

Effets De La Production De Charbon De Bois Sur La Forêt Dense Sèche De Mikea, Sud-Ouest De Madagascar

ONINIAINA Jeanne Razafimahaleo¹, Lalatiana Odile Randriamiharisoa², Miller Tsheno Fitahia², Samuel Razanaka Josoa Randriamalala¹, Joelisoa Ratsirarson¹

¹Ecole doctorale en Gestion des Ressources Naturelles et Développement, Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, BP 175, Antananarivo 101, Madagascar

²Mention droit, domaine Sciences de la société, Université de Toliara, BP 185, Toliara 601, Madagascar

Auteur correspondant : ONINIAINA Jeanne Razafimahaleo



Résumé – Cet article analyse les effets de la production du charbon sur (i) la diversité biologique représentée par la richesse spécifique, (ii) la structure et (iii) la composition floristique des forêts denses sèches Mikea, Toliara II. Dix plateaux de 400 m² ont été sélectionnés de manière aléatoire dans un site de production de charbon de bois et 10 dans un site moins perturbé, 10 dans un site dégradé. Les résultats de l'analyse de la composition floristique en comparant les deux sites ont montré une différence significative sur entre la moyenne de DPH des trois sites : l'ancien site à charbon ayant une dimension très faible. Il y a une différence significative entre la moyenne de HT et HF des trois sites : l'ancien site ayant la mesure très faible (HT: 3,42 vs 11,23 et 12,93; HF: 1,42 vs 4,96 et 5,12). Les richesses spécifiques sont différentes d'une manière significative: l'ancien site est pauvre en espèce. Les densités présentent des différences significatives: le nombre d'arbre par 400m² est très faible pour l'ancien site. L'ancien site devient alors très clair, moins diverse avec des strates inférieures (DPH, HF, HT). La production de charbon de bois affecte la composition floristique, la richesse spécifique des forêts denses sèches. De plus, elle réduit leur hauteur, densité et diamètre moyen à hauteur de poitrine (DHP).

Mots Clé – Effet, Production De Charbon, Forêt Dense Sèche, Mikea.

I. INTRODUCTION

Madagascar, île d'étonnante biodiversité et haut lieu d'endémisme (Myers et al., 2000) les gestionnaires des aires protégées pour la conservation de cette biodiversité donnent un état d'alerte face à la déforestation et aussi face au nombre de plantes introduites invasives qui menacent les espèces et les écosystèmes qui s'établissent grâce à l'ouverture de la forêt (Carrière et Randriambanona, 2007). Une grande partie des forêts sèches malgaches a été détruite et peu de grands blocs subsistent (Seddon et al. 2000, Blanc-Pamard et al. 2005). Le taux annuel de déforestation est de l'ordre de 2,3 % dans la forêt sèche du Sud-ouest de Madagascar et ce, sous diverses formes de pressions anthropiques pratiquées (MEEF et al., 2015). L'agriculture itinérante sur brûlis et la fabrication de charbon de bois sont les principales causes de cette déforestation et/ou dégradation des forêts (Casse et al. 2004, Blanc-Pamard et al. 2005). Le charbon de bois est une source d'énergie renouvelable essentielle, obtenue par carbonisation de la biomasse de la forêt. Il offre des revenus importants et divers avantages socio-économiques dans les pays à faible revenu en jouant un rôle crucial dans l'économie communautaire, en particulier dans les zones où l'accès aux sources d'énergie modernes est limité (Worku et al. 2021). Au niveau mondial, 53,2 millions de tonnes de charbon de bois sont produites, l'Afrique y contribuant à hauteur de 63% (Dam, 2017). A Madagascar, le charbon de bois est le combustible le plus utilisé par les ménages à cause de son faible coût par rapport aux autres sources d'énergie (Ramaromiharintsoa, 2005 ; Van Der Plas, 2006). Son usage contribue au maintien de l'économie dans les pays pauvres, le besoin de ce combustible augmente avec l'accroissement de population selon les prévisions de GISC en 2009, Par conséquent, une

augmentation de la demande en charbon à Toliara et ses alentours ne fait qu'aggraver la déforestation (Tovondrazane et al., 2020). Les forêts sèches du Sud-Ouest à une valeur annuelle supérieure à 1 % (Lasry *et al.*, 2004 ; Randriamalala *et al.*, 2015). Alors que la forêt sèche représente les principales sources de biomasse pour la production de charbon de bois et de bois d'œuvre destinés à l'approvisionnement de la ville de Toliara (Andrianarivony *et al.*, 2012 ; Masezamana *et al.*, 2013). De nombreux chercheurs ont mis en évidence que les interactions entre cette production de charbon de bois et le pâturage caprin, dans les fourrés xérophiles du Sud- Ouest malgache ((Rabeniala et al. 2009, Raoliarivelo et al. 2010, Randriamalala et al. 2016). Ils ont montré que la combinaison de ces pratiques réduit la biomasse ligneuse et modifie la composition floristique des fourrés xérophiles sur sable roux (Randriamalala et al. 2016), Par ailleurs, l'absence d'études approfondies sur les facteurs directs, en l'occurrence, l'agriculture, la production de charbon et l'ouverture de l'exploitation minière, affecte négativement la prise de décision dans la gestion durable de ces forêts sèches (Tovondrazane et al. 2020). A cet effet, la présente étude examine les potentiels effets de la production de charbon de bois dans la forêt sèche de Mikea étant donné que cette activité entraîne une perte de superficie de la forêt estimée environ de 408 367 ha de 1985 à 2018 de l'ordre de 58 130 ha et de 0,7 ha par jour due à la consommation de charbon dans la ville de Toliara. Depuis les années 70, la forêt de Mikea a subi des déforestations massives qui sont à l'origine de la diminution des espèces endémiques ce qui constitue une menace pour la survie et l'avenir de la population locale (Alame, 2013).

