EVALUATION DE LA DEGRADATION DE LA FORET : CAS DE LA NOUVELLE AIRE PROTÉGÉE AGNALAZAHA, FARAFANGANA

ASSESSMENT OF FOREST DEGRADATION: CASE OF NEW PROTECTED AREA OF AGNALAZAHA, FARAFANGANA

RAMIANDRISOA Botovao Auguste[1]; SOLONANDRASANA Marc Delphin[2]; TOMBOANONA Sylvana[1]; MAHAROMBAKA Cyrille1; RANARIJAONA Hery Lisy Tiana[1]

1: Université de Mahajanga/ Faculté des Sciences, de Technologies et de l'Environnement (FSTE)
2: Université de Mahajanga/ Ecole Doctorale, Ecosystèmes Naturels (EDEN)
botovaoauguste@gmail.com ; solonandrasanamarcdelphin@gmail.com; tomboanona@gmail.com ; maharocyrille@gmail.com ; hranarijaona@gmail.com

Résumé

La dégradation des ressources naturelles Malagasy ne cessent de s'empirer à cause de pressions anthropiques, l'explosion démographique ainsi que le changement climatique. Tel est le cas de la Nouvelle Aire Protégée d'Agnalazaha (Farafangana). L'objectif de ce travail est d'évaluer la dégradation de la flore et d'en déduire les impacts des activités anthropiques. Un échantillonnage stratifié a été mené dans les zones terrestres (protégées, semi dégradées et dégradées) avec des quadrats de 20 m x 20 m et marécageuses (semi dégradées et dégradées) avec des quadrats de 20 m x 10 m. Une analyse factorielle par correspondance (AFC) a été effectuée pour distinguer les sites d'interventions. L'analyse de variance (ANOVA) nous a permis de différencier la richesse floristique dans chaque site d'étude. L'indice de diversité de Shannon ainsi que l'indice de Pielou nous ont conduits à savoir la diversité des sites. Un test non paramétrique de Spearman a été effectué pour la classe de diamètre et la relation entre diamètre et hauteur. Enfin, le test de weibull pour la hauteur. Au total, 79 espèces distribuées dans 59 genres et 41 familles ont été recensées dans le site cible. Une ressemblance floristique a été constatée entre le noyau dur du site protégé (Noyau) et les sites semi dégradés à l'égard des sites dégradés au niveau terrestre. Les familles les plus représentatives sont Arecaceae (10,4%), Rubiaceae (7,8%), Clusiaceae (6,5%). La valeur de l'indice de Shannon est comprise entre 4,35 bits à 4,99 bits dans les zones terrestres et 3,58 bits à 4,52 bits dans les zones marécageuses. L'indice de Pielou a montré un équilibre suivant les sites (0,95 à 0,98). Une prédominance d'individus entre 5-10 cm de diamètre a été constatée dans l'ensemble des sites. Pour la hauteur des individus, il a montré également une prédominance d'une classe de hauteur comprise entre 4 à 8 m. La relation entre la hauteur et le diamètre est significatif dans les sites d'études dont le coefficient de corrélation rho de Spearman est compris entre 38,2% et 73,2% respectivement dans les sites semi dégradés et sites protégés. Par ailleurs, la dégradation de la forêt se manifeste d'une façon rapide par différentes activités anthropiques. Des mesures plus efficaces pour la restauration devraient mettre en place afin d'éviter des éventuelles risques de catastrophes naturelles.

Mots-clés : Écologie, Flore, Diversité, Anthropisation, NAP Agnalazaha, Farafangana

Abstract

The degradation of Malagasy natural resources do not stop to get worse through the anthropogenic, demographic explosion and the climate challenge. This is the case in new protected area Agnalazaha (Faragangana). The objective of this study is to assess the degradation of the flora and deducted the impact of anthropogenic pressures. Samples were conducted such as the terrestrial zones (protected, semi degraded and degraded) with 20 m x 20 m quadrats, and marshes (semi degraded and degraded) with 20 m x 10 m quadrats. Correspondence analysis (CA) was performed to distinguish all sites. Analysis of variance (ANOVA) allowed us to differentiate the floristic richness. Shannon and Pielou's indices were conducted to know the diversity on each site. Non parametric Spearman test was performed to the relationship between classes of diameter, height and diameter, and height. The weibull test was used for height classes. In total, 79 species distributed in 59 genera and 41 families were recorded.

