grande saison pluvieuse ($7,38 \pm 3,03$) et minimale pendant grande saison sèche ($4,9 \pm 1,86$) (**Tableau 2**). Cette richesse oscille entre $5,00 \pm 1,71$ en grande saison des pluies et $2,19 \pm 1,22$ au cours de la grande saison sèche dans l'habitat H2. Dans l'habitat H3, elle varie entre $5,30 \pm 2,52$ et $3,22 \pm 3,22$ respectivement en grande saison pluvieuse et en grande saison sèche. Le test statistique révèle des variations significatives entre les richesses taxonomiques de la petite saison sèche (PSS), des saisons pluvieuses (GSP et PSP) et celle de la grande saison sèche (GSS) dans cet habitat (Test de Mann-Whitney, $p < 0,05$). Il en a été de même entre les richesses taxonomiques de la grande saison sèche (GSS) et celles des autres saisons dans les habitats H1 et H2 ($p < 0,05$).

3-3-2. Indice de diversité de Shannon (H)

Dans l'ensemble, l'indice de diversité de Shannon (H) varie de 1,85 à 2,62 (**Figure 4**). De façon spécifique, cet indice est plus élevé dans l'habitat H1 (médiane 2,44). Il est suivi par ceux obtenues dans les Habitats H3 (médiane 2,4) et H2 (médiane 2,29). Cet indice ne varie pas d'un habitat à l'autre (Test de Mann-Whitney non significatif; $p > 0,05$).

Tableau 2 : Variations saisonnières de la richesse taxonomique moyenne selon les habitats dans la forêt classée de Yapo

Habitats	Saisons			
	GSP	PSS	PSP	GSS
H1	$7,38 \pm 3,03^a$	$7,15 \pm 3,07^a$	$6,21 \pm 3,27^a$	$4,9 \pm 1,86^b$
H2	$5,00 \pm 1,71^a$	$4,80 \pm 1,55^a$	$3,81 \pm 2,02^a$	$2,19 \pm 1,22^b$
H3	$5,30 \pm 2,52^a$	$4,00 \pm 1,85^a$	$3,95 \pm 2,14^a$	$3,22 \pm 3,22^b$

NB : H1= habitat semi-ouvert enrichi ; H2= habitat semi-ouvert naturel ; H3= habitat fermé naturel ; GSP = grande saison des pluies ; PSS = petite saison sèche ; PSP = petite saison des pluies ; GSS = grande saison sèche. Les valeurs affectées de la même lettre (a ou b) ne diffèrent pas significativement (Test de Mann-Whitney significatif ; $p < 0,05$).

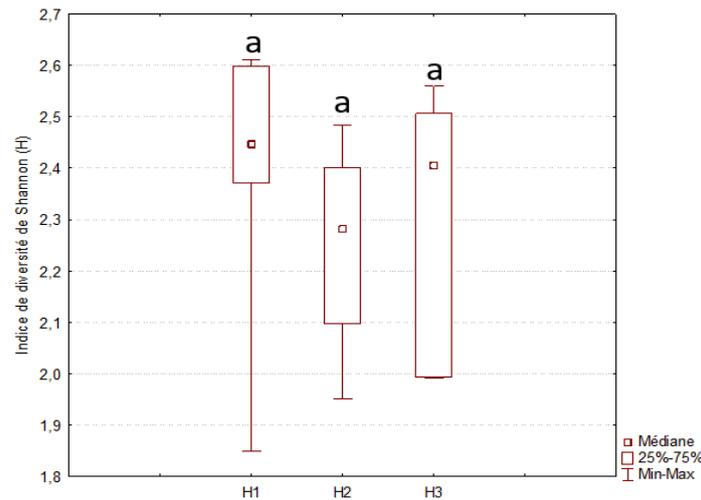


Figure 4 : Variation de l'indice de diversité de Shannon (H) selon les habitats dans la forêt classée de Yapo

NB : H1 : habitat semi-ouvert enrichi ; H2 : habitat semi-ouvert naturel; H3 : habitat fermé naturel ; Les valeurs affectées de la même lettre (a) ne diffèrent pas significativement (Test de Mann-Whitney non significatif; $p > 0,05$)

L'indice moyen de diversité de Shannon (H) fluctue entre $2,55 \pm 0,05$ en PSP et $2,14 \pm 0,06$ en GSS dans l'habitat H1 (**Tableau 3**). Cet indice en GSS diffère de ceux calculés en GSP, PSS et PSP (Test de Mann-Whitney ; $p < 0,05$). Dans l'habitat H2, la valeur moyenne de l'indice de Shannon se situe entre $2,14 \pm 0,07$ (GSP) et $1,34 \pm 0,40$ (GSS). Cette valeur moyenne de H en GSS diffère de celles des autres saisons (Test de Mann-Whitney ; $p < 0,05$). En ce qui concerne les valeurs de H dans l'habitat H3, elles varient entre $2,47 \pm 0,14$ (GSP) et $1,60 \pm 0,42$ (PSP). Le test de Mann-Whitney indique une différence significative entre l'indice de diversité de Shannon de PSP ($2,11 \pm 0,12$) et celles des autres saisons ($p < 0,05$).

