UNIVERSITÉ DU BURUNDI
GRENIER DU SAVOIR DU BURUNDI
Dépôt institutionnel officiel
https://repository.ub.edu.bi

Diagnostic de l'effet lisière dans les paysages anthropisés du secteur Rwegura dans le Parc National de la Kibira, Burundi

Niyukuri, Jonathan; Ndayishimiye , Joël; Nzigidahera, Benoît; Jan Bogaert; Habonimana, Bernadette

2014-12

Bull. sci. Inst. natl. environ. conserv. nat. 13: 66-71

https://repository.ub.edu.bi/handle/123456789/2104

Document téléchargé depuis le **Grenier du Savoir du Burundi** — https://repository.ub.edu.bi

Bull. sci. Inst. natl. environ. conserv. nat. **13: 66-71** ARTICLE DE RECHERCHE

Diagnostic de l'effet lisière dans les paysages anthropisés du secteur Rwegura dans le Parc National de la Kibira, Burundi

Jonathan Niyukuri [1], Joël Ndayishimiye [2], Benoît Nzigidahera [2, 3], Jan Bogaert [4]& Bernadette Habonimana [1]

[1]Université du Burundi, Faculté d'Agronomie et de Bio-Ingénierie,
B.P. 2940 Bujumbura, Burundi, Email**: niyukurijonathan@yahoo.fr**
[2]Université du Burundi, Faculté des sciences, Département de biologie,
BP 2700, Bujumbura, Burundi
[3]Institut National pour l'Environnement et la Conservation de la Nature (INECN),
Avenue de l'Imprimerie, Jabe, B.P. 2757 Bujumbura, Burundi.
[4]Université de Liège, Gembloux Agro-Bio Tech. Unité Biodiversité et Paysage.
Passage des Déportés 2, 5030 Gembloux, Belgique.

Reçu: *le 25 Août 2014* Accepté: *le 25 Novembre 2014* Publié: *le 28 Décembre 2014*

RESUME

***Mots-clés*:** Anthropisation, effort de l'échantillonnage, diversité spécifique

L'étude, réalisée dans le Parc National de la Kibira consistait à mettre en évidence l'effet de lisière dans quelques sites du secteur Rwegura et à analyser l'exhaustivité de l'échantillonnage et la diversité spécifique de ces sites. Les courbes d'accumulation de la richesse spécifique générées avec le Logiciel *EstimateS* version 7.5.2 ont été utilisées. Pour tous les sites, les résultats obtenus suggèrent que la diversité spécifique est plus élevée au niveau des lisières par rapport à l'intérieur des forêts. Les courbes d'accumulation de la richesse spécifique ont mis en évidence une diversité spécifique plus élevée dans le site de Mahoro 2. Cette diversité est potentiellement liée aux perturbations, *in situ* visibles dans ce site. Néanmoins, les résultats de cette étude doivent être interprétés avec précaution suite à un effort pas optimale d'échantillonnage observé dans tous les sites.

ABSTRACT

***Key-words*:** Human impact, sampling effort, species diversity

A study of the Kibira National Park was conducted to highlight the edge effects in some sites of the Rwegura sector, and to analyze the applied sample size and species diversity. Species accumulation curves were generated with *EstimateS* software version 7.5.2. For all sites, our results suggested that species diversity is higherin edge habitats compared to forest interior habitats. The accumulation curves showed a higher species diversity in the Mahoro 2 site. This diversity is potentially linked to perturbations which are clearly visible *in situ*. Nevertheless, the results of this study should be interpreted with caution due to a suboptimal sampling effort observed at all sites.

I. INTRODUCTION

Le Burundi compte actuellement 17 aires protégées réparties dans 4 catégories dont 3 parcs nationaux, 8 réserves naturelles, 1 monument naturel et 5 paysages protégés (Masharabu, 2011). La plupart des forêts du Burundi sont érigées en aires protégées. Ce réseau d'aires protégées est représentatif de la biodiversité des écosystèmes du pays (UICN, 2011). Ces écosystèmes sont composés des savanes, des forêts claires, des forêts de montagne et des galeries forestières.