Les objectifs de l'étude sont les suivants : (i) évaluer la composition floristique due à la conversion du bois en charbon de bois, et (ii) d'analyser l'effet de cette activité sur la diversité et la structure de la forêt sèche de Mikea. (iii) L'étude pourrait permettre aussi d'identifier et de recommander les pratiques appropriées de charbon dans le Sud-Ouest de Madagascar qui garantissent la meilleure rentabilité économique et démontrent un niveau élevé de respect de l'environnement.

II. MATERIELS ET METHODES

SITE D'ÉTUDE

La forêt se trouve au nord de la ville de Toliara, dans la partie Sud-ouest de Madagascar, Région Atsimo-Andrefana, entre Manombo et Morombe (Figure 1), elle est localisée dans la Commune Ankililoaka, District Toliara II. Elle s'étend le long de la route nationale 9 jusqu'à la côte ouest (Nicoll, 2003). Elle se situe dans une zone de transition entre les forêts décidues sèches du nord et les fourrés épineux qui dominent dans le Sud-Ouest de Madagascar (Goodman et Soarimalala, 2005). Le sous-sol est constitué de sable mou (Du Puy et Moat, 2003). La forêt des Mikea est l'une des plus grandes forêts continues qui restent à l'ouest et au sud de l'île, mais elle n'est pas protégée de la menace anthropique (Goodman et Soarimalala, 2005). Dans cette zone, les forêts subissent des pressions d'ordre divers à travers l'agriculture et l'exploitation de bois pour le charbon et, notamment à proximité de Toliara, aux prélèvements de bois de chauffe et de charbon (Rejo-Fienena, 1995 ; Randriamanarivo, 2001)

Le climat est semi-aride avec des précipitations annuelles moyennes de 418 mm pour la station de Toliara (Rabeniala et al. 2009). Pour la forêt de Mikea, cette région est caractérisée par un climat très sec, tropical, et relativement aléatoire, avec des précipitations variant entre 100 et 1 300 mm par an, majoritairement entre décembre et mars (Justine Renard et al 2013). La zone d'étude a été divisée en trois (3) sites (ankily, Anjahafolo, Anjapolo). Le choix des sites a été fait selon des caractéristiques bien distinctes, qui sont la localisation géographique de la localité et la différence au niveau écologique et par rapport à la présence des pratiques du charbonnage. Ils ont été définis dans la forêt de Mikea à partir d'un GPS, selon les indications des charbonniers pour placer les plots d'échantillonnages afin de déterminer la différence entre la pratique et le non pratique du charbonnage.

- Site Ankily (le premier plot se situe entre 43.51899 longitude Est et -22.73990 latitude Sud, le dernier plot du relevé est situé à 43.52026 longitude Est et -22.74026 latitude Sud)
- Site Anjahafolo le premier plot se situe entre 43.51793 longitude Est et latitude -22.74272 Sud, le dernier plot du relevé est situé à 43.51858 longitude Est et -22.74159 latitude Sud
- Site Anjapolo le premier plot se situe entre 43.51302 longitude Est et latitude -22.74126 Sud, le dernier plot du relevé est situé à 43.51299 longitude Est et -22.74239 latitude Sud.

D'après les enquêtes, ces sites ont été définis de la manière suivante (c'est-à-dire par rapport au gradient de perturbation) :

- Site Ankily : c'est un site de production de charbon abandonné ou ancien site à charbon. Il est vraiment dégradé, nous n'avons pas trouvé beaucoup des gros arbres, il n'y a que quelques pieds. Ce sont les graminées qui y dominent. De plus nous y trouvons aussi des traces de fours.
- Site Anjahafolo : c'est le site actuel de production du charbon, nous y trouvons de nombreux fours entre 30 à 40 fours au total dans toutes les parties de relevé du site c'est-à-dire les dix plots du relevé. C'est un site perturbé.
- Site Anjapolo : c'est le site moins perturbé. Peu de fours à charbon abandonnés ont été observés dans le site moins perturbé contrairement au site de production où la densité de tels fours est plus importante.

Dans ce site nous n'avons pas trouvé beaucoup de fours. Nous avons vu moins de cinq four dans tous les plots installés pour l'inventaire.

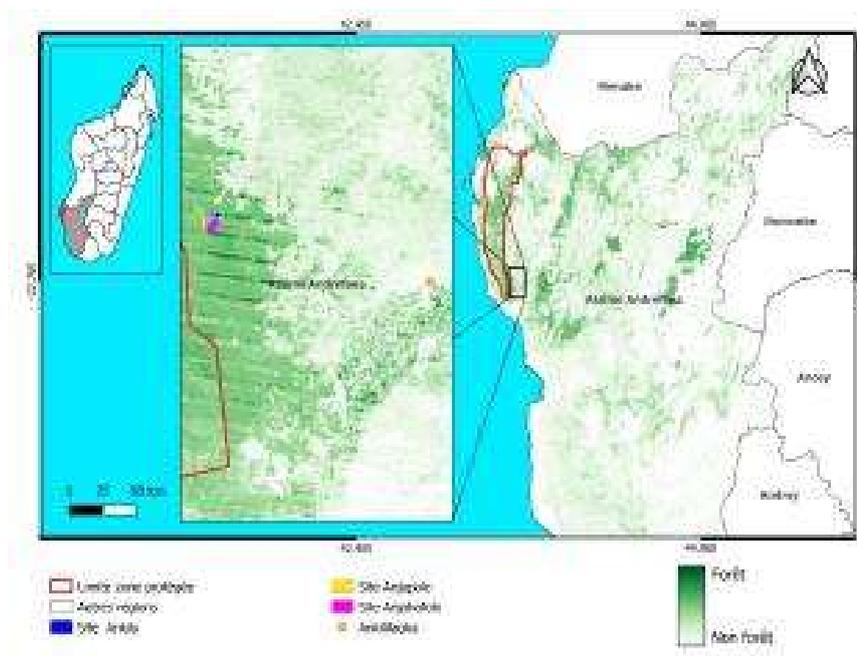


Figure 1 : CARTE de localisation des sites d'étude

RELEVÉS FLORISTIQUES

Afin d'évaluer l'évolution de la composition floristique, la diversité et la structure, des plateaux de 400 m² ont été choisis selon la méthode de Braun-Blanquet, 1928. Pour cela, dans les trois sites sélectionnés :

- Dix plateaux ont été sélectionnés aléatoirement dans le site Anjahafolo c'est le site de production / fabrication de charbon de bois
- Dix plateaux ont été prélevés dans le site Anjapolo, moins perturbé, qualifié comme site témoins et dix dans un site appelé Ankily, c'est un site dégradé.