ISSN : 2709-8192_ https://portal.issn.org/resource/ISSN/2709-8192

A floristic resemblance was noted between the protected sites with a semi degraded sites against the degraded areas in terrestrial level. The representative families are Arecaceae (10.4%), Rubiaceae (7.8%), Clusiaceae (6.5%). The Shannon index values are comprises between 4.35 bits and 4.99 bits in the terrestrial zones, and 3.58 bits and 4.52 bits in the marshes zones. Pielou's index showed us a balance across all sites (0.95 to 0.98). Predominant individuals between 5 to10 cm diameters was noted across the site. The height of trees showed also a predominance in the class comprises between 4 to 8 m. The relationship between height and diameter is significant following the site stratification which the coefficient of correlation rho of Spearman is comprise between 38.2% and 73.2% respectively in the semi degraded site and protected site. The degradation of the forest is doing rapidly through the differences of anthropogenic activities. Effectives measures of restoration must be make place to avoid the eventual risks of natural collapses.

Keywords: Ecology, Flora, Diversity, Anthropogenic, NPA Agnalazaha, Farafangana

Introduction

Madagascar est l'un des pays du monde qui abrite encore une grande diversité faunistique et floristique. La majorité de la population habitant dans les brousses dépendent des ressources naturelles pour vivre. La faune sauvage est capturée pour sa viande. Tandis que la flore, les arbres sont coupés pour la construction, la fabrication des outils de locomotion comme les barques, exploitation de charbon (bois de chauffe). L'ampleur d'activités générées par l'homme dégrade rapidement la flore et les autres ressources vitales pour la survie de divers animaux ainsi que l'homme. Cette dégradation menace fortement la biodiversité de la grande île (Rabarison et al. 2015). A cause de cette perturbation, la forêt tend de se fragmenter et de modifier structurellement telle que l'apparition des espèces plus résistantes (espèces envahissantes) et la variation climatique notamment l'inondation et la hausse de température. La région Atsimo Atsinanana n'en échappe pas. La couverture forestière de cette région est estimée à 274 463 ha en 2005. La formation forestière littorale ou forêt de sable est dominante dans cette côte orientale (MEFT, 2009). La réserve spéciale de Manombo constitue la plus grande partie de cette forêt littorale avec une superficie de 5 320 ha. Le taux de déforestation a diminué d'environ 0,54% dans le district de Farafangana selon MEFT (2009) et les principales causes sont l'exploitation illicite et l'agriculture. Face à ces pressions qui pèsent sur la diversité biologique de la NAP Agnalazaha, les menaces sont de grandes ampleurs notamment sur les espèces autochtones et celles endémiques. Nos objectifs seront d'évaluer les impacts de la dégradation de la forêt causée par les pressions anthropiques.

Matériels et Méthodes

Site d'étude

La forêt littorale d'Agnalazaha se trouve dans la région sud-est de Madagascar. Elle se localise dans le district de Farafangana, commune rurale de Mahabo-Mananivo suivant la route nationale 12. Il se situe entre la longitude E 47°41'-47°45' et S 23°9'- 3°14'. La température moyenne annuelle varie de 21° à 24°C (Razafindraibe et al., 2013). La précipitation annuelle est de 2 706 mm. Le sol est de types sableux au niveau littoral et tourbeux dans les bas-fonds (Ratsaralaza et al., 2014).

Méthodes

Un échantillonnage stratifié a été appliqué dont une zone protégée, une zone semi-dégradée et une zone dégradée dans deux écosystèmes à savoir forestiers et marécageuses. Les relevés ont été effectués dans des placettes d'une dimension variable suivant le type d'écosystème 20 x 20 m²

ISSN : 2709-8192_ https://portal.issn.org/resource/ISSN/2709-8192

pour l'écosystème terrestre et 10 x 20 m² pour les marécages (Braun-Blanquet, 1965).

Des mesures dendrométriques ont été effectuées dont la hauteur et le diamètre. Tous les individus dont le diamètre supérieur à 5 cm (ø > 5 cm) ont été mesurés.

Analyse de donnée

Toutes les analyses ont été faites sous logiciel R version 3.6. Une analyse multivariée (Analyse factorielle des correspondances ou AFC) a été appliquée pour savoir la distribution des espèces dans les strates prospectées. L'Analyse des variances (ANOVA) a été utilisée pour la comparaison du nombre d'espèces dans chaque strate. L'indice de diversité de Shannon (Shannon, 1948 ; Shannon & Weaver, 1949) a été appliqué pour savoir le niveau de diversité floristique dans les différentes strates. La formule suivante permet d'obtenir sa valeur :

$$\mathrm{H}' = -\sum_{i=1}^{S} p_i log_2 p_i$$

pi désigne l'abondance relative de chaque espèce dans les relevés et H' l'indice de Shannon.

Cet indice est complété par l'indice de Pielou dont l'objectif consiste à savoir l'état d'un écosystème donné. La formule suivante permet de calculer l'indice.

$$\mathrm{R} = \frac{\mathrm{H}'}{\mathrm{Hmax}}$$

Hmax est la valeur de l'indice maximal calculé par $\log_2$ du nombre total d'espèces dans un relevé.