Comme partout ailleurs, les forêts du Burundi sont soumises à de fortes pressions amplifiées surtout par une population sans cesse croissante.

Le taux de croissance est estimé à 2,28% (ISTEEBU, 2011). Parmi les menaces qui affectent les ressources forestières du Burundi, on signalera entre autres la déforestation avec un taux estimée à 3% (INECN, 2009). En effet, cette déforestation engendre une fragmentation qui est perçue comme un facteur important de la dégradation des forêts (Barima, 2010). Plusieurs causes de la déforestation ont été déjà mises en évidence dans de nombreuses études.

Parmi celles-ci, on signalera l'agriculture intensive, la croissance incontrôlée de la population, l'exploitation minière, les feux de brousse, et l'urbanisation (FAO, 2010). En conséquence, la dégradation est censée d'augmenter les effets de lisière, avec des conséquences directes sur la composition spécifique.

La présente étude cherche à démontrer l'importance de l'effet de lisière dans la préservation de la biodiversité, évaluer le niveau de l'exhaustivité de l'échantillonnage et analyser la diversité spécifique dans quelques sites du secteur Rwegura dans le Parc National de la Kibira (PNK). Elle est basée sur l'hypothèse selon laquelle la diversité spécifique est plus élevée au niveau de la lisière qu'à l'intérieure de la forêt. En effet, la lisière résulte de l'interaction entre deux milieux, la matrice et l'habitat fragmenté (Forman, 1995, Harrison & Bruna, 1999, Alignier, 2010). D'autres auteurs définissent la lisière comme une interface entre deux types d`écosystèmes différents (Harper et *al*, 2005; Alignier, 2010). Dans cette étude, la lisière est l'espace résultant de l'influence entre la jachère et la forêt. Plus la profondeur de la lisière du côté de la forêt est grande plus sa dégradation est importante. Comme tout phénomène (naturel) qui se produit dans un paysage, l'effet de lisière induit des effets négatifs et positifs sur le paysage. On citera entre autre comme effets négatifs, une forte mortalité des essences forestières et une installation d'espèces pionnières, espèces exotiques ou rudérales et même une prolifération d'espèces invasives (Barima, 2010). La grande richesse spécifique, qui caractérise les lisières, offre d'importants effets positifs aux écosystèmes naturels. Par la biodiversité qu'elles abritent, les fonctions qu'elles régulent (flux d'organismes, de matière et d'énergie), les rôles qu'elles assurent (écologique, social, esthétique, récréatif) et les services environnementaux qu'elles rendent comme la régulation des populations d'auxiliaires de cultures ou de ravageurs (Bommarco et Fagan, 2002, cités par Aligneur, 2010), les lisières forestières constituent un enjeu pour la gestion et la conservation de la biodiversité (Snoeck et Baar, 2001, cités par Alignier 2010).

La caractérisation de la diversité des lisières forestières est par conséquent une étape importante dans la compréhension de leurs effets sur les patrons de distribution des communautés végétales (Esseen et *al.*, 2006, Alignier, 2010).

2. METHODOLOGIE

2.1. Description et justification du choix de la zone d'étude

L'étude a été réalisée dans des sites du PNK. Le PNK est l'une des 17 aires protégées que comptent le Burundi (Masharabu, 2011) avec 80 km de long et environ 8 km de large, couvre environs 40000 ha (UICN, 2011).

Ce parc comprend des portions de la forêt relativement bien conservées, peu touchée par les activités anthropiques, et des zones à forêt secondarisée suite à l'influence humaine.

Il est localisé au Nord Est du Burundi et est subdivisée en quatre secteurs (Gourlet, 1986): le secteur Musigati de la commune Bubanza, le secteur Teza de la commune Muramvya, le secteur Rwegura de la commune Kayanza et le secteur Mabayi de la commune Mabayi) (Fig. 1).