Tous les plots sélectionnés se trouvent sur sable roux qui est le type de sol prédominant.

Les sites à charbon de bois et les sites témoins ne sont pas pâturés car dans le village d'Andravitrano le plus proche, il n'y a pas des éleveurs ; et les gens qui habitent loin ne vont pas pâturer leur bétail si loin.

Les paramètres enregistrés dans chaque plateau sont : la hauteur des arbres, le DHP et les espèces de chaque arbre rencontré. Chaque arbre est subdivisé en deux strates : une strate inférieure entre le sol (0 m) et 1,3m et une strate supérieure définie supérieure à 1,3 m. Puis ces paramètres sont permis de calculer les indices de diversité et de structure de la végétation.

ANALYSE DES DONNÉES

Des analyses factorielles des correspondances (AFC) ont été appliquées aux données portant sur les espèces des plateaux pour analyser les effets de la production de charbon de bois sur la composition floristique de chaque site. Des tests de comparaisons de moyennes ont également été appliqués sur les variables de diversité et de structure pour analyser leurs variations par rapport aux perturbations liées au charbon de bois.

La comparaison des moyennes (test F ou Analyse de variance : ANOVA) est utilisée pour les variables des caractéristiques : diversité et structure. Ce test permet de dégager la différence significative ou non des moyennes des variables diversité et structure. Le test post hoc ou test de tukey est utilisé pour différencier les variables deux par deux (anjapolo-Ankily ; Anjapolo-Anjahalo, Ankily-Anjahalo). Après le test post hoc, la différence significative des moyennes se montre par la présence des lettres minuscules (a, b, c). Les valeurs ayant suivi par la même lettre représentent une différence significative. Cette analyse est faite sur le logiciel Rstudio.

III. RESULTATS

COMPOSITION FLORISTIQUE

L'analyse de la composition floristique dans les trois sites d'études ont montré que :

La végétation du site moins perturbé est caractérisée par : *Cedrelopsis grevei* 13,88 %, *Euphorbia leucodendron* 10,99%, *Diospiros humbertiana* 7,20%, *Neobegua mahafaliensis* 5,91 %, *Cardiospermum halicacabum* 5,66 %. Nous trouvons aussi certaines espèces dans le site perturbé mais de pourcentage faible : *Euphorbia leucodendron* 10,99 %, *Neobegua mahafaliensis* 5,49 %, toutes ces espèces n'existent pas dans le site Ankily. Les espèces qui caractérisent le site Ankily sont : *Poupartia caffra* 43,75%, *Fernandoa madagascariensis* 15,63 %, *Phyllanthus decipiens* 12,50 %, *Acacia munitiflora* 6,25%, *Combretum coccineum* 6,25 %