Un test non paramétrique en utilisant la corrélation non linéaire rho de Spearman a été effectué (package pspearman). Deux modèles de test ont été appliqués sur la relation du diamètre et la hauteur des individus notamment le modèle quadratique et le modèle logarithmique. Sur ces derniers, si la probabilité test *p* est inférieure à alpha 0,05, la relation est dite significative sinon non significative. Le R^2 exprimé en pourcentage montre le degré de la relation. Un test de Weibull à trois paramètres (a, b, c) a également été effectué sur les classes de diamètre (respectivement la hauteur) dont la formule est la suivante (Johnson et Kotz, 1970) :

$$f(x) = \frac{\mathrm{c}}{\mathrm{b}}\left(\frac{x-a}{b}\right)^{c-1} \exp\left(-\left(\frac{x-a}{b}\right)^{c}\right)$$

a = paramètre de position ; b = paramètre d'échelle et c = paramètre de forme.

Une analyse log-linéaire, méthode d'analyse de variance effectuée sur le logarithme des densités des classes, a été effectuée pour tester l'ajustement de la structure observée sur le diamètre (respectivement la hauteur) et la distribution théorique de Weibull.

Résultats

Richesse spécifique

L'analyse factorielle des correspondances (AFC) révèle que les cinq premiers axes peuvent expliquer 64,6% de la variance totale.

Le premier axe (25,7%) met en exergue le relevé R3DM du marécage et R4BIN noyau du côté positif. Les espèces qui les caractérisent sont *Callophylum sp*, *Crateva excelsa*, *Anthostema madagascariensis*, *Diospyros mahaboensis*, *Dypsis fibrosa*, *Dypsis pinnatofrons*, *Tambourissa casti-delphinii*, *Dypsis madagascarensis*.

L'axe 2 (14,4%) peut expliquer le gradient de perturbation. Cet axe oppose alors le relevé R3BIN du noyau et les relevés R1, R2 et R3 dans les zones dégradées terrestre. Le noyau est caractérisé par *Garcinia verrucosa*, *Brexia madagascariensis* et les zones dégradées *Buxus madagascarica*, *Dypsis scottiana* et *Ocotea racemosa*.

ISSN : 2709-8192_ https://portal.issn.org/resource/ISSN/2709-8192

L'axe 3 (9,7%) oppose R7 du noyau et R1SDM dans les zones dégradées du marécage. Ce dernier est caractérisé par *Uapaca ferruginea*, *Phyllarthon bojerianum*.

L'axe 4 (7,4%) écarte R1 de la zone semi dégradée (R1SD), R2 du marécage (R2SDM) du côté positif et R2SD du côté négatif. Les espèces communes sont respectivement *Xylopia humblotiana*, *Homalium axilare*, *ocotea racemosa* et *Dypsis lutescens*.

L'axe 5 (7,2%) quant à lui discrimine R1, R2, R5 du noyau et R3, R4, R5, R6 de la zone semi dégradée respectivement du côté positif et négatif. *Garcinia verrucisa*, *Scolopia orientalis*, *Syzygium emirnense*, *Asteropeia micraster* caractérise les relevés du noyau et *Schyzolaena elongata*, *Sarcolaena grandiflorai, Sarcolaena multiflora* dans les zones semi dégradées.

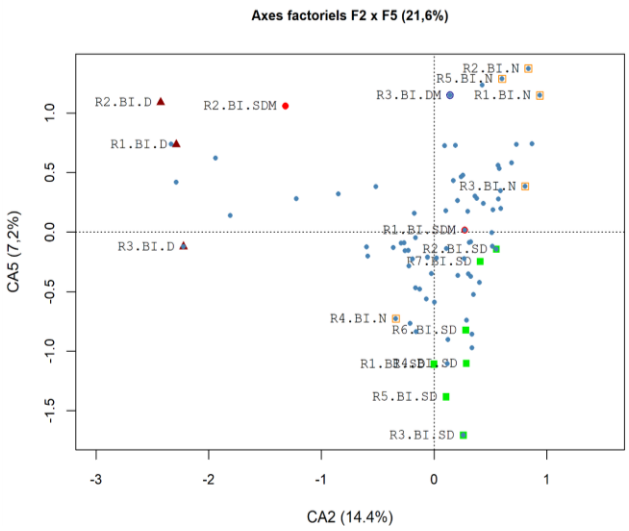

Figure 1 : Analyse Factorielle de Correspondance croisant 18 relevés x 79 espèces

Distribution des espèces

Nous avons pu recensée 79 espèces distribuées dans 59 genres et 41 familles. Les familles les plus marquées sont Arecaceae (10,4%), Rubiaceae (7,8%), Clusiaceae (6,5%), Sarcolaenaceae (6,5%), Euphorbiaceae (5,2%) et Salicaceae (5,2%). Ces espèces sont réparties dans cinq zones différentes à savoir la zone de protection (Noyau), zone semi dégradée, zone dégradée terrestre ainsi que les zones semi dégradée et dégradée dans les milieux marécageuses. L'analyse de variance (ANOVA) nous montre une différence significative d'au moins deux sites (F = 3,43 ; *p-v* = 0,04). L'analyse deux à deux nous révèle que le nombre d'espèces dans la zone de protection est nettement plus élevé que les autres et le plus bas se trouve dans la zone marécageuse semi dégradée (figure 2).