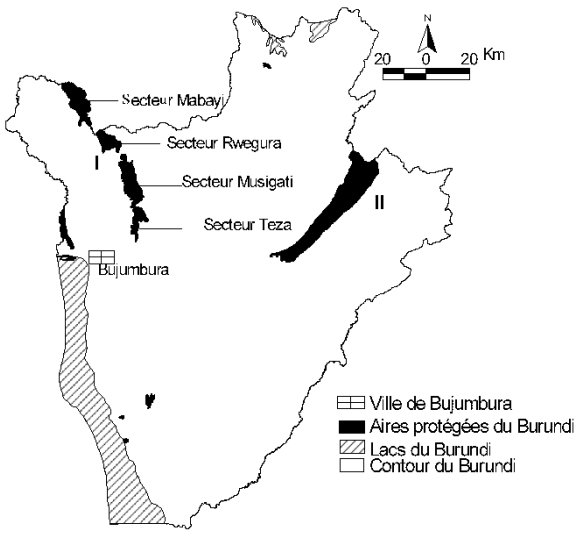


Fig. 1: Localisation du secteur Rwegura sur la carte des aires protégées du Burundi; I: Parc National de la Kibira (PNK), **II**: Parc National de la Ruvubu (Source: UICN, 2011, modifiée).

Le secteur Rwegura qui fait l'objet de notre étude est localisé dans la Province de Kayanza qui est une des provinces avec la densité de la population la plus élevée du pays. Elle compte 475 habitats au km^2 (ISTEEBU, 2011). Dans le cadre de cette étude, nous avons échantillonné sur quatre sites à savoir : le site de Mahoro 1 sur une altitude de 2220 m, le site de Mahoro 2 à une altitude de 2216 m, le site de Musumbaà 2286 m et le site de Gashishi à 2269 m. Tous ces quatre localités sont localisées sur la colline de Mahoro. Par ailleurs, le secteur Rwegura est caractérisé par de diverses formations végétales fortement anthropisées, par les plantations agricoles du thé, les champs de pomme de terre à l'intérieur de la forêt, l'ouverture de la forêt par le traçage de nouvelles routes et enfin le barrage.

2.2. Méthodologie d'échantillonnage

L'inventaire floristique s'est déroulé sur quatre transects de 20 m de large et d'une longueur qui varie de 135 à 180 m selon qu'on atteigne l'intérieur de la forêt. Tous les arbres de diamètre supérieur ou égal à 5 cm sont recensés.

La détermination des différentes zones de la forêt en l'occurrence la jachère, la lisière et l'intérieur dela forêt a été faite sur base des espèces caractéristiques des jachères et la densité, des arbres, requiert pour caractériser la forêt. Cette dernière est estimée à 220 pieds d'arbres/ha (Lebrun & Gilbert, 1954; Pierlot, 1966).

Dans cet étude, on s'est référé sur les espèces de jachères du Burundi décrites par d'autres chercheurs comme Lewalle 1972, Habiyaremye, 1993; Habiyaremye et al, 2003 et Bangirinama, 2010. Certaines de ces espèces sont: *Clerodendrum johnstonii* Oliv., *Ipomoea involucrata* P. Beauv., *Vernonia kirungae* R. E. Fries, *Lobelia giberroa* Hemsl.,…

La disparition d'*Ipomoea involucrata* P. Beauv et la chute brusque des Asteraceae et du *Panicum* sp. ont permis de marquer le début de la partie de la jachère où les effets de la forêt atteignent. C'est une partie que l'on peut qualifier comme une zone influencée par les conditions créées par la forêt. Elle est caractérisée par, entre autres, l'augmentation progressive du nombre de repousses des arbres. Le début ou la limite de la zone d'influence trouvée correspond au début de la transition de la jachère à la forêt. Etant héliophiles, certaines espèces de la jachère parviennent à s'installer dans la forêt grâce à la lumière qui pénètre jusqu'au sol. Cette pénétration de la lumière résulte de la réduction de la canopée conséquente à la destruction de certains arbres. La disparition complète de toutes ces espèces de jachère dans la forêt, en particulier *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn qui poussait plus loin vers la forêt, ont permis de marquer le début de la partie de la forêt plus ou moins intacte. Elle a révélé la fin de la zone de transition de la jachère à la forêt.

