

NDAYISHIMIYE J. et al. 2023. Biodiversité floristique et dégradation des écosystèmes humides : cas du Marais de Ruhororo (Commune Mabayi, Province Cibitoke, Burundi).

Annales des Sciences et des Sciences Appliquées, Vol 5(1, mars 2023), 15-36

Biodiversité floristique et dégradation des écosystèmes humides : cas du Marais de Ruhororo (Commune Mabayi, Province Cibitoke, Burundi).

Floristic biodiversity and degradation of wetland ecosystems: case of the Ruhororo Marsh (Mabayi Commune, Cibitoke Province, Burundi).

Joël Ndayishimiye^{1#}, Gédéon Havyarimana¹, Paul Hakizimana¹, Frédéric Bangirinama², Adi Mama³, Longin Ndayikeza⁴ & Tatien Masharabu¹

¹Département de Biologie, Faculté des Sciences, Laboratoire de Biodiversité, Ecologie et Environnement, Centre de Recherche en Sciences Naturelles et de l'Environnement, Université du Burundi, B.P. 2700 Bujumbura, Burundi.

² Département des Sciences Naturelles, Ecole Normale Supérieure, B.P. 6983 Bujumbura, Burundi.

³ Ecole d'Aménagement et de Gestion de l'Environnement, Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi BP 526, Cadjèhoun, Cotonou, Bénin.

⁴ Office Burundais pour la Protection de l'Environnement, BP 2757 Bujumbura, Burundi

Article DOI: <https://doi.org/3.202351/annalfacscap.5.1.1536>

Abstract: The present study aims to present the current situation on the state of degradation of the Ruhororo ecosystem swamp for its restoration. The analyzes based on the floristic inventory have highlighted the biological value of this ecosystem on the basis of indicator species of high diversity. The determinants of the degradation of this ecosystem are based on the intensification of mineral exploitation activities, agriculture, research of plant species for various uses and the phenomenon of sedimentation. The negative impacts associated with this degradation are the loss of biodiversity, the change in species composition and the fragmentation of habitats. Restoration solutions for this ecosystem focus on mechanisms for the natural regeneration of species.

² **Auteur Correspondant:** joel.ndayishimiye@ub.edu.bi

Key words: remediation, fragmentation, cross-border management, monitoring, restauration, wetland ecosystems

Résumé : Cette étude cherche à présenter la situation actuelle sur la biodiversité floristique et l'ampleur de la dégradation de l'écosystème marais de Ruhororo en vue sa restauration. Les analyses basées sur l'inventaire floristique ont mis en évidence la valeur biologique de cet écosystème sur base des espèces indicatrices de haute diversité. Les déterminants de la dégradation de cet écosystème reposent sur l'intensification des activités d'exploitation des minerais, de l'agriculture, de la recherche des espèces végétales pour divers usages et le phénomène de sédimentation. Les impacts négatifs associés à cette dégradation sont la perte de la biodiversité, le changement de la composition spécifique et la fragmentation des habitats. Les solutions de restauration pour cet écosystème portent sur les mécanismes en faveur de la régénération naturelle des espèces.

Mots clés : remédiation, fragmentation, gestion transfrontalière, monitoring, restauration, écosystème humide.

INTRODUCTION

Le Burundi est l'un des pays de l'Afrique à croissance démographique très élevée avec une densité de plus de 289,3 habitants par kilomètre carré (RGPH, 2008). Une grande partie de sa population vit de l'agriculture mais se trouve confrontée au problème par manque de terres cultivables qui sont encore fertiles, étant donné que les sols des collines subissent une forte dégradation successive due aux violentes précipitations entraînant une érosion ainsi qu'une surexploitation très intensifiée des terres encore disponibles.

Pour faire face à ce déficit alimentaire et en même temps constituer des réserves, la population des milieux ruraux fait recours aux marais qui retiennent encore de l'eau, et où les conditions favorables à l'agriculture demeurent possibles. Pourtant ces zones humides jouissent d'un statut particulier de conservation si on se réfère à la convention RAMSAR sur la gestion des zones humides et aussi compte tenu de leurs importances du point de vue écologique (Cherry, 2011). En effet, les marais constituent d'importantes réserves d'eau et de terres agricoles, de litières, de fourrages et des matières premières pour les constructions, de ressources minières et des produits artisanaux (Nzigidahera, 2000).