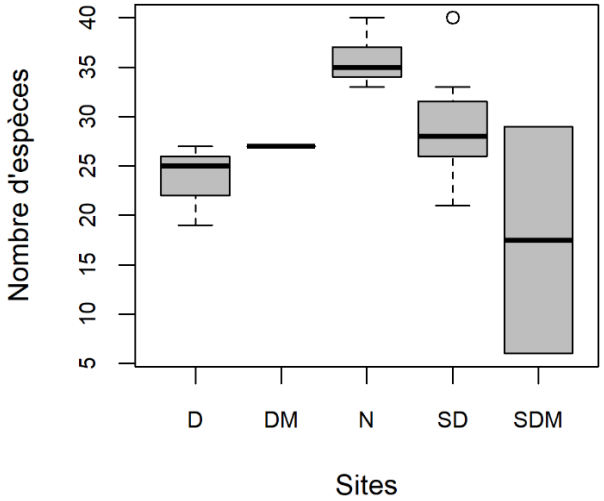

Figure 2 : Nombre d'espèces suivant l'état du site d'étude. N : Noyau dur ; SD : semi dégradée ; D : dégradée ; SDM : semi dégradée marécage ; DM : dégradée marécage.

Diversité biologique

Suivant la valeur de la diversité de Shannon *H'* (Tableau I), elle diminue en fonction du niveau de perturbation de la forêt. Une différence significative se localise entre la valeur de diversité de Shannon dans la zone protégée et la zone marécageuse dégradée (F = 4,28 ; *p-v* = 0,026). La valeur de l'équitabilité de Pielou indique également une différence significative (F = 4,16 ; *p-v* = 0,029) notamment entre la zone semi dégradée et dégradée terrestre. Il est également le cas sur les valeurs de l'indice de Shannon maximale (Hmax) (F = 4,11 ; *p-v* = 0,029), la plus significative est entre la zone de protection (Noyau) et la zone marécageuse semi dégradée.

ISSN : 2709-8192_ https://portal.issn.org/resource/ISSN/2709-8192

Tableau I: Valeur d'indice de diversité de Shannon (Moyenne±1SD)

Sites	H'	R	Hmax
Noyau	4,99±0,14 [a]	0,97±0,01 [ab]	5,16±0,11 [a]
Semi dégradée	4,72±0,29 [ab]	0,98±0,003 [a]	4,84±0,29 [ab]
Dégradée	4,35±0,26 [ab]	0,95±0,01 [b]	4,54±0,27 [ab]
Semi dégradée marécage	3,58±1,58 [b]	0,96±0,1 [ab]	3,72±1,61 [b]
Dégradée marécage	4,52±0	0,95±0	4,75±0

***Les valeurs qui ont les mêmes lettres ne sont pas différentes**

Dendrométrie

Diamètre

Le test d'ajustement ne montre pas une différence significative ($p > 0,05$). Cela indique que la comparaison entre la fréquence observée des classes de diamètre et la densité théorique de Weibull sont équivalents. En général, l'histogramme indique une densité importante au niveau des classes inférieures à 15 cm de diamètre. Par contre, les gros diamètres sont peu présentés. Au niveau du noyau, les individus de la classe 5-6 m représente 62,8% et 26,8% pour la classe d'arbres compris entre 10-15 cm (figure 3). Dans les zones semi dégradées, les individus jeunes (5-10 cm) sont prédominants avec 77,1%, puis 17,1% pour les individus appartenant à la classe de 10-15 cm. Seule la classe 5-10 cm qui est prédominante (89,8%) dans les zones dégradées. Au niveau des marécages, les zones semi dégradées sont dominées par les individus jeunes (88,3%) appartenant à la classe de 5-10 cm. Et enfin, dans les zones dégradées, 59,1% de la population appartient à la classe de 5-10 cm et 34,1% dans la classe de 10-15 cm. En général, la classe supérieure à 25 cm est très rare.

Hauteur

Dans la zone de protection (Noyau, figure 4), les individus d'arbre appartenant à la classe de hauteur 5-6 et 6-7, représentent respectivement 25,2% et 18,5% de la population. Dans la zone semi dégradée, les individus entre 5-6, 6-7 et 7-8 m prédominent également (41%, 27,2% et 10,8%). Au niveau de la zone dégradé, 49% de la population représente la classe de 5-6 m, 27,4% pour la classe de hauteur compris entre 6-7 et enfin, la classe de hauteur entre 4-5 m représente 12,1%. La zone semi dégradée marécageuse représente 39,6% d'individus de taille comprise entre 5-6 m, 22,5% pour la classe de hauteur compris entre 6-7 m, les individus entre la classe de hauteur 4-5 m représente 14,4% et enfin, 11,7% pour la classe de hauteur entre 7-8 m. Les individus appartenant à la classe de hauteur compris entre 6-7 m prédominent dans la zone dégradée du marécage (34%), puis 17,4% pour la classe de 5-6 m, 15,9% pour la classe de 7-8 m et enfin, 14% pour la classe 8-9 m.