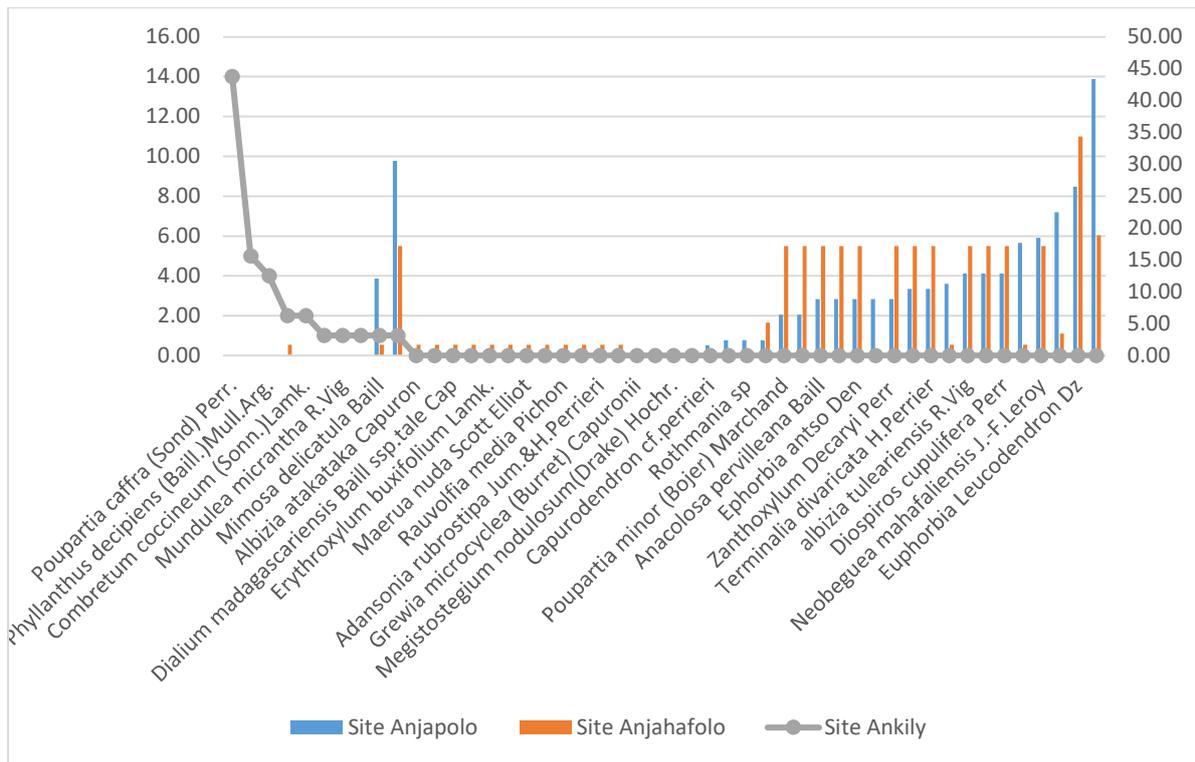


Figure 2 : Composition floristique des sites

Ce résultat indique que le site ayant une production de charbon présente une faible richesse floristique par rapport aux autres sites, il est aussi remarqué que l'espèce *Cedolepsis grevei* ne se trouve plus dans le site de charbon alors que c'est une espèce menacé/vulnérable/utilisée à des fins médicales. Mais les espèces *Anacolosa pervilleana*, *Cordyla adagascariensis*, *euphorbia antso*, *Zantoxylum decaryi*, *Grewia leucophyla*, *Terminalia divaricanta*, *Albizia atakataka*, *Apholia theaformis*, *Dialium madagascariensis*, *Erythroxylum buxifolium*, *Loeseneriella* sont les moins utilisées pour le charbon.

L'Indice de pielow c'est pour savoir l'équitable de la distribution de l'espèce parmi les individus recensés : tous ces indices caractérisent la diversité de formation végétale

L'indice de Shannon représente l'équitable des espèces dans une placette forestière

L'indice de Pielou se calcule par l'obtention de l'indice de Shannon, l'indice de Pielou a une valeur comprise entre 0 et 1

La valeur 0 de J indique qu'une espèce a une probabilité de 1

La valeur 1 de J indique que les espèces ont la même probabilité d'apparition

L'indice de pielow permet de dégager alors la rareté d'une espèce, plus précisément de pondérer

Tableau 1: Placettes forestières

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Moyenne
Site Anjapolo	<i>nb d'espèces</i>	17	19	21	23	17	12	18	15	15	20	17,70
	<i>abondance</i>	19	111	42	57	35	27	32	16	16	31	38,60
	<i>H</i>	4,04	3,45	4,17	4,37	3,85	3,43	3,94	3,88	3,88	4,15	3,91

	<i>J</i>	0,99	0,81	0,95	0,97	0,94	0,96	0,95	0,99	0,99	0,96	0,95
Site Anjahafolo	<i>nb d'espèces</i>	15	18	19	20	19	17	9	7	5	4	13,30
	<i>abondance</i>	20	27	27	30	30	20	15	7	5	4	18,50
	<i>H</i>	3,82	4,09	4,09	4,22	4,08	4,02	2,74	2,81	2,32	2,00	3,42
	<i>J</i>	0,98	0,98	0,96	0,98	0,96	0,98	0,86	1,00	1,00	1,00	0,97
Site Ankily	<i>nb d'espèces</i>	2	5	4	4	2	3	2	2	2	2	2,80
	<i>abondance</i>	2	9	5	5	2	3	2	2	2	2	3,40
	<i>H</i>	1,00	2,06	1,92	1,92	1,00	1,58	1,00	1,00	1,00	1,00	1,35
	<i>J</i>	1,00	0,89	0,96	0,96	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,98

$$H = - \sum_{s=1}^S p_s \ln p_s. \quad J = \frac{H}{H_{\max}} = \frac{H}{\ln S}.$$

H: indice de Shannon

J: indice de Pielou

Signification des deux axes de l'AFC

Axe horizontale (axe des lignes) : cet axe représente les catégories des lignes ou individus du tableau de données. Il permet de mettre en évidence les relations et les similitudes entre les lignes en fonction de leur profils catégoriels. Plus précisément, il montre comment les lignes se regroupent ou se dispersent en fonction de leur caractéristique

Axe verticale (axe des colonnes) : cet axe représente les catégories des colonnes ou variables du tableau des données. Il indique comment les différentes catégories des variables sont associées les unes aux autres. Cela permet de déterminer quelles catégories de variables sont similaires ou dissimilaires en fonction des lignes du tableau.