Dans cette zone de transition, il y a une partie qui est dominée par les espèces de la jachère et une autre par celles de la forêt. La distinction de ces deux parties a été faite à l'aide de la détermination de la densité des arbres. La rencontre de la densité de 220 pieds/ha des arbres de la forêt a permis de marquer le début de la zone dominée par l'influence de la forêt. Dans ladite zone, le nombre d'espèces végétales caractéristiques de la forêt augmente, celui de la jachère diminue jusqu'à sa disparition complète laquelle disparition coïncide avec le début de l'intérieure de la forêt qui est une partie plus ou moins intacte. Ainsi, l'on a trouvé la zone de transition qui est la profondeur de la lisière. Elle s'étend depuis la chute brusque des espèces de la jachère jusqu'à leurs disparitions complètes.

En vue de réduire d'autres effets consécutifs à la réduction de la taille des taches adjacentes, nous avons placé nos transects sur des sites où la forêt et les milieux adjacents (jachères) ont une surface assez large et continue. Dans notre étude, les lisières considérées sont celles issues des contacts directes des jachères et forêts.

Elles appartenaient également à des peuplements matures, dont la composition, la structure et l'âge de la strate arborée sont visuellement homogènes. C'est ainsi que les lisières issues des jachères et forêts intercalées par les routes, rivières, marrais et boisements artificiels dominés par les cyprès ont été exclues.

2.3. Méthode d'analyse des données

La caractérisation de la diversité spécifique des différents habitats a été faite grâce aux courbes d'accumulation de la richesse spécifique. Ces courbes sont largement utilisées dans la comparaison de la diversité spécifique observée dans différents sites d'un paysage (Ugland et *al.*, 2003 ; Kalinganire et *al.*, 2005). Elles ont permis par ailleurs de comparer la richesse spécifique entre la lisière et l'intérieure de la forêt.

Par ailleurs, ces courbes d'accumulation de la richesse spécifique fournissent une importante information sur la représentativité de l'échantillonnage par rapport à la biodiversité de la zone d'étude, c'est-à-dire le nombre d'espèces rencontrées en fonction de l'effort d'échantillonnage. Concrètement, elles permettent d'estimer la richesse spécifique si les milieux ont été suffisamment échantillonnés. Les courbes ont été générées grâce au logiciel *EstimateS* qui permet de calculer le nombre d'espèces attendues *E(S)* en fonction du nombre d'individus (Colwell, 2005). L'expression mathématique qui permet de générer les courbes d'accumulation de la richesse spécifique découlent de la fonction définie par Hurlbert (1971).

$$E(S) = \sum_{i=1}^{s} \left[1 - \frac{\left(\frac{N - N_i}{n} \right)}{\left(\frac{N}{n} \right)} \right];$$

(1)

Où N désigne le nombre d'individus de toutes les espèces échantillonnées, n le nombre total d'espèces, et N_i le nombre d'individus de l'espèce i.

La diversité spécifique des quatre sites a été analysée en utilisant les courbes d'accumulation de la richesse spécifique.

3. RESULTATS ET DISCUSSION

3.1. Caractérisation de la richesse spécifique entre la lisière et l'intérieure de la forêt

Cent quarante-deux espèces réparties en 137 genres et 62 familles ont été répertoriées dans les quatre sites où l'échantillonnage a été réalisé.

Les courbes d'accumulation de la richesse spécifique ont montré, pour tous les quatre sites, que les habitats occupés par les lisières affichent en général une plus grande richesse par rapport à l'intérieur de la forêt (Fig.2). Nos résultats corroborent ainsi avec ceux déjà prouvés par d'autres auteurs (Risser, 1995, Fox et *al*. 1997; Alignier, 2010). Les courbes d'accumulation (Fig.2) ne s'arrêtent pas à un même niveau car le nombre d'individus dans les lisières est beaucoup plus grand que dans les habitats intérieurs de la forêt. Par conséquent, le nombre d'espèces attendues est plus grand dans les habitants lisières que dans les habitants intérieurs de la forêt.