Tableau 3 : Variation saisonnière de l'indice moyen de diversité de Shannon (H) selon les habitats dans la forêt classée de Yapo

Habitats	Saisons			
	GSP	PSS	PSP	GSS
H1	$2,46 \pm 0,11^a$	$2,52 \pm 0,11^a$	$2,55 \pm 0,05^a$	$2,14 \pm 0,06^b$
H2	$2,14 \pm 0,07^a$	$2,22 \pm 0,04^a$	$2,11 \pm 0,12^a$	$1,34 \pm 0,40^b$
H3	$2,47 \pm 0,14^a$	$2,40 \pm 0,13^a$	$1,60 \pm 0,42^b$	$2,17 \pm 0,30^a$

NB : Les valeurs des lignes affectées des même lettres (a ou b) ne diffèrent pas significativement (test de Mann-Whitney significatif $P < 0,05$) ; H1 : habitat semi ouvert enrichi ; H2 : habitat semi ouvert naturel; H3 : habitat fermé naturel; GSP = grande saison des pluies ; PSS = petite saison sèche ; PSP = petite saison des pluies ; GSS = grande saison sèche

3-3-3. Abondance relative dans les habitats

Le **Tableau 4** résume l'abondance des mollusques récoltés dans l'habitat H1. Dans cet habitat, deux familles (Subulinidae 80,40 % et Streptaxidae 14,36 %) renferment à elles seules plus de 90 % de l'effectif total. Elles sont suivies par la famille des Ferrussaciidae qui représente quant à elle, 4,15 % de l'effectif. Au niveau taxonomique, *Curvella* sp. 4 est le taxon dominant (12,03 %) et *Achatina achatina* le taxon le moins abondant (0,04 %). Neuf (9) taxons (*Subulona* sp. 1, *Striosubulina striatella*, *Curvella* sp. 1, *Curvella* sp. 2, *Curvella* sp.

3, *Curvella* sp. 4, *Pseudopeas* sp. 1, *Pseudopeas* sp. 2 et *Gullela io*) ont eu des abondances supérieures à 5 %. L'abondance des mollusques récoltés dans l'habitat H2 est dominée par les Subulinidae (67,07%) et les Achatinidae (26,83 %) (**Tableau 5**). Cinq taxons (*Curvella* sp. 1, *Curvella* sp. 2, *Curvella* sp. 3, *Curvella* sp. 4, *Pseudopeas* sp. 1) appartenant à la première famille et trois taxons de la seconde famille (*Achatina achatina*, *Archachatina ventricosa* et *Limicolaria flammea*) ont présenté des abondances supérieures à 5 %. L'abondance des familles et espèces de mollusques dans l'habitat H3 est consignée dans le **Tableau 6**. Le peuplement des Gastéropodes est dominé par les Subulinidae (61,09 %) et les Achatinidae (26,67 %). Les Streptaxidae ne comptent que pour 6,77 % de l'effectif. Au niveau des taxons, les plus importants c'est-à-dire ceux ayant une abondance supérieure à 5 % sont *Achatina achatina* (10,65 %), *Archachatina ventricosa* (9,75 %), *Limicolaria flammea* (5,07 %), *Curvella* sp. 1 (6,47 %), *Curvella* sp. 2 (10,85 %), *Curvella* sp. 3 (13,73 %), *Curvella* sp. 4 (11,24 %) et *Pseudopeas* sp. 1 (11,34 %).

3-3-4. Abondance relative saisonnière dans les habitats

3-3-4-1. Abondance des familles

Les variations saisonnières des familles de Mollusques dans l'habitat H1 sont illustrées par la **Figure 5**. La famille des Subulinidae est majoritaire à toutes les saisons avec plus 70 % de l'effectif. Elle est suivie de celle des Streptaxidae avec une abondance maximale de 21,69 % en petite saison pluvieuse (PSP) et une abondance minimale de 7,40 % en grande saison sèche (GSS). En dehors de la GSP où les Urocyclidae et les Achatinidae ont la même abondance (0,39 %), les Urocyclidae sont restés moins abondants que les Achatinidae en PSS et en PSP.

Tableau 4 : Abondance relative des Gastéropodes dans l'habitat semi-ouvert enrichi H1 récoltés dans la forêt classée de Yapo

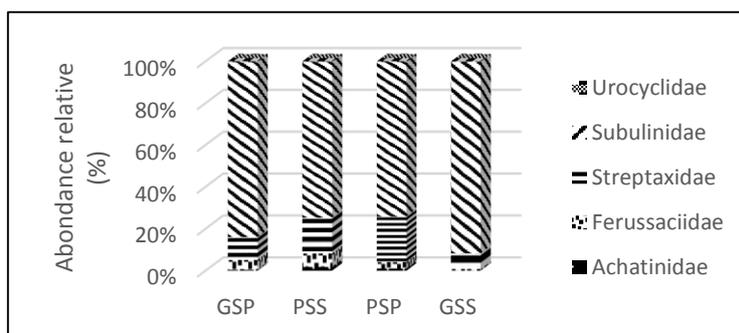
Espèces	Total	Abondance dans H1 (%)	
		Espèce	Famille
Achatinidae			
<i>Achatina achatina</i>	2	0,03	
<i>Archachatina ventricosa</i>	9	0,12	0,82
<i>Lignus</i> sp.	33	0,43	
<i>Limicolaria flammea</i>	18	0,23	
Ferussaciidae			
<i>Ceciloides</i> sp.	321	4,15	4,15
Subulinidae			
<i>Subulona</i> sp. 1	612	7,92	
<i>Subulona</i> sp. 2	342	4,43	
<i>Striosubulina striatella</i>	483	6,25	
<i>Curvella</i> sp. 1	705	9,12	
<i>Curvella</i> sp. 2	846	10,95	80,40
<i>Curvella</i> sp. 3	837	10,83	
<i>Curvella</i> sp. 4	929	12,03	
<i>Pseudopeas</i> sp. 1	801	10,36	
<i>Pseudopeas</i> sp. 2	657	8,49	
Streptaxidae			
<i>Edentaulina</i> sp.	200	2,57	
<i>Gonaxis</i> sp. 1	205	2,65	
<i>Gonaxis</i> sp. 2	45	0,58	
<i>Gonaxis</i> sp. 3	6	0,08	
<i>Gullela io</i>	456	5,9	14,36
<i>Gullela</i> sp. 1	54	0,7	
<i>Gullela</i> sp. 2	60	0,78	
<i>Gullela cf opoboensis</i>	84	1,09	
Urocyclidae			
<i>Trachozonites talcosus</i>	6	0,08	
<i>Verucarion</i> sp. 1	9	0,12	0,27
<i>Verucarion</i> sp. 2	7	0,09	