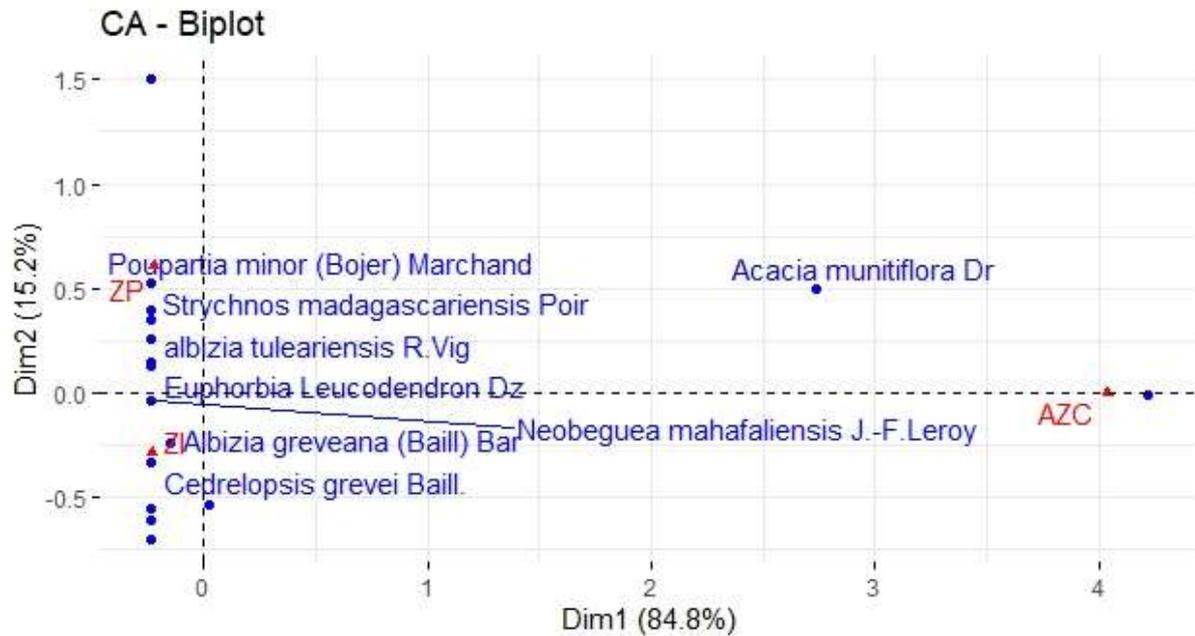


Figure 3 : Corrélation entre les sites et les espèces

Il y a une corrélation négative entre les sites c'est-à-dire il y a des espèces trouvées dans un site mais absentes dans d'autre site. Pour le site anjahafolo *Poupartia caffra* et *Albizia tulariensis* sont les espèces les plus représentées, pour le site Anjapolo *Albizia tulariensis* et *Cedrelopsis grevei*. Le site Ankily les nombres d'individus sont très réduits et même les espèces.

L'espèce *Acacia munitiflora* est très très réduite pour les deux sites Anjahaolo et Anjahapolo. Mais elle existe en grande quantité dans le site Ankily.

Pourcentage 15,2 % de l'inertie total qui est la référence de la variabilité des individus (espèces) et variables (sites)

Le site Anjapolo à beaucoup plus d'espèce, ce site est donc plus riche par rapport aux sites de production de charbon actuel et l'ancien site à charbon (tab 1, 2,3).

La différence de l'abondance entre les sites :

Le site Ankily représente seulement 2.8 espèces en moyenne sur les 10 placettes forestières contre les deux autres sites Anjapolo (17.7) et Anjahafolo (13.3)

Le nombre des individus (abondance) le plus faible appartient au site Ankily, zone de pratique de charbon avec une abondance moyenne de 3.4 contre 38.60 et 18.50 chez les deux autres sites respectifs suivant: Anjapolo et Anjahafolo

L'abondance de l'espèce a connu aussi une baisse pour le site anjahafolo (18.50) par rapport au site Anjapolo (38.50). Cette abondance nous permet d'avoir la connaissance sur la comparaison de la composition floristique existante dans chaque site. A partir d'elle nous pouvons savoir que dans ce site il y a encore beaucoup d'espèces par rapport à d'autre site. Nous pouvons savoir aussi la disparition des autres espèces qui ne sont plus abondantes dans les sites. La valeur de l'indice de Pielou se trouve au-dessus de 0.95 pour tous les trois sites les espèces ont presque la même probabilité d'apparition. Pour cela, des espèces pourraient être disparues chez le site Ankily et que l'inventaire n'arrive plus à les identifier

DIVERSITE FLORISTIQUE

- Concernant les strates supérieures

Les richesses spécifiques moyennes ainsi que les densités ($p < 0,01$ tab 4) associées à la strate supérieure des forêts denses sèches varient significativement avec les sites considérés ($p < 0,001$ Tab 4)

- Concernant les strates inférieures

La variation significative de la richesse spécifique moyenne a été constatée par rapport aux sites à charbon de bois ($p < 0,001$ tab 3L).

Pour la densité il n'y a pas une différence significative entre la moyenne de densité de l'ancien site, site de production du charbon et le site de production du charbon actuel

- Les richesses spécifiques sont différentes d'une manière significative: l'ancien site est pauvre en espèce. Les densités présentent des différences significatives: le nb d'arbre par 400m² est très faible pour l'ancien site. L'ancien site devient alors très clair moins diverse avec des strates inférieures (DPH, HF, HT) (Tableau3, 4)

Tableau 2 : Nombre des espèces et individu dans chaque site

PLOT	Site Anjapolo		Site Anjahafolo		Site Ankily	
	Nb espèce	Nb individu	Nb espèce	Nb individu	Nb espèce	Nb individu
P1	15	29	18	27	2	7
P2	18	40	20	164	5	23
P3	20	44	23	62	5	14
P4	20	45	23	80	4	9
P5	18	40	17	48	2	11
P6	17	32	12	38	3	7
P7	7	11	18	46	2	8
P8	7	10	15	23	2	8
P9	5	8	15	23	2	6
P10	4	5	21	45	2	7
TOTAL		264		556		100

Tableau 3 : Indice de diversité

Site	Densité(.400m2)	Richesse spécifique	DPH(cm)	HF (m)	HT (m)
Ankily	10±3,68 ^a	2,9±0,92 ^a	7,5±2,08 ^a	1,42±0,37 ^a	3,42±0,63 ^a
Anjapolo	26,4±11,6 ^a	13,1±4,68 ^b	31,39±2,8 ^b	4,96±0,3 ^b	11,23±0,44 ^b
Anjahapolo	55,60±30,07 ^b	18,2±2,58 ^c	27,99±1,4 ^c	5,12±0,19 ^b	12,93±0,26 ^c
P-value	<0,01	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

abc les colonnes suivies par les mêmes lettres ne présentent pas de différence significative ($\alpha=0,05$)

Dans le site Anjahafolo et Anjapolo, beaucoup d'espèces ont un dph supérieur à 15cm par rapport au site et site Ankily et la hauteur totale moyenne supérieure est de 12,93m.

Dans le site Ankily le Dph moyenne est entre 7,5 et 2,08 cm, la plupart des espèces ont un dph inférieur à 5cm dont la hauteur moyenne est de 3,42m. (HT3,42 vs 11,23 et 12,93; HF: 1,42 vs 4,96 et 5,12). Le site Anjahafolo est le site le plus dense (55,60±30,07)

Pour faire l'analyse factorielle de correspondance nous avons les données dans ce tableau de contingence entre zone et espèce dont l'hypothèse nulle Ho: lignes et colonnes sont dépendantes et pour H1: il y a une correspondance entre ligne et colonne. Le niveau de signification est de 5%

Tableau 4 : test de chi-2

test de chi-2	
x-squared	650,37
df	94
P-value	<2,2e-16

p value inf à 0,05 donc il y a une correspondance entre ligne et colonne

STRUCTURE DE LA VEGETATION

Concernant les strates supérieures il y a une différence significative entre la moyenne de DPH et la moyenne de la hauteur totale

Une baisse significative de la hauteur, du diamètre et de la densité ($p < 0,001$ tab 4) ont été observées.