Ainsi, la profondeur de la lisière a été estimée à plus au moins 35 m pour tous les sites.

Selon Kapos, 1989, cité par Alignier, 2010, les lisières plus âgées et matures ont une végétation plus dense et la profondeur d'effet de lisière diminue de 50-100 m à moins de 20 m après 5-10 ans. La profondeur trouvée sur les sites étudiés est différente de celle de Kapos, 1989, puisque la végétation d'une région diffère de l'autre selon les conditions climatiques et la pédologie. Cette profondeur des sites Mahoro 1, Mahoro 2, Gashishi et Musumba est conséquente aux activités anthropiques qui se font dans la forêt. Le fait que ces lisières aient une même profondeur est dû au fait que leurs jachères ont été abandonnées presqu'à la même époque. Nos résultats convergent avec ceux d'Alignier (2010) qui a montré que la dynamique naturelle de la végétation forestière à travers des successions influence les effets de la lisière.

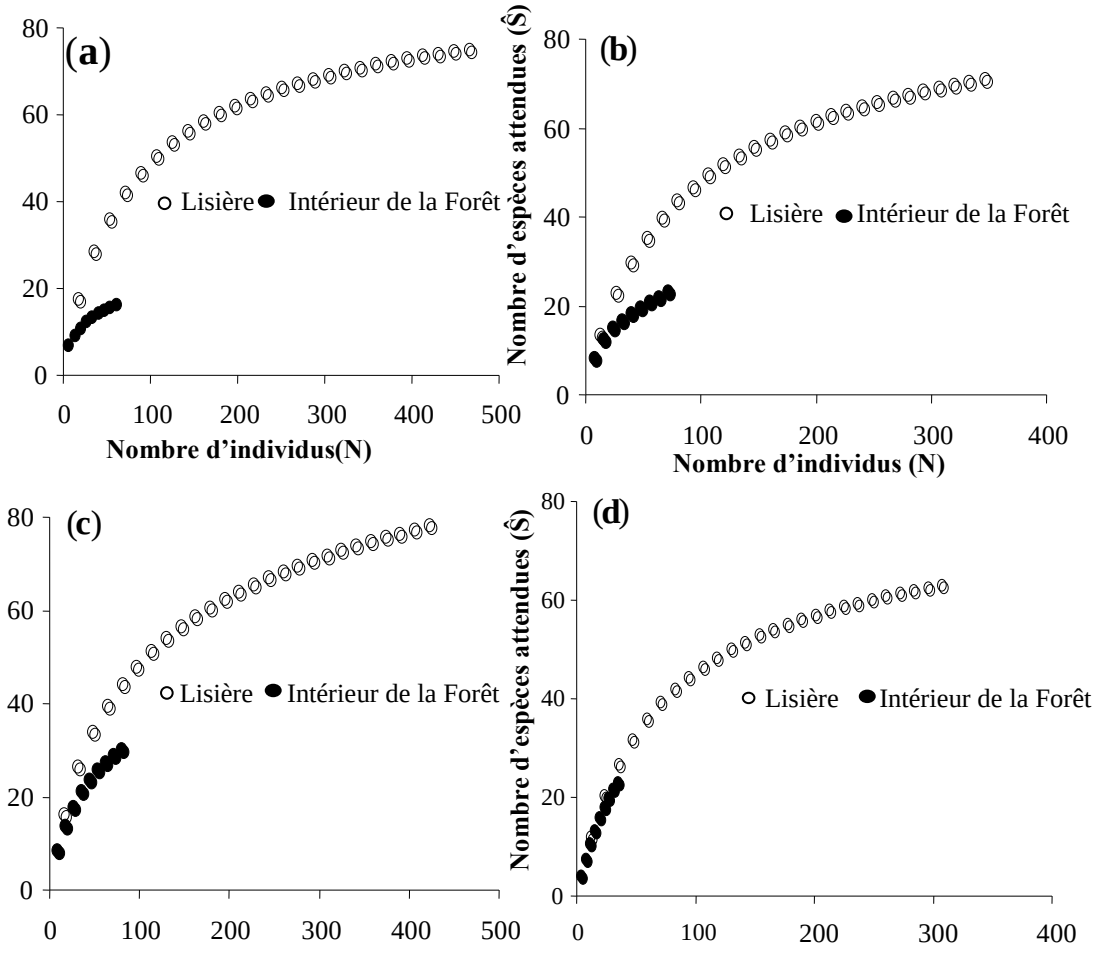


Fig. 2: Courbe d'accumulation de la richesse spécifique en fonction du nombre d'individus (a: site Gashishi, b: Site Mahoro 1, c: Site Mahoro 2 et d: Site Musumba).

L'amplitude du nombre des espèces de la lisière de notre zone d'étude est en moyenne de 8. Cette dernière révèle que la richesse spécifique le long de la lisière est différente.L'analyse de l'inventaire floristique à travers les quatre sites de travail a trouvé que 33 espèces occupent seulement les lisières contre 4trouvées uniquement à l'intérieur de la forêt. Ces résultats confirment ainsi la diversité spécifique plus élevée des lisières.