Relation hauteur et diamètre

La relation est significative dans l'ensemble des gradients de perturbation ($p < 0,001$). Le noyau représente une forte relation entre le diamètre et hauteur ($R^2 = 56,09\%$). Ce sont les individus moins de 20 cm qui représente le plus et a une hauteur dépassant rarement 15 m. Dans les zones semi dégradées ($R^2 = 47,04\%$), les individus plus de 20 cm sont rares et tous moins de 10 m de hauteur. Le diamètre moins de 15 cm ne représente plus que peu d'individus et à moins de 10 m. La dégradation est plus intense suivant les zones accessibles à la population riveraine. Dans les zones marécageuses, la relation représente 55,67% (semi dégradée) et 39,82% (dégradée). La hauteur des arbres ne dépasse pas 15 m.

ISSN : 2709-8192_ https://portal.issn.org/resource/ISSN/2709-8192

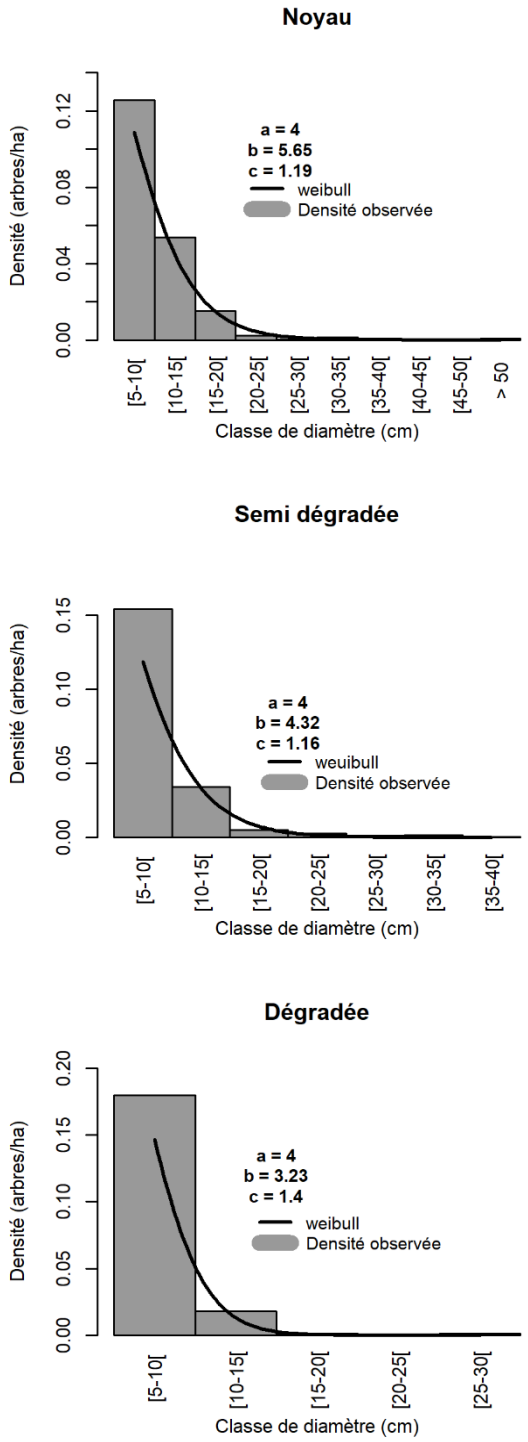

Figure 3 : Distribution des arbres suivant la classe des diamètres (cm) selon le niveau de perturbation des sites. (a = paramètre de position ; b = paramètre d'échelle ; c = paramètre de forme).