Concernant les strates inférieures

Pour la hauteur du fût HF: il n'y a pas de différence significative entre la moyenne

HF Anjapolo et la moyenne HF Anjahafolo mais les moyennes de HF de ces deux diffèrent de la moyenne de HF du site Ankily

- Il y a une différence significative entre la moyenne de DPH des 3 sites: ancien site ayant une dimension très faible. Il y a une différence significative entre la moyenne de HT et HF des 3 sites: ancien site ayant la mesure très faible (HT3,42 vs 11,23 et 12,93; HF: 1,42 vs 4,96 et 5,12)(tab 4).

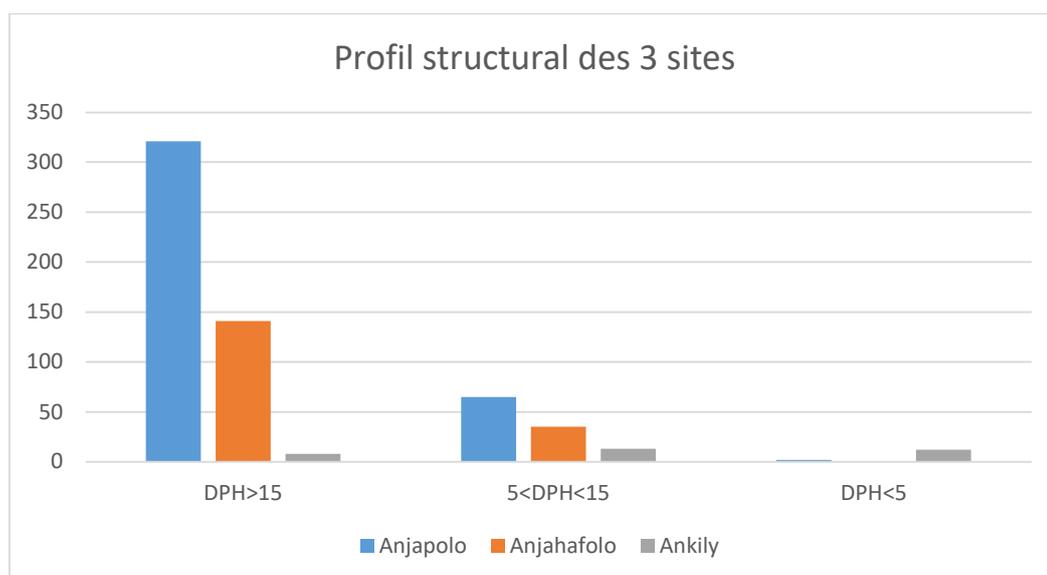


Figure 4 : Profil structural des sites

La production de charbon de bois affecte la structure de la forêt dense sèche. Cette activité engendre une baisse significative de la hauteur, du diamètre et de la densité. En ce qui concerne la strate inférieure, une variation significative de la richesse spécifique moyenne a été constatée par rapport aux sites à charbon de bois

En moyenne, la strate inférieure dans les sites à charbon de bois présente une richesse spécifique plus importante que celles dans les sites témoins. Les moyennes des densités d'arbustes n'ont pas varié de façon significative avec les sites

IV. DISCUSSION

La production du charbon affecte la composition floristique

L'AFC effectué sur les individus de la strate supérieure a permis de séparer la composition floristique des sites selon leur gradient de perturbation, le site anjahapolo qui a un gradient de perturbation perturbé c'est le site de production du charbon de celle du site anjapolo qui a un gradient de perturbation moins perturbés, site où nous n'avons pas trouvé beaucoup de four à charbon. Ces résultats confirment ceux de Randriamalala et al. (2016) qui ont montré que la production de charbon de bois affectait la composition floristique de fourrés xérophiles sur sable roux à Soalara-Sud, et ceci affecte aussi donc la composition floristique des forêts denses sèches sur sable roux. La production de charbon de bois marque les fourrés xérophiles par le prélèvement des espèces à bois dure et épargne les espèces à bois tendre (Raoliarivelo et al. 2010, Ramarason 2014), ceci se passe aussi dans la forêt dense sèche.

La production du charbon affecte la diversité

La diversité qui est représentée par la richesse spécifique est affectée par la fabrication du charbon. Il a des espèces que nous ne trouvons plus dans un site or elles existent dans d'autre site. La variation, au cours du temps, de la richesse spécifique d'une formation végétale est

Le produit de (i) l'arrivée de nouvelles espèces par la germination de graines de (ii) la mortalité d'individus appartenant aux espèces résidente. La combinaison (i) de la variation de la composition floristique et (ii) de l'absence d'une différence significative entre les richesses spécifiques moyennes par rapport à la production de charbon de bois semble montrer que cette activité favorise la mortalité d'espèces à bois dure et l'émergence de nouvelles espèces que cette même activité épargne (Randriamalala et al, 2017). Les richesses spécifiques moyennes associées à la strate supérieure et la strate inférieure des forêts sèches varient significativement avec les sites considérés. La production de charbon affecte la richesse spécifique des forêts

denses sèches. Pour les fourrés xérophiles, selon Randriamalala et al en 2017 la production de charbon de bois n'affecte pas la richesse spécifique des fourrés xérophiles mais affecte leurs structures. Ces résultats confirment ceux de Randriamalala et al. (2016) pour fourrés xérophiles et d'après nos résultats elle affecte aussi celle des forêts sèches

La production du charbon affecte la structure

La production de charbon de bois réduit la hauteur maximale, la densité des arbustes et le dhp, les moyennes des hauteurs maximales, des diamètres moyens et celles des densités varient significativement. Les moyennes des densités d'arbustes varient aussi de façon significative avec les sites. La production de charbon affecte la structure des forêts denses sèches, elle réduit la hauteur maximale, la densité des arbustes et le dhp des forêts denses sèches. La production de charbon de bois réduit les hauteurs moyennes et la densité d'arbustes. Les végétations des sites exploités pour le charbon de bois présentent généralement des hauteurs moyennes, des densités et des dhp plus faibles que celles des sites moins perturbés.