Tableau 5 : Abondance relative des familles et espèces de Gastéropodes dans l'habitat semi-ouvert naturel H2 récoltés dans la forêt classée de Yapo

Espèces	Total	Abondance dans H2 (%)	
		Espèce	Famille
Achatinidae			
<i>Achatina achatina</i>	144	8,35	
<i>Archachatina ventricosa</i>	99	5,75	26,83
<i>Lignus</i> sp.	12	0,70	
<i>Limicolaria flammea</i>	207	12,02	
Ferussaciidae			
<i>Cecilioides</i> sp.	36	2,09	2,09
Subulinidae			
<i>Subulona</i> sp. 1	6	0,35	
<i>subulona</i> sp. 2	21	1,22	
<i>Striosubulina striatella</i>	48	2,79	
<i>Curvella</i> sp. 1	156	9,06	
<i>Curvella</i> sp. 2	216	12,54	67,07
<i>Curvella</i> sp. 3	231	13,41	
<i>Curvella</i> sp. 4	261	15,16	
<i>Pseudopeas</i> sp. 1	138	8,01	
<i>Pseudopeas</i> sp. 2	78	4,53	
Streptaxidae			
<i>Edentoulina</i> sp.	13	0,69	
<i>Gonaxis</i> sp. 1	11	0,71	
<i>Gullela io</i>	15	0,87	2,96
<i>Gullela</i> sp. 1	3	0,17	
<i>Gullela</i> sp. 2	3	0,17	
<i>Gullela cf opoboensis</i>	6	0,35	
Urocyliidae			
<i>Trochozonites talcosus</i>	12	0,70	0,70
Maizaniidae			
<i>Spirulozania</i> sp.	6	0,35	0,35

Tableau 6 : Abondance relative des familles et espèces de Gastéropodes dans l'habitat fermé H3 récoltés dans la forêt classée de Yapo

Espèces	Total	Abondance dans H3 (%)	
		Espèce	Famille
Achatinidae			
<i>Achatina achatina</i>	321	10,64	
<i>Archachatina ventricosa</i>	294	9,75	26,67
<i>Lignus</i> sp.	36	1,19	
<i>Limicolaria flammea</i>	153	5,07	
Subulinidae			
<i>Subulona</i> sp. 1	27	0,90	
<i>subulona</i> sp. 2	18	0,59	
<i>Striosubulina striatella</i>	54	1,79	
<i>Curvella</i> sp. 1	195	6,47	
<i>Curvella</i> sp. 2	327	10,85	61,09
<i>Curvella</i> sp. 3	414	13,73	
<i>Curvella</i> sp. 4	339	11,24	
<i>Pseudopeas</i> sp. 1	342	11,34	
<i>Pseudopeas</i> sp. 2	126	4,18	
Streptaxidae			
<i>Edentoulina</i> sp.	48	1,59	
<i>Gonaxis</i> sp. 1	60	1,99	
<i>Gonaxis</i> sp. 2	12	0,40	
<i>Gonaxis</i> sp. 3	63	2,09	6,77
<i>Gullela</i> io	7	0,20	
<i>Gullela</i> sp. 1	6	0,19	
<i>Gullela</i> sp. 2	9	0,30	
Urocyliidae			
<i>Trochozonites talcosus</i>	3	0,10	
<i>Verucarion</i> sp. 1	57	1,90	3,98
<i>Verucarion</i> sp. 2	60	1,99	
Maizaniidae			
<i>Spirulozania</i> sp.	15	0,50	0,50
Veronicellidae			
<i>Pseudoveronicella</i> sp.	30	0,99	0,99

**Figure 5 :** Variation saisonnière des abondances relatives des familles de Gastéropodes récoltés dans la forêt classée de Yapo à habitat semi-ouvert enrichi (H1)

NB : GSP = grande saison pluvieuse, PSS = petite saison sèche, PSPS = petite saison pluvieuse, GSS = grande saison sèche

La **Figure 6** illustre la variation de l'abondance relative des familles de mollusque dans l'habitat H2 aux différentes saisons. Les Subulinidae sont numériquement prépondérants à toutes les saisons. Toutefois, cette prédominance est beaucoup plus marquée en GSS (96,15 %) et PSS (70,59 %). Cette famille est suivie par celle des Achatinidae en GSP (26,15 %), PSS (26,47 %) et PSP (42,96 %), sauf en GSS où elles ont été absentes. Dans cet habitat, les Streptaxidae ont été faiblement représentés avec des abondances comprises entre 2,94 % et 3,67 % au cours de la GSP, PSS et de la PSP. Toutefois, aucun Streptaxidae n'a été observé lors de la GSS.