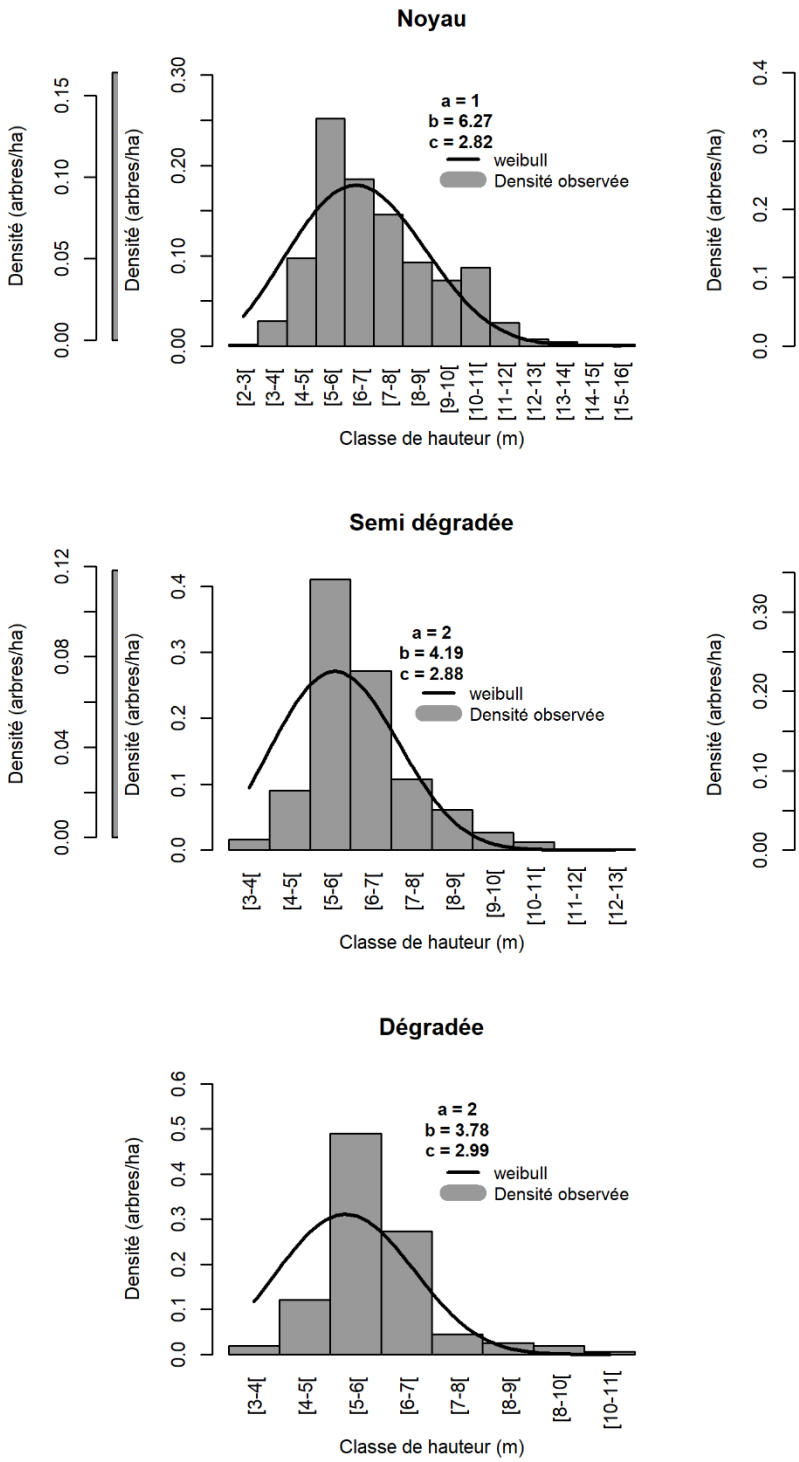

Figure 4 : Distribution des arbres suivant la classe des hauteurs selon le niveau de perturbation. (a = paramètre de position ; b = paramètre d'échelle ; c = paramètre de forme).