V. RECOMMANDATIONS

Renforcer l'alliance entre autorité locale, le gestionnaire de la forêt et la population locale pour la protection et la gestion de la forêt Mikea

Les autorités doivent être vigilantes sur la protection et la pérennisation des ressources forestières, ils doivent travailler étroitement avec le gestionnaire du parc (MNP) et la population locale. Cette population doit être impliquée.

Identification des points d'eau dans la zone

Pour pouvoir survivre surtout sur les petites agricultures, il faut avoir un point d'eau pour les arroser. De ce fait, une cartographie en est une des solutions à ce problème pour identifier les points d'eau, élaborer une carte des pentes et les divers outils utiles au domaine de l'agronomie et du monde rural. Cela va aussi permettre d'inciter la population locale à pratiquer l'agriculture en dépit de l'exploitation forestière, avec une diminution des dépenses en eau d'où l'augmentation des investissements par ménage et la diminution de la période de soudure

Elevage caprin amélioré

La possession du bétail contribue à un développement économique important du ménage. Le bétail constitue une forme de banque pour l'exploitant car il peut le revendre en période de soudure ou pour couvrir une nécessité imprévue. Ce serait ainsi une solution à prendre dans les cas des mauvaises récoltes qui sont des phénomènes souvent répétés dans le Sud-Ouest de Madagascar. Cela concerne généralement le petit ruminant, Ils constituent soit un capital nécessaire à la survie du ménage, soit une charge importante.

Agriculture améliorée

L'alimentation est la principale source de dépense des ménages ruraux. Les populations vivant dans le parc et sur la périphérie utilisaient les ressources naturelles et la forêt à plusieurs fins : alimentaires, économiques, médicinales et lieu de pâturage (Andrianantenaina, 2013).

La pratique des différentes cultures adaptées au type du sol, comme manioc, patates, les graminées, est importante mais avec des techniques modernes, des aides et des financements.

Connaissances approfondie sur le charbonnage

Le manque d'informations constitue un blocage pour la prise de décision et par la suite la résolution des problèmes, une connaissance approfondie de l'activité charbonnière dans cette région permettra de trouver des solutions adaptées et appropriées prenant en compte divers angles (assurer la demande énergétique, améliorer le niveau de vie en milieu rural et gérer durablement les forêts).

VI. CONCLUSION

L'exploitation des ressources forestières constitue une ressource importante pour les ménages ruraux dans le District de Toliara II. Le produit de cette exploitation constitue aussi une ressource fondamentale pour la population dans la ville de Toliara. La présente étude menée dans la Région du Sud-ouest de Madagascar a permis d'évaluer l'effet négatif de la production du charbon sur la forêt dense sèche du Mikea. Le charbonnage a des impacts négatifs sur la forêt et entraîne une crise socio-économique immaîtrisable. Les pertes des forêts environnantes sont élevées sous l'effet de cette fabrication de charbon. La production du charbon de bois affecte la composition floristique des forêts denses sèches. L'activité de fabrication de charbon de bois réduit la diversité floristique de la végétation et contribue à réduire la densité des espèces ligneuses en général et celle des espèces propices à la fabrication de charbon en particulier. Le prélèvement de bois correspondant à cette activité dépasse largement la productivité de cette végétation. Aussi une disparition des espèces propices à la fabrication de charbon de bois en moins de 20 ans a-t-elle été estimée.

La production de charbon de bois affecte la diversité, la composition floristique des forêts denses sèches et leurs structures et à termes, elle risque de mener à une extinction localisée (dans les sites de production) des espèces à bois dure. De plus, la variation de la composition floristique et la constance de variables telles que la richesse spécifique et la productivité sont souvent observées quand un écosystème subit des perturbations (Briske et al. 2003)

REFERENCES

- [1]. ALAME, MOHAMED ELHABIB BOURHANE, 2013. Profils écologiques des ignames sauvages (Genre Dioscorea) dans la forêt des Mikea. Mémoire en vue de l'obtention du Diplôme d'Études Approfondies en Biodiversité et Environnement, Option : Biologie Végétale, Département des Sciences Biologiques, Faculté des Sciences, Université de Toliara.
- [2]. BLANC-PAMARD C., MILLEVILLE P., GROUZIS M., LASRY F., RAZANAKA S., 2005. Une alliance de discipline sur une question environnementale : la déforestation en forêts de Mikea (Sud-Ouest de Madagascar). *Natures Sciences Sociétés.*, 13, p. 7-20.
- [3]. BRISKE, D. D., FUHLENDORF, S. D. & SMEINS, F. E. 2003. Vegetation dynamics on rangelands: a critique of the current paradigms. *Journal of Applied Ecology* 40, 4:601–614)
- [4]. BIOS CONSULTING, 2009. Reconnaissance écologique et inventaire des cibles de conservation de la forêt de Mikea. madagascar national park. dir toliara.
- [5]. DAJOZ, R., 1985. Précis d'écologie, BORDAS, Paris Dunod Université 5^e édition
- [6]. EHRENSPERGER et al. 2013. Fire impact on the woody plant components of dry deciduous forest in Central Menabe, Madagascar
- [7]. HUMBERT, H. 1955. Les territoires phytogéographiques de Madagascar dans: colloques internationaux du centre national de la recherche scientifique, lix: les divisions écologiques du monde, moyen d'expression, nomenclature, cartographie, paris, 1954 année biologique, série 3 31: pp 439-448
- [8]. HUMBERT, H. 1965. Les territoires phytogéographiques de Madagascar. Leur cartographie. *Annale biologique*, série 3 31: pp 195-204.
- [9]. KOEHLIN J. 1975, Les Vezo du SO de M/car Contribution à l'étude de l'écosystème de semi-nomades marins
- [10]. MANA, P., RAJAONARIVELO, S., MILLEVILLE P., 2001. Production de charbon de bois dans deux situations forestières de la région de Tuléar, in: Razanaka, S., Grouzis, M., Milleville P., Moizo B., Aubry C. (Eds.), *Sociétés paysannes, transitions agraires et dynamiques écologiques dans le sud-ouest de Madagascar*, Antananarivo, 199–210.