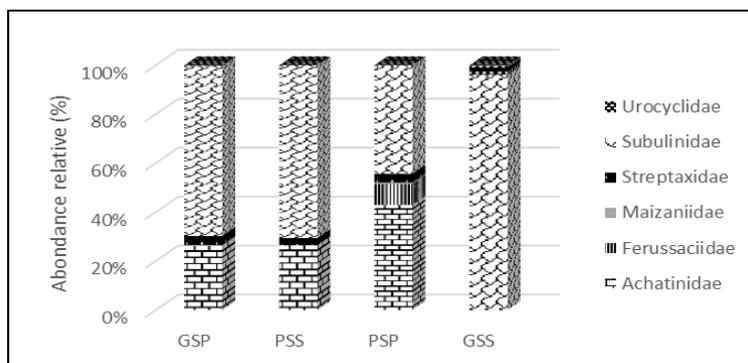


Figure 6 : Variation saisonnière des abondances relatives des familles de Gastéropodes récoltés dans la forêt classée de Yapo à l'habitat semi-ouvert naturel (H2)

NB : GSP = grande saison pluvieuse, PSS = petite saison sèche, PPS = petite saison pluvieuse, GSS = grande saison sèche

L'abondance saisonnière des différentes familles de mollusques échantillonnés dans l'habitat H3 est caractérisée par une dominance à toutes les saisons des Subulinidae à plus de 46 % (**Figure 7**). Les Achatinidae qui ont suivi, avec des dominances numériques de 24,62 % en GSP, 24,35 % en PSS et 39,15 % en PSP. Ils ont été supplantés en GSS par les Streptaxidae (10,39 %). Ces derniers qui occupent la troisième position numériquement à la GSP (4,75 %), à la PSS (7,83 %) et à la PSP (8,51 %) sont talonnés par les Urocyclidae avec des abondances respectives de 4,75 % en GSP, 7,83 % en PSS et de 8,51 % en PSP.

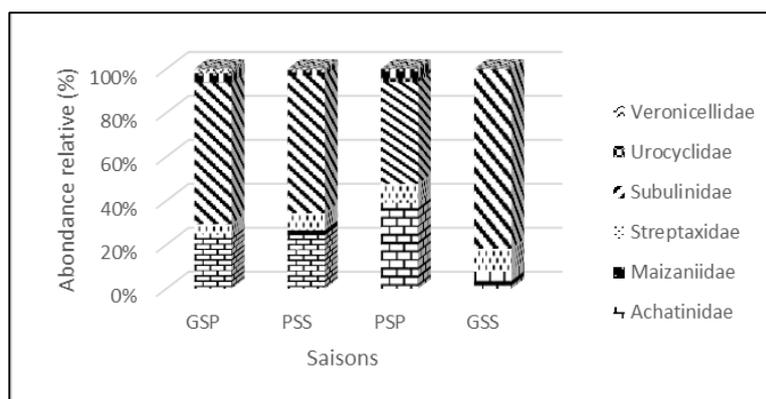


Figure 7 : Variation saisonnière des abondances relatives des familles de Gastéropodes récoltés dans la forêt classée de Yapo à l'habitat fermé naturel (H3)

NB : GSP = grande saison pluvieuse, PSS = petite saison sèche, PPS = petite saison pluvieuse, GSS = grande saison sèche

3-3-4-2. Abondance des principaux taxons

Les principaux taxons sont ceux qui constituent au moins 5 % de l'abondance relative dans l'habitat considéré. L'observation de la **Figure 8** montre une importante abondance de *Curvella* sp. 2 (14,08 %) lors de la GSP dans l'habitat H1. Celui-ci est suivi par les espèces *Curvella* sp. 1, *Curvella* sp. 3, *Curvella* sp. 4 et *Striosubulina striatella* à cette saison avec des abondances oscillant entre 9,48 % et 11,44 %. Les échantillons de la PSS ont été marqués par un nombre relativement important de *Pseudopeas* sp. 1 (13,19 %), *Subulona* sp. 1 (12,83 %) et de *Curvella* sp. 3 (11,23 %). En PSP, c'est plutôt *Curvella* sp. 4 qui a été observé abondamment (16,11 %) et dans une moindre mesure *Curvella* sp. 3 (11,00 %) et *Curvella* sp. 2 (9,73 %). Par contre, le taxon venant en tête des abondances en GSS est *Pseudopeas* sp. 2 (20 %). Après ce dernier, les taxons qui se révèlent dominant à cette saison sont *Pseudopeas* sp. 1 (16,16 %), *Curvella* sp. 4 (15,62 %), *Curvella* sp. 3 (10,96 %) et *Curvella* sp. 1 (10,68 %).