L'intérieur de la forêt est dominé principalement par de grands arbres et des lianes. Ces résultats corroborent ceux du Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD, 1998), qui ont trouvé que 90 % des espèces de lianes sont trouvées à l'intérieur des forêts. La présence des herbes de lisière à l'intérieur de la forêt traduit une grande influence de lisière.

Par ailleurs, elle peut être le résultat d'une perturbation naturelle, par exemple le cas d'un chablis, favorisant ainsi la croissance des espèces héliophiles. Dans le cas de cette étude, nous n'avons constaté que l'espèce *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn se prolongeait plus loin vers l'intérieur de la forêt. Cette distribution de cette espèce, nous permet de considérer que la dynamique de la forêt dans notre zone d'étude est régressive.

3.2. Effort d'échantillonnage et comparaison de la richesse spécifique entre les quatre sites

En analysant la richesse spécifique des quatre sites échantillonnés dans le secteur Rwegura du PNK, nous constatons que le site de Mahoro 2 présente une richesse spécifique plus élevée par rapport aux autres (Fig. 3).

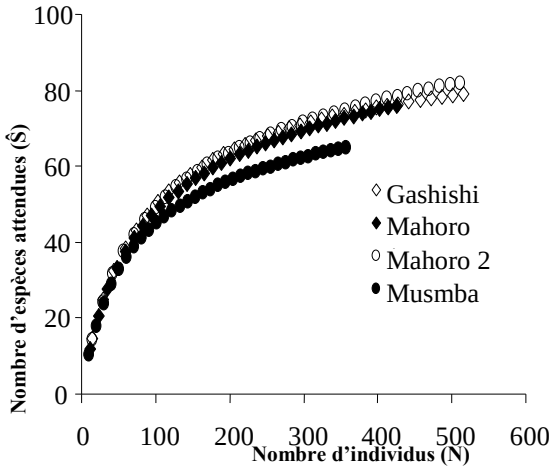


Fig. 3: Comparaison des courbes d'accumulation de la richesse spécifique en fonction du nombre d'individus réalisés dans les quatre sites d'échantillonnage

Pour un même nombre d'individus (N), le nombre d'espèces attendus paraît plus grand à Mahoro 2 par rapport aux autres sites. Une nette différence est observée avec le site de Musumba. Par ailleurs, le nombre de pieds d'arbres dans ce site étaient 799 contre 390 à Gashishi, 356 à Mahoro 1, 301 à Musumba. Cependant, ces résultats doivent être interprétés avec précaution. En effet, toutes les quatre courbes n'atteignent pas le stade asymptotique. Cette observation confirme que pour tous les quatre sites, l'effort d'échantillonnage n'a pas été suffisant.