ISSN : 2709-8192_ https://portal.issn.org/resource/ISSN/2709-8192

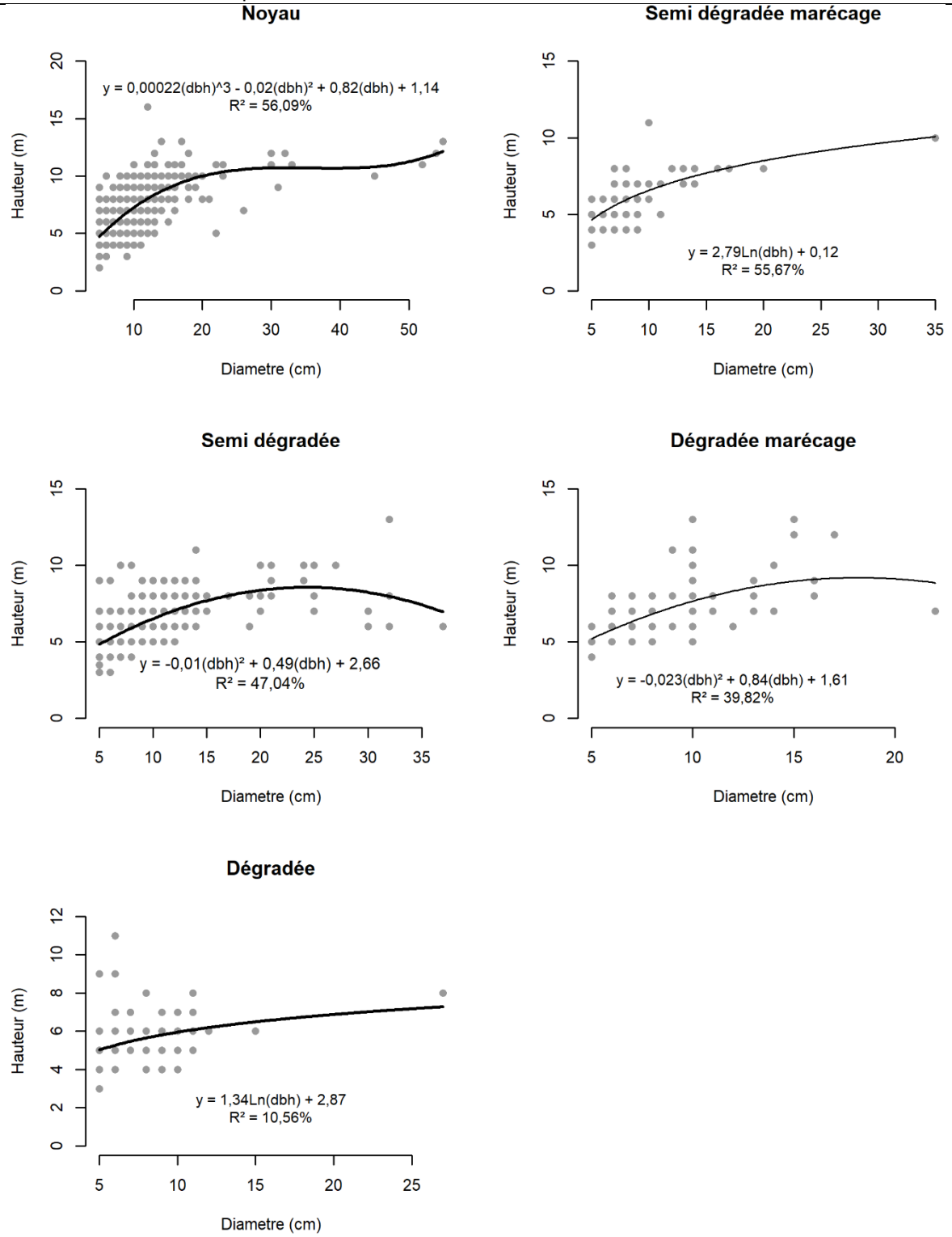

Figure 5 : Relation entre les classes de diamètre et de hauteur suivant les strates.

Discussion

La composition floristique de chaque strate (noyau, semi dégradée, dégradée) semble être différente. Par ailleurs, certaines espèces sont communes suivant la nature du substrat et le type d'écosystème comme *Anthostema madagascariensis*, *Diospyros mahaboensis*, *Dypsis fibrosa*, *D. pinnatifrons*. L'analyse factorielle a montré une particularité dans les zones protégées par rapport aux zones

ISSN : 2709-8192_ https://portal.issn.org/resource/ISSN/2709-8192

perturbées. Il est à noter que des espèces dont la famille est endémique se trouvent dans les zones semi dégradées notamment *Sarcolaena grandiflora*, *S. multiflora* (Sarcolaenaceae) et bien tant d'autres qui sont des espèces endémiques. Dans les marécages, la collecte excessive des matières premières pour la vannerie constitue le premier facteur de dégradation de cette zone, le passage des feux accidentels durant la période sèche ainsi que le pâturage (Guillaud et Vermeulen, 2014).

Le nombre élevé d'espèces dans la zone protégée (noyau) est mis en évidence, s'en suit dans la zone semi-dégradée. La forêt est d'une part faite l'objet d'un suivi et de restauration mais la potentialité de l'exploitation des ressources est plus marquée d'où ce faible nombre d'espèces dans les zones dégradées.

La diminution de la valeur de l'indice de Shannon, au niveau de l'écosystème terrestre, suggère d'une forte pression due aux différentes activités humaine. Elle peut également expliquer l'état fragmentaire de la forêt (Andriamaharoa et al., 2010). Il en est de même dans les zones marécageuses. Vue d'ensemble, l'indice de Pielou indique un équilibre sur la répartition des espèces dans les deux écosystèmes.

Le diamètre des arbres variant de 5 à 10 cm, dans la zone protégée, est plus représentative, allant jusqu'à plus de 400 tiges. La forme en 'J' renversé indique une forte potentialité de régénération de la forêt (Glèlè kakaï et al. 2016). Ce milieu abrite également un fort nombre d'arbres d'un diamètre de plus de 35 cm. L'effectif d'arbres de diamètre plus élevée diminue progressivement et d'une manière significative en fonction de l'état de l'écosystème quelques soient terrestre que marécageuse. Dans le milieu dégradé, seul des arbres de faible diamètre sont les plus représentés (5 à 10 cm). Ce phénomène est dû à la forte exploitation de la population locale des individus d'arbres de gros diamètres notamment dans les zones non protégées.