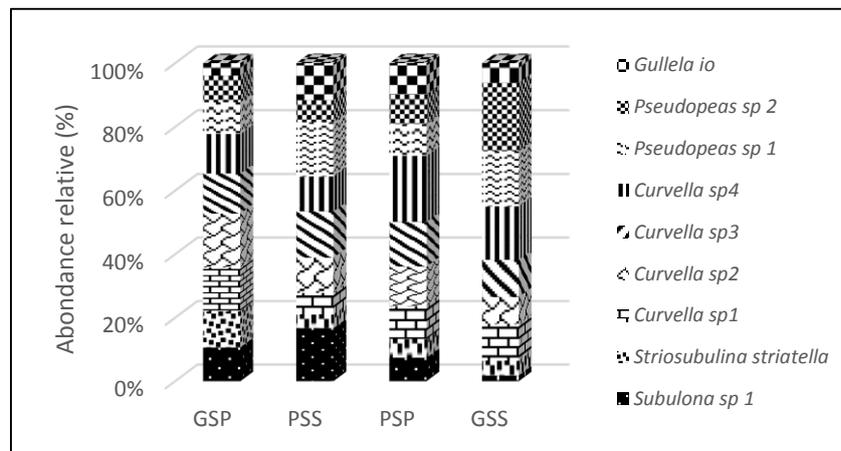


Figure 8 : Abondance relative saisonnière des principales espèces de Gastéropodes récoltés dans la forêt classée de Yapo à l'habitat semi-ouvert enrichi (H1),

NB : GSP = grande saison pluvieuse, PSS = petite saison sèche, PSPS = petite saison pluvieuse, GSS = grande saison sèche (celles ayant au moins 5 % des effectifs à chaque habitat)

La variation saisonnière de l'abondance relative des principaux taxons dans l'habitat H2 est présentée sur la **Figure 9**. Celle-ci indique la prépondérance de *Curvella* sp. 3 (17,43 %) et *Curvella* sp. 4 (16,06 %) en GSP. Les taxons *Achatina achatina*, *Limicolaria flammea*, *Curvella* sp. 2 et *Pseudopeas* sp 1 abondent entre 9 % et 11 %. Parmi ces espèces précédentes, seules *Curvella* sp. 3 et *Curvella* sp. 4 ont été observés abondamment en PSS avec des abondances respectives de 18,38 % et 15,44 %. La PSP a été marquée par une forte majorité de l'espèce *Limicolaria flammea* (24,32 %) accompagnée dans une moindre mesure de *Archachatina ventricosa* (10,81 %), *Curvella* sp. 4 (10,36 %) et *Achatina achatina* (9,91 %). *Curvella* sp. 2, quant à lui, domine largement le peuplement des Gastéropodes pendant la GSS (33,33 %). Il est secondé à cette saison par *Curvella* sp. 3 (15,38 %), *Curvella* sp. 1 (12,82 %) et *Pseudopeas* sp. 1 (12,82 %).

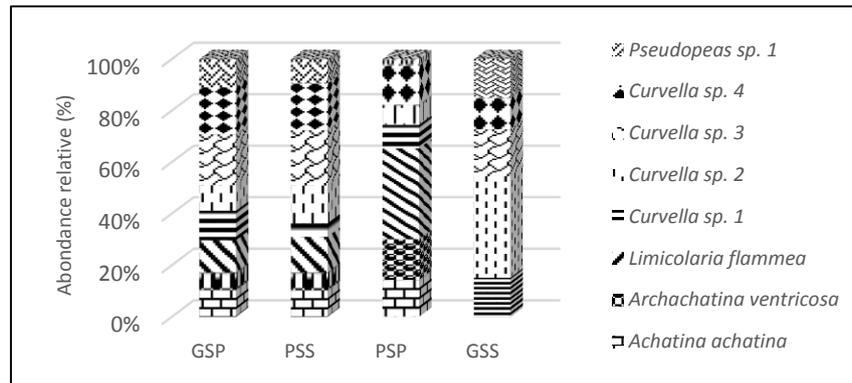


Figure 9 : Abondance relative saisonnière des principales espèces de Gastéropodes récoltés dans la forêt classée de Yapo à l’habitat semi-ouvert naturel (H2)

NB : GSP = grande saison pluvieuse, PSS = petite saison sèche, PSPS = petite saison pluvieuse, GSS = grande saison sèche (celles ayant au moins 5 % des effectifs à chaque habitat)

La **Figure 10** illustrant les abondances saisonnières des principales espèces dans l’habitat H3 indique que le taxon prépondérant pendant la GSP est *Curvella* sp. 3 (20,30 %), suivi de *Pseudopeas* sp. 1 (13,39 %). Les espèces *Achatina achatina*, *Archachatina ventricosa* et *Curvella* sp. 2 ont des abondances variant entre 9 % à 12 %.