Ces dernières années, au Burundi, la majorité des marais sont en perpétuel aménagement pour diverses activités dont le drainage et l'exploitation pour la riziculture et/ ou pour toutes les autres activités connexes. Toutes ces activités sont conduites souvent sans qu'aucune étude d'impact sur l'environnemental n'ait été

effectuée. En conséquence, il s'ensuit des pertes énormes et irréversibles des terres recherchées, de la biodiversité et une diminution du niveau de la nappe phréatique pouvant aboutir à une situation de sécheresse (Nzigidahera, 2000). Les récentes recherches ont permis aux décideurs de prendre conscience de l'importance de ces zones, et ces dernières sont considérées actuellement comme des composantes irremplaçables de l'environnement et fournissent des services primordiaux à la population (Nzigidahera, 2000 ; Bizuru, 2005 ; Ntovenimana, 2007).

Le marais de Ruhororo de la Commune Mabayi dans la Province de Cibitoke, sur lequel est réalisé cette étude, est soumis à des exploitations anarchiques des minerais entraînant ainsi une dégradation des habitats avec une très forte disparition des espèces végétales qui y sont présentes (**Fig. 1**).

L'écosystème marais de Ruhororo est localisé spatialement dans une zone importante de conservation de la biodiversité au niveau du Rift Albertin (Plumptre et al., 2003). Cependant, compte tenu de son inaccessibilité par rapport aux institutions de recherche, peu d'intérêt scientifique y a été attaché et aucune étude n'a été menée sur cette localité jusqu'à présent. Bien plus, le marais de Ruhororo est classé parmi les rares marais de hautes altitudes qui sont encore présentes au-delà de 1.700 m d'altitude et surtout en contact avec le Parc National de la Kibira (PN Kibira), qui est une zone de forêt de montagne (Bikwemu, 1991). En autres, sa position géographique dans une vallée entre les frontières du Rwanda et du Burundi, et sa configuration font penser qu'il s'agit d'une zone de connectivité entre les deux aires protégées contigües : le Parc National de la Kibira au Burundi et le Parc National de Nyungwe au Rwanda.

L'objectif global de cette étude est de présenter l'état actuel de la dégradation de la végétation du marais de Ruhororo en vue de sauvegarder sa biodiversité. Les données de base qui sont fournies dans cette étude à travers l'inventaire floristique et l'identification des facteurs de dégradation de la biodiversité de cet écosystème permettront aux décideurs de formuler des lois une bonne pratique afin de définir les stratégies de restauration et de gestion de cet habitat visant à important pour sa valeur biologique et son rôle de corridor biologique entre les deux parcs transfrontaliers ci-haut mentionnés. Les marais sont connus aussi comme étant des milieux qui participent au stockage du carbone (Tran & Matusch, 2017). Ainsi, la maîtrise des facteurs de dégradations demeure une priorité afin d'atténuer les risques de vulnérabilité surtout dans le contexte actuel de changement climatique.



Figure 1. Photo illustrant l'orpaillage sur la colline Hinda à proximité de la Rivière Ruhwa (Ruhororo) à Mabayi (Hakizimana, 2008)

MATERIEL ET METHODES

Localisation de la zone d'étude

L'Ecosystème Marais de Ruhororo fait partie du Secteur Mabayi du Parc National de la Kibira (PN de la Kibira). Il est situé en zone Ruhororo, commune Mabayi, province Cibitoke précisément dans la partie Nord-Ouest du PN de la Kibira. C'est un marais de haute altitude situé sur le bord de la rivière Ruhwa, du côté du Burundi et fait la frontière entre le Rwanda et le Burundi (Fig. 2).

Description de la végétation du marais de Ruhoro

La colline de Ruhororo, de la commune Mabayi s'étend sur la région du Mumirwa. Cette zone reçoit d'importantes précipitations jusqu'au début de la période de la saison sèche. Celle-ci ne dure que trois mois mais avec des faibles précipitations entre septembre et octobre. Les températures relativement élevées (12° à 18°) sont enregistrées de juillet à septembre. L'écosystème marais de Ruhororo est constitué d'une mosaïque d'habitats, formée essentiellement par une végétation typique des marais de haute altitude et des espèces de forêt de montagnes (Nzigidahera, 2012).