Nous pouvons donc admettre que nos inventaires floristiques réalisés dans ces sites ne représentent pas assez fidèlement la composition floristique des quatre sites.

Des inventaires supplémentaires sont nécessaires pour traduire la diversité spécifique des quatre sites plus correctement et exhaustivement.

A l'heure actuelle, nous ne disposons pas d'assez de théories suffisantes pour expliquer la grande diversité spécifique observée au site de Mahoro 2.

Cependant, cette différence de diversité spécifique pourrait être attribuée aux phénomènes de perturbations anthropiques et ou à la pédologie du sol.

La théorie des perturbations intermédiaires a été bien identifiée par plusieurs études comme un phénomène qui favorise une augmentation de la diversité spécifique lorsque la surface échantillonnée est très réduite (Chesson et Huntly, 1997;White et Jentsch, 2001, Sheil et Burslem, 2003), ce qui est cohérent avec la présente étude. En effet, on a travaillé sur une superficie de 1,6ha et échantillonné 142 espèces végétales. Par contre dans toute le PNK, Nzigidahera (2002) a trouve 644 espèces végétales dans tout le parc de 40 000ha.Cette théorie prédit que la diversité spécifique est plus élevée lorsque l'importance et le régime des perturbations sont moyennes (Connel, 1978).

4. CONCLUSION

L'étude conduite dans quatre sites du secteur Rwegura du PNK a montré que la biodiversité est plus forte dans les zones de lisière entre les jachères et les forêts. La lisière abrite une forte diversité spécifique par rapport à l'intérieur des forêts. Les résultats obtenus également dans les quatre sites ont montré que l'inventaire floristique n'est pas exhaustif. Malgré un effort de l'échantillonnage insuffisant dans tous les sites, l'étude a mis en évidence une diversité plus élevée du site de Mahoro 2 par rapport aux trois autres sites sélectionnés.

Afin de garantir la préservation de la biodiversité du PNK, il est très important que les chercheurs ultérieurs étudient les phénomènes de perturbation qui entrainent une évolution régressive de la forêt.

REMERCIEMENTS

Cette étude a été réalisée dans le cadre du Master complémentaire en Sciences de l'environnement de l'Université du Burundi. Les auteurs remercient la CUD pour avoir supporté les frais de collecte des données sur terrain avec l'aide des gardes forestiers du PNK. Les analyses faites dans ce manuscrit et la rédaction du texte ont été possibles grâce au financement de VLIR-UOS qui a permis un séjour à Bruxelles pourun des contributeurs à ce manuscrit. Enfin, les remerciements sont adressés au Responsable et au personnel du Jardin Botanique National de Belgique pour son accueil et aux lecteurs anonymes de ce manuscrit.

BIBLIOGRAPHIE

Alignier A. (2010) . Distribution des communautés végétales sous l`influence des lisières forestières dans des bois fragmentés. Thèse doctorale, INP Toulouse, France, 230p.

Bangirinama F. (2010) . Processus de la restauration écosystémique au cours de la dynamique post-culturale au Burundi: Mécanismes, caractérisation et série écologiques. Thèse de doctorat, Université Libre de Bruxelles, Belgique; 222p.

Barima Y.S.S. (2010) . Dynamique, fragmentation et diversité végétale des paysages forestières en milieux de transition forêt-savanes dans le département de Tanda (Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat, Université Libre de Bruxelles, Belgique, 182p.

CIRAD (1998) . Bases pour une sylviculture en forêt dense tropicale humide africaine, Montpelier cedex. France, 328p.

Colwell R.K. (2005) . EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 7.5.2.

Chesson P., et Huntly N. (1997) . The role of harsh and fluctuating conditions in the dynamics of ecological communities. *The American Naturalist* 150: 519-553.

Connell J.H. (1978). Diversity in Tropical Rain Forests and Coral Reefs. *Science*, 199: 1302-1310.

Esseen P.A., Jansson K.U. & Nilsson M. (2006) . Forest edge quantification by line intersect sampling in aerial photographs. *Forest Ecology and Management*, 230 : 32-42.