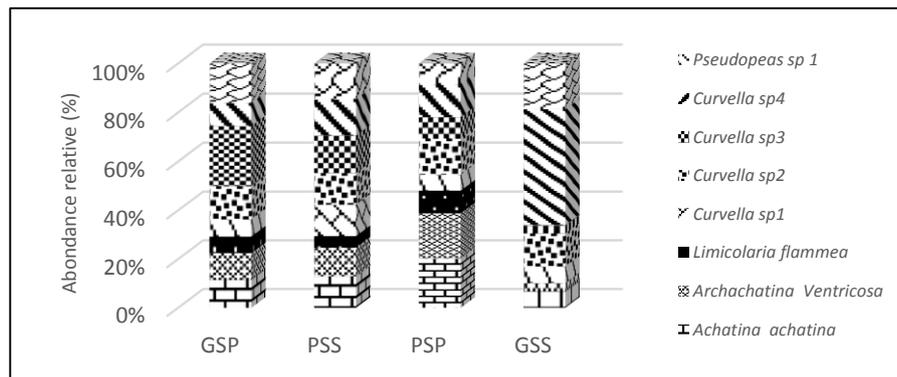


Figure 10 : Abondance relative saisonnière des principales espèces de Gastéropodes récoltés dans la forêt classée de Yapo à l’habitat fermé naturel (H3)

NB : GSP = grande saison pluvieuse, PSS = petite saison sèche, PSPS = petite saison pluvieuse, GSS = grande saison sèche (celles ayant au moins 5 % des effectifs à chaque habitat)

4. Discussion

L’inventaire des mollusques gastéropodes dans les trois habitats a montré que les habitats semi-ouvert enrichi (H1) et fermé naturel (H3) sont les plus diversifiés. En effet, ceux-ci sont caractérisés par une forêt moyennement dense (habitat H1) et dense (habitat H3). De plus, ils sont moins perturbés par les activités anthropiques du fait de la surveillance renforcée par les agents du Centre National pour la Recherche Agronomique (CNRA) (habitat H1) et de l’accès difficile à l’habitat H3 car situé presque au centre de la forêt. Ces deux habitats offrirait donc des conditions de vie favorables au développement de nombreuses espèces. Aussi, la grande richesse spécifique de l’habitat H1 serait-elle due à l’âge de la forêt (50 ans). [29] attribuent l’accroissement de la faune à un large apport de la litière, issue de la perturbation (abattage d’arbres), et du

développement de la strate basse. Ce qui favorise un regain de la quantité d'abri et d'aliment pour les mollusques. En effet, lors de la régénérescence de la canopée, beaucoup de végétaux en manque de lumière ne survivent pas. De ce fait, ces végétaux morts renouvèlent l'apport en substrat et en aliment pour les mollusques phytophages et détritivores. [22] ont constaté le long d'un gradient altitudinal une richesse taxonomique maximale dans une forêt exploitée il y a 50 ans. Les mêmes constats ont été faits par [18]. En effet, ces auteurs ont montré que les zones forestières sont plus riches en espèce par rapport aux habitats ouverts tandis que les seconds ont trouvé une richesse plus accrue dans les forêts primaires que les forêts secondaires. Dix-neuf taxons, d'*Achatina achatina*, *Archachatina ventricosa*, *Lignus* sp., *Limicolaria flammea*, *Subulona* sp. 1, *Subulona* sp. 2, *Striosubulina striatella*, *Curvella* sp. 1, *Curvella* sp. 2, *Curvella* sp. 3, *Curvella* sp. 4, *Pseudopeas* sp. 1, *Pseudopeas* sp. 2, *Edentoulina* sp, *Gonaxis* sp. 1, *Gullela io*, *Gullela* sp. 1, *Gullela* sp. 2 et *Trochozonites talcosus*, issus de quatre familles (Achatinidae, Streptaxidae, Subulinidae, Urocyliidae) sont communs aux trois types d'habitats. Ces taxons sont les plus répandus et les plus abondants dans les pays d'Afrique subsaharienne [18, 20 - 22]. Ils seraient plus adaptés aux forêts tropicales. Toutefois, les travaux de [13] réalisés dans le Parc National du Banco (PNB) n'en n'ont révélé que huit appartenant tous à la famille des Achatinidae. Cette différence pourrait être justifiée par la méthodologie employée dans nos travaux.

En effet, la recherche à vue et la collecte de litière et de sol permet de faire un inventaire exhaustif des mollusques terrestres [20]. Alors que seule la recherche à vue a été employée par [13]. La richesse taxonomique des gastéropodes de la forêt classée de Yapo varie d'un habitat à l'autre. La variation la plus forte a été observée à l'habitat H1 (1 à 15 espèces) tandis que la plus faible a été notée à l'habitat H2 (1 à 8 espèces). L'habitat H1 serait propice à l'accroissement des espèces. Cette variation des espèces selon les habitats est en accord avec les travaux de [22, 30]. Le degré d'organisation de la communauté de mollusques terrestres a été analysé à travers l'indice de diversité de Shannon (H). Cet indice ne varie pas d'un habitat à l'autre. Néanmoins, les habitats H1 et H3 avec leurs valeurs maximales d'indice de diversité (respectives de 2,61 et 2,56) apparaissent comme les plus diversifiés. Dans l'ensemble, le peuplement des mollusques est dominé majoritairement par la famille des Subulinidae (73,89 %) suivie de celles des Streptaxidae (10,95 %) et des Achatinidae (10,66 %). De façon spécifique, ce sont les espèces *Curvella* sp. 2, *Curvella* sp. 3, *Curvella* sp. 4 et *Pseudopeas* sp. 1 qui dominent le peuplement avec des abondances relatives comprises entre 10,27 % et 12,27 %. Ces trois familles sont les plus rencontrées en Afrique de l'ouest [21]. L'abondance d'*Achatina achatina* et d'*Archachatina ventricosa*, qui sont des mollusques de granges talles, dans les habitats naturels (H2 et H3) pourrait s'expliquer par la disponibilité d'aliments dans ces endroits.