La hauteur d'arbres entre 5 à 8 m est plus marquée dans les deux écosystèmes. Les allures de courbe en cloche indiquent un faible nombre d'arbres d'une hauteur inférieure à 4 m d'une part et des arbres plus de 9 m d'autre part. Le nombre faible d'individus d'une hauteur comprise entre 3 à 5 m et plus de 9 m suggèrent la difficulté des arbres à croitre vue les pressions anthropiques qui pèsent sur la forêt. Seul le peuplement forestier dans le noyau dur qui possède encore des individus appartenant à la strate supérieure (plus de 10 m). C'est également le cas dans la forêt littorale de Sainte Luce et de Mandena (Taolagnaro) (Rasandy, 2008).

La relation entre la hauteur et le diamètre dans les différentes strates est non-linéaire. La majorité des arbres a une taille variant de 2 à 15 m et de diamètre moins de 20 cm. Peu d'individus dépassent cette mesure sauf quelque uns dans le milieu protégée et encore dans le milieu semi-dégradée terrestre.

Conclusion

La forêt protégée de la NAP Agnalazaha est parmi le plus riche dans les zones protégées de Madagascar. L'analyse dendrométrique révèle que la majorité de peuplement d'arbres ont un diamètre moins de 20 cm et une hauteur environ 7 m. L'activité anthropique est la principale source de dégradation de la forêt dans le site d'étude. Des mesures ont été déjà mise en considération pour lutter contre la dégradation et fragmentation de cette forêt mais il fallait encore les renforcer afin de tenir la régénération naturelle et de la conserver d'une manière durable et une gestion rationnelle.

ISSN : 2709-8192_ https://portal.issn.org/resource/ISSN/2709-8192

Références bibliographiques

Andriamaharoa, H., C. Birkinshaw, & L. Reza, (2010). Day-time feeding ecology of *Eulemur cinereiceps* in the Agnalazaha forest, Mahabo-Mananivo, Madagascar. *Madagascar Conservation & Development*, **5***(1)*: 55-63.

Braun-Blanquet, 1965. *Plants sociology*. Ed. New York and London. 439p.

Glèlè Kakaï, R., W. Bonou, A.M. Lykke, (2016). Approche méthodologique de construction et d'interprétation des structures en diamètre des arbres. *Annales des Sciences Agronomiques*. 99-112.

Guillaud, C., C. Vermeulen, (2014). Enjeux et conséquences de la vannerie dans les aires protégées de Madagascar. *Bois et forêts des tropiques*. **320** *(2)* : 43-57.

Johnson, N.L., S. Kotz, (1970). *Distributions in Statistics: Continuous Univariate Distributions*. New York, USA, John Wiley & Sons, 756 p.

MEFT, (2009). *Evolution de la couverture de forêts naturelles à Madagascar 1990-2000-2005*. Pp132.

Rabarison, H. S.I. Randriamahaleo, F.M. Andriambelo, H.L. Randrianasolo, (2015). Stratégie et plans d'actions nationaux pour la biodiversité 2015 – 2025. United nation decade on biodiversity.

Rasandy, A.F. (2008). Contribution à l'étude de quelques espèces ligneuses endémiques en vue de leur conservation. Cas de *Cynometra commersoniana* (DC) Baill., *Cynometra dauphinensis* DU Puy & Rabev. et *Podocarpus madagascariensis var. procerus* De Laub. Dans les forêts littorales de Mandena et de Saint Luce (Taolagnaro). Master. Université d'Antananarivo.

Ratsaralaza, H.L.N., C. Rajeriarison, E. Roger, L. Reza, (2014). Etude ethnobotanique des plantes medicinales les plus utilisées par les hommes dans la commune rurale de Mahabo-Mananivo (Farafangana). In Roger, E., Rajeriarison, C. Rakouth, B. *Recueil de document pour suivi écologique du programme environnemental :* 28-40.

Razafindraibe, M., A.R. Kuhlman, H. Rabarison, V. Rakotoarimanana, C. Rajeriarison, N. Rakotoarivelo, T., Randrianarivony, F., Rakotoarivony, R. Ludovic, A. Randrianasolo, R.W. Bussmann, (2013). Medicinal plants used by women from Agnalazaha littoral forest (Southeastern Madagascar). *Journal of Ethnobiology and Ethnomedecine*, **4**: 9-73.

Shannon, C.E. 1948. A mathematical of Communication. *The bell System Technical journal*, **27**: 379-423,623-656.

Shannon, C.E; & W. Weaver, 1949. *The mathematical Theory of Communication*. University of Illinois. Press Urbana.

ISSN : 2709-8192_ https://portal.issn.org/resource/ISSN/2709-8192