FAO. (2010) . Évaluation des ressources forestières mondiales 2010: Rapport principal. Etude FAO: Forêts 163. Rome. Italie; 340p.

Forman R.T.T. (1995) . Some general principles of landscape and regional ecology. *Landscape Ecology* 10 (3) : 133-142.

Fox B.J., Taylor J.E., Fox M.D. & Williams C. (1997) . Vegetation changes across edges of rainforest remnants. *Biological Conservation*, 82 : 1-13.

Gourlet S. (1986). Le Parc National de la Kibira au Burundi. Quelles potentialités pour avenir ? GREF, Rapport de stage, 97p.

Habiyaremye F.X. et Roche E., 2003 : Incidence anthropique sur le milieu montagnard du graben centrafricain : complément phytodynamique aux interprétations palynologiques. *Revue internationale de géologie, de géographie et d'écologie tropicales* 27: 53-62.

Habiyaremye F.X. (1993) . Analyse Phytosociologique des forêts primaires de la crête zaïre-Nil au Rwanda. *Belgian Journal of Botany* 126 (1): 100-134.

Harper K.A., Macdonald, S. E., Burton P.J., Chen J.Q., Brosofske K.D., Saunders S.C., Euskirchen E.S., Roberts D., Jaiteh M.S. & Esseen P.A. (2005) . Edge influence on forest structure and composition in fragmented landscapes. *Conservation Biology*, 19: 768-782.

Harrison S. et Bruna E., (1999) . Habitat fragmentation and large-scale conservation: what do we know for sure ?*Ecography*, 22: 225-232.

Hurlbert S.H. (1971) . The nonconcept of species diversity: a critique and alternative parameters. *Ecology*, 52:577–586.

INECN (2009) . Quatrième rapport du Burundi à la convention sur la diversité biologique. Mise en œuvre de l'objectif 2010 de la CDB. Bujumbura, Burundi, 101p.

ISTEEBU (2011) . Annuaire statistique du Burundi 2009, Bujumbura, Burundi, 299p.

Kalinganire A., Kaya B., Niang A., Kindt R., MurayaP., Coe R. (2005) . Caractérisation de la biodiversité ligneuse dans les zones en marge du désert : Manuel de procédures. *ICRAFOccasionalPaper* 3. Nairobi-World Agroforestry Centre, 70p.

Lebrun J. et Gilbert G. (1954) . Une classification écologique des forêts du Congo. Publ. INEAC, Séries Scientifiques 63 ; 89p.

Lewalle J. (1972) . Les étages de végétation du Burundi Occidentale. *Bulletin du jardin botanique national de Belgique*, 42 : 1-247.

Masharabu T. (2011) . Flore et végétation du Parc National de la Ruvubu au Burundi : diversité, structure et implications pour la conservation. Thèse de doctorat, Université Libre de Bruxelles, Belgique, 224p.

Nzigidahera B., Nzojibwami C., Misigaro A. et Maneno B, **(**2002) . Plan communautaire de conservation du Parc National de la Kibira en commune Muramvya. INECN, Bujumbura, 59 p.

Pierlot R. (1966) . Structure et composition de la forêt dense d`Afrique centrale spécialement celles de Kivu. Thèse de doctorat, Université de Gembloux, Belgique, 367p.

Risser P.G. (1995) . The status of the science examining ecotones. *Bioscience*, 45: 318-325.

Sheil D. etBurslem F.R.P. (2003). Disturbing hypothesis in tropical forests. *Trends in Ecology and Evolution* 18: 18-26.

Ugland K I, Gray JS et Ellingsen KE. (2003) . The species-accumulation curve and estimation of species richness. *Journal of Animal Ecology* 72: 888-897.

UICN, (2011) . Parcs et réserves du Burundi : évaluation de l`efficacité de gestion des aires protégées. UICN/PACO, Ouagadougou, Burkina Faso, 107p.

White P.S. et Jentsch, A. (2001) . The search for generality in studies of disturbance and ecosystem dynamics". *Progress in Botany*, New York, Springer-Verlag, p. 400-450.