Car dans ces habitats existent des plantes, des arbres fruitiers (*Uapaca esculenta*, *Mapania baldwinii*) dont se nourrissent ces escargots. Ce qui n'est pas le cas dans l'habitat semi-ouvert enrichi (H1) où il n'y a que des arbres uniquement à caractère commerciale. Selon [13] la disponibilité de l'aliment constitue l'un des facteurs de répartition des Achatinidae. Par contre les micro-mollusques de la famille des Subulinidae et des Streptaxidae ont été abondants à l'habitat H1. Cet habitat est caractérisé par une litière épaisse et une canopée moyennement dense favorisant un environnement humide. Hors l'humidité est un facteur qui déclenche les activités de nutrition et de reproduction de ces animaux. Selon [31], l'humidité relative de l'air, la litière et la température de l'air et du sol affectent la distribution des mollusques gastéropodes. La richesse spécifique a été maximale lors de la grande saison pluvieuse et minimale au cours de la grande saison sèche dans tous les habitats. Les Gastéropodes ont un rythme de vie lié à l'humidité de l'air. Pendant la saison pluvieuse, l'humidité élevée de l'air (supérieure à 95 %) favorise les activités des escargots, notamment la nutrition qui est un facteur de leur croissance [32]. Ce constat a été fait par [33, 34] respectivement au Nigeria et en Algérie. Ces auteurs ont montré que la richesse spécifique est maximale lors des saisons pluvieuses. L'indice de diversité de Shannon est élevé pendant la GSP, la PSS et la PSP dans les habitats H1 et H2. Dans l'habitat H3, hormis la PSP, il est élevé pendant les autres saisons. Cela signifie qu'au cours de ces saisons,

les mollusques se caractérisent par une distribution hétérogène dans leurs habitats. Cette plus grande diversification du peuplement pourrait se justifier par la préférence de l'humidité par les Gastéropodes. En effet, lors des saisons pluvieuses et de la petite saison sèche, l'humidité de l'air est élevée et favorable à une grande activité des mollusques terrestres. La famille des Subulinidae est majoritaire à toutes les saisons quel que soit l'habitat avec respectivement plus 70 %, 70,79 % et 46 % de l'effectif dans les habitats H1, H2 et H3. Au niveau des espèces, dans l'habitat H1, le taxon ayant dominé toutes les saisons est *Curvella* sp. 3. Dans l'habitat H2, la GSP et la PSS ont été dominées par *Curvella* sp. 3 et *Curvella* sp. 4. *Curvella* sp. 3 (20,30 %) et *Pseudopeas* sp. 1 (13,39 %) ont été prépondérants lors de la GSP dans l'habitat H3. La PSP a vu la dominance d'*Achatina achatina* et d'*Archachatina ventricosa*. Ces observations indiquent que l'espèce *Curvella* sp. 3 s'adapterait aux périodes à forte et faible humidité. Les Achatinidae avec *Achatina achatina*, *Archachatina ventricosa* et *Limicolaria flammea* auraient une tendance à préférer les humidités modérées. En effet, la petite saison pluvieuse serait, contrairement à la grande saison, favorable à une récolte abondante des Achatinidae dans la nature. Cela pourrait s'expliquer par la disponibilité de nourriture. En effet, les Achatiniadae sont pour la plupart végétariens et se nourrissent de racines, de feuilles et de fruits [35]. Or, la pluie favorise la production d'aliments et augmente l'humidité de l'air, lesquels en retour influencent l'abondance des Achatinidae. L'abondance élevée des taxons *Pseudopeas* sp. 1, *Pseudopeas* sp. 2 (20 %), *Curvella* sp. 2 et *Curvella* sp. 4 pourrait être imputée à leur faible exigence en humidité et la fin de la compétition alimentaire qui leur pourrait être menées par les autres espèces exigeantes en humidité lors des saisons pluvieuses.

5. Conclusion

Cette étude sur les mollusques gastéropodes a montré que la forêt classée de Yapo est riche de 27 espèces. Les habitats semi-ouvert enrichi (H1) et fermé naturel (H3) ont été les plus diversifiés. Deux groupes d'échantillons se dégagent de cette étude : ceux issues des habitats H1 et H3 caractérisés par une canopée relativement dense et une faible activité anthropique et ceux issues de l'habitat H2 exposés aux pressions anthropiques. La diversité est élevée pendant la GSP, la PSS et la PSP dans les habitats H1 et H2. Dans l'habitat H3, outre la PSP, elle est élevée aux autres saisons. Dans l'ensemble, le peuplement des Mollusques est dominé majoritairement par la famille de Subulinidae à toutes les saisons quel que soit l'habitat. Au sein de cette famille l'espèce *Curvella* sp. 3 s'est révélée la plus abondante.