- [11]. MASEZAMANANA H.N., ANDRIANRISOA J.H., RAOLIARIVELO L.I.B., RANDRIAMALALA J.R., 2013. Identification et analyse d'activités alternatives à la fabrication de charbon de bois dans le District de Toliara II. Rapport final projet Q096, DERAD, Eastern and Southern Africa Partnership Program, CDE-Université de Berne, 67 p.
- [12]. MYERS, N., MITTERMEIER, R.A., MITTERMEIER, C.G., DA FONSECA, G.A.B. & KENT, J. 2000. Biodiversity Hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853–858.
- [13]. PAG MKA. 2022 (plan d'aménagement et de gestion parc national Mikea)
- [14]. PERRIER DE LA BATHIE, H. 1921. La végétation malgache. *Annales de l'institut botanico-géologique colonial de marseille, série. 3, 9* : pp 1-268.
- [15]. PHILLIPSON, P. B. 1996. Endemism and non-endemism in madagascar. IN: LOURENÇO, W. R. (ED) *BIOGÉOGRAPHIE DE MADAGASCAR*, 1996, PP 125-136.
- [16]. RABENIALA R., MASEZAMANANA H. N., RAOLIARIVELO L. I. B., RANDRIAMALALA J. R., 2013. *Cloture en bois dans la commune urbaine de Toliara, une autre source de déforestation dans le District de Toliara II*. Projet Q925.
- [17]. RAKOTOMALAZA, P. J. ET MCKNIGHT, M. 2006. Etude de la variation de la structure et de la composition floristique de la forêt des Mikea du sud-ouest de Madagascar. *Phelsuma* 14, PP 13-36.
- [18]. RAKOTOARINIVO, M. 2008. Analyse de la distribution et de la conservation des palmiers (Arecaceae) de Madagascar par l'utilisation du système d'information géographique. Thèse de doctorat en Ecologie Végétale. Département de Biologie et Ecologie Végétales. Université d'Antananarivo. Antananarivo. 226p.
- [19]. RANDRIAMALALA et al. 2016. Effects of goat grazing and woody charcoal production on xerophytic thickets of southwestern Madagascar
- [20]. RANDRIARIMALALA, J. 2016. Dynamiques post-culturelles des Fourrés Xérophiles du plateau de Belomotse, Toliara II, Atsimo Andrefana. Mémoire Master 2, ESSAForêts,
- [21]. Université d'Antananarivo, Madagascar.
- [22]. RANDRIAMALALA et al. 2017. Effets de la production de charbon de bois sur les fourrés xérophiles, cas du plateau de Belomotse, Madagascar
- [23]. RANDRIAMALALA et al. 2022. Valorisation durable des formations sèches de l'océan indien
- [24]. RAOLIARIVELO et al., 2013. Identification et analyse des activités alternatives à la production de charbon de bois dans l'arrondissement de Toliara II.
- [25]. RAZANAKA, S. J. 1995 Délimitation des zones de contact des aires semi-aride et subaride de la végétation du sud-ouest de Madagascar. Thèse de doctorat 3^{ème} cycle, université d'Antananarivo.
- [26]. RAZANAKA, S. 1996. Répartition des espèces xérophiles dans le sud-ouest de Madagascar, in: Lourenço, W. R. (Ed.), *Biogéographie de Madagascar*. ORSTOM Éditions, Paris, 171–176.
- [27]. SEDDON, N., J. TOBIAS, J. W. YOUNT, J. R. RAMANAMPAMONJY & S. BUTCHART 2000, Conservation issues and priorities in the Mikea forest of south west Madagascar. *Oryx*, 34: 287-304
- [28]. TOVONDRAZANE et al, 2020. Effet de l'exploitation minière sur les facteurs productifs comme l'agriculture et la production de charbon de bois et la dynamique de déforestation dans le Sud-ouest de Madagascar
- [29]. RENGOKY, ZAFITOMPO. 1988. Mekea, mpihaza-mpioty ao Analabo. Mémoire de Maîtrise en Anthropologie. Toliara, Madagascar : Université de Toliara.

-
- [30]. SCHATZ, G. E. 2000. Endemism in the malagasy tree flora. IN: LOURENÇO, W. R. AND GOODMAN, S.M. (EDS.). Biogéographie et endémisme à Madagascar, PP.1-9. Mémoires de la société de biogéographie, paris.
- [31]. SCHATZ, G. E., BIRKINSHAW, C., LOWRY II, P. P., RANDRIANTAFIKA, F. AND RATOVOSON, F. 2000 The endemic plant families of Madagascar project: Integrating taxonomy and conservation. in: lourenço, w. 17- R. AND GOODMAN, S.M. (EDS.). Biogéographie et endémisme à Madagascar, pp. 11-24. Mémoires de la société de biogéographie, paris.
- [32]. STEVEN ET ACHILLE 2004 : Inventaire floristique et faunistique de la forêt de Mikea. pp. 103. Recherches pour le développement.
- [33]. WHITE, F. 1983. The vegetation of africa, a descriptive memoir to accompany the unesco/aetfat/unso vegetation map of africa. Unesco, national resources research 20 1-356.
- [34]. YOUNT J. et RENGOKY. Atelier CNRE/IRD, 1999.