Références

- [1] - B. TOHÉ, N. G. KOUAMÉ, N. E. ASSEMIAN, G. GOURÈNE et M. O. RÖDEL, *International Journal of Scientific Research and Reviews*, 3 (2) (2014) 34 - 46
- [2] - W. M. MEYER, R. OSTERTAG et R. H. COWIE, *Biotropica*, 45 (5) (2013) 719 - 727
- [3] - J. D. MEMEL, M. KARAMOKO, S. C. N. AMANI, K. E. KOUAMÉ et A. OTCHOUMOU, *Geo-Eco-Trop*, 41 (1) (2017) 67 - 76
- [4] - B. GROOMBRIDGE et M. D. JENKINS, 2000. "World Atlas of Biodiversity" Ed. University of California press, California, (2000)
- [5] - P. MAYAUX, J. F. PEKEL, B. DESCLÉE, F. DONNAY, A. LUPI, F. ACHARD, M. CLERICI, C. BODART, A. BRINK, R. NASI et A. BELWARD, *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 380 (2013) 1 - 10
- [6] - J. MURRAY, E. MURRAY, M. S. JOHNSON et B. CLARKE, *Pacific Science*, 42 (1988) 150 - 153
- [7] - R. H. COWIE et D. G. ROBINSON, in "Invasive Species : Vectors and Management Strategies" Ed. J. T. G. Carlton, Washington (DC), (2003) 93 - 123
- [8] - L. FORCART, *Annales du Musée Royal du Congo Belge (Sc. zool.)*, 23 (1953) 119 p.

- [9] - J. A. GAILLARD, *Journal de Conchyliologie*, (84) (1954) 56 - 69
- [10] - E. BINDER, in "La Réserve naturelle intégrale du Mont Nimba", Mémoires de l'Institut Français d'Afrique Noire vol LXVI, (1963) 13 - 31
- [11] - E. BINDER, *Revue Suisse de Zoologie*, (83) (1976) 705 - 721
- [12] - J. J. VAN MOL, *Annales du Musée royal d'Afrique Centrale (Sc. zool.)*, 180 (1970) 234 p.
- [13] - J. D. MEMEL, A. OTCHOUMOU, D. K. KOUASSI et H. DOSSO, *NOVAPEX*, 9 (2-3) (2008) 119 - 127
- [14] - J. D. MEMEL, D. K. KOUASSI et A. OTCHOUMOU, *Revue d'écologie (Terre Vie)*, 64 (2009) 221 - 237
- [15] - SODEFOR, "Plan d'aménagement de la Forêt Classée de Yap-Abbé 1999-2023", Ed. SODEFOR, Abidjan, (1999)
- [16] - B. T. A. VROH, Y. C. Y. ADOU, D. KOUAME, D. H. N'DA, K. E. N'GUESSAN, *European Journal of Scientific Research*, 45 (3) (2010) 411 - 421
- [17] - S. C. PIBA, F. H. TRA BI, D. KONAN, B. G. A BITIGNON, A. BAKAYOKO, *European Scientific Journal August*, 11 (24) (2015) 161 - 181
- [18] - K. M. HORSIA et M. CHYTRY, *PLoS ONE*, 9 (8) (2014) 1 - 10
- [19] - R. W. MICHAEL, J. P. STEVEN, P. B. CHRISTOPHER, C.-A. IVAN, M. C. LAURA, L. H. CHRISTOPHER et T. K. BRIAN, *Oikos*, (120) (2011) 1497 - 1508
- [20] - D. D. DOUGLAS, D. R. Brown and N. Pederson, *Ecosphere*, 4 (2) (2013) 28
- [21] - O. C. OKE, *African Invertebrates*, 54 (1) (2013) 93 - 104
- [22] - T. WRONSKI, K. GILBERT, E. LONG, B. MICHA, R. QUINN et B. HAUSDORF, *Journal of Molluscan Studies*, 80 (2014) 161 - 168
- [23] - J. DAGET, in "Le peuplement animal du mont Nimba (Guinée, Côte d'Ivoire, Libéria)" Ed. M. Lamotte et R. Roy, CXC, (2003) 183 - 209
- [24] - B. ROWSON, "Systematics and diversity of Streptaxidae (Gastropoda : Stylomatophora)" Thesis of Doctor of Philosophy, Cardiff University, United Kingdom, (2009) 305 p.
- [25] - S. VRIGNAUD, *Bulletin de liaison de l'atlas des Mollusques de l'Auvergne*, 9 (2011) 1 - 15
- [26] - C. ALLIAUME, G. LASSERRE et M. LOUIS, *Revue d'Hydrobiologie Tropicale*, 23 (3) (1990) 231 - 250
- [27] - W. SHANNON, *Bell System Technical Journal*, 27 (1948) 379 - 423
- [28] - J. H. WARD, *Journal of the American Statistical Association*, 58 (301) (1963) 236 - 244
- [29] - M. F. SECREST, M. R. WILLIG et L. L. PEPPERS, *Biotropica*, 28 (1996) 502 - 514
- [30] - A. DAMERDJI et A. MEBAREK, *Afrique Science*, 10 (4) (2014) 232 - 244
- [31] - G. K. M. NUNES and S. B. Santos, *Braz. J. Biol.*, 72 (1) (2012) 79 - 86
- [32] - E. J. P. KOUADIO, K. H. KONAN, K. BROU, S. DABONNE, A. E. DUE et L. P. KOUAME, *TROPICULTURA*, 33 (1) (2015) 38 - 45
- [33] - O. C. OKE et J. U. CHOKOR, *African Journal of Ecology*, (48) (2010) 1004 - 1008
- [34] - A. DAMERDJI, *Revue Ivoire Science et Technologie*, 19 (2012) 102 - 113
- [34] - M. KARAMOKO, N. A. S. PIBA, S. OUATTARA, A. OTCHOUMOU, K. P. KOUASSI, *Afrique Science*, 10 (4) (2014) 245 - 256