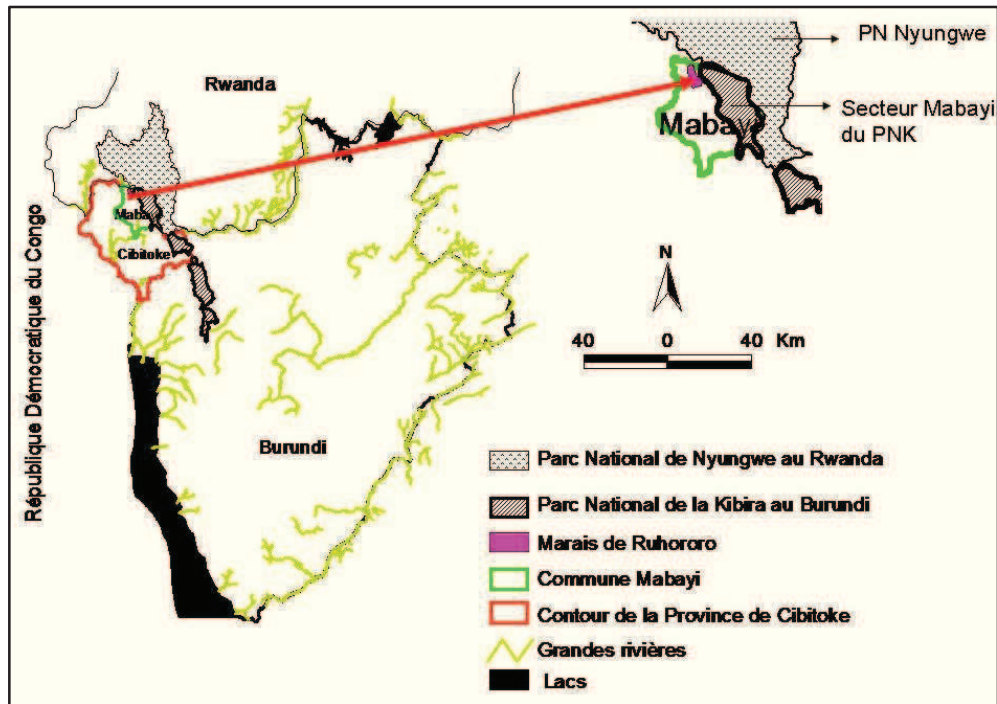


Figure 2 : Localisation du marais de Ruhororo par rapport à la Carte du Burundi. La carte a été obtenue grâce au logiciel Arcview 3.3.

C'est un marais qui comporte une végétation importante avec dominance des espèces de Poaceae, de Fabaceae, de Cyperaceae et des Asteraceae. Les arbres et arbustes sont représentés dans ce marais surtout au niveau de la lisière, ce qui fait penser que cette végétation constitue une relique d'une forêt secondaire (Fig. 3).

L'Ecosystème marais de Ruhororo fait partie intégrante du PN de la Kibira et jouit d'un statut de conservation. Cependant, face à la crise de 1993, les activités de conservation ont été affectées, et ce marais a connu des perturbations anthropiques dont les plus importantes sont les activités d'agriculture, d'orpaillage et d'exploitation des espèces de marais pour divers usages.

Des initiatives de récupération de cette zone ont été entreprises par l'Association Burundaise pour la Protection des Oiseaux (ABO) en collaboration avec l'Institut National pour l'Environnement et la Conservation de la Nature au Burundi (INECN) en 2008, actuellement l'Office Burundais pour la Protection de l'Environnement (OBPE) ; ce qui a permis de récupérer une partie du marais en fixant les limites du site par l'installation des plants d'*Eucalyptus*.

Technique de collecte des données

Phase de consultation avec les acteurs de la conservation de l'environnement

Les visites de terrain conduites entre 2012-2013, ont permis les contacts avec l'administration locale et les responsables de l'Office Burundais pour la Protection de l'Environnement (OBPE) du Secteur Mabayi et des gardes forestiers. Les informations reçues combinées avec les observations visuelles du site ont permis l'identification des déterminants de la dégradation du marais de Ruhororo.



Figure 3. Végétation du Marais de Ruhoro (A : Espèces typiques de forêts secondaires, B : Végétation à Cyperus).

Technique d'inventaires floristiques

Protocole d'échantillonnage : Pour étudier la composition floristique du marais de Ruhororo, nous avons adopté la technique d'échantillonnage combinant les transects et les quadrats. Dans cette étude, les quadrats sont considérés comme des unités d'échantillonnage et les transects sont assimilés à un type d'habitat. Pour augmenter l'effort d'échantillonnage et compte tenu de la configuration spatiale de la zone d'étude, nous avons décidé de placer trois transects suivant la ligne du cours d'eau de la rivière Ruhwa. Concrètement, le premier transect suit la ligne de bordures de la rivière, le deuxième transect correspond à la zone centrale du marais suivant le même prolongement, le troisième transect correspond aux espèces de la périphérie sur la zone de lisière entre le marais et la zone des terres fermes vers la colline. La distance entre un transect et un autre était de 15 m. Chaque transect contient 10 quadrats de 3 m x 3 m chacun et la distance entre un quadrat et un autre est de 200 m (**Fig. 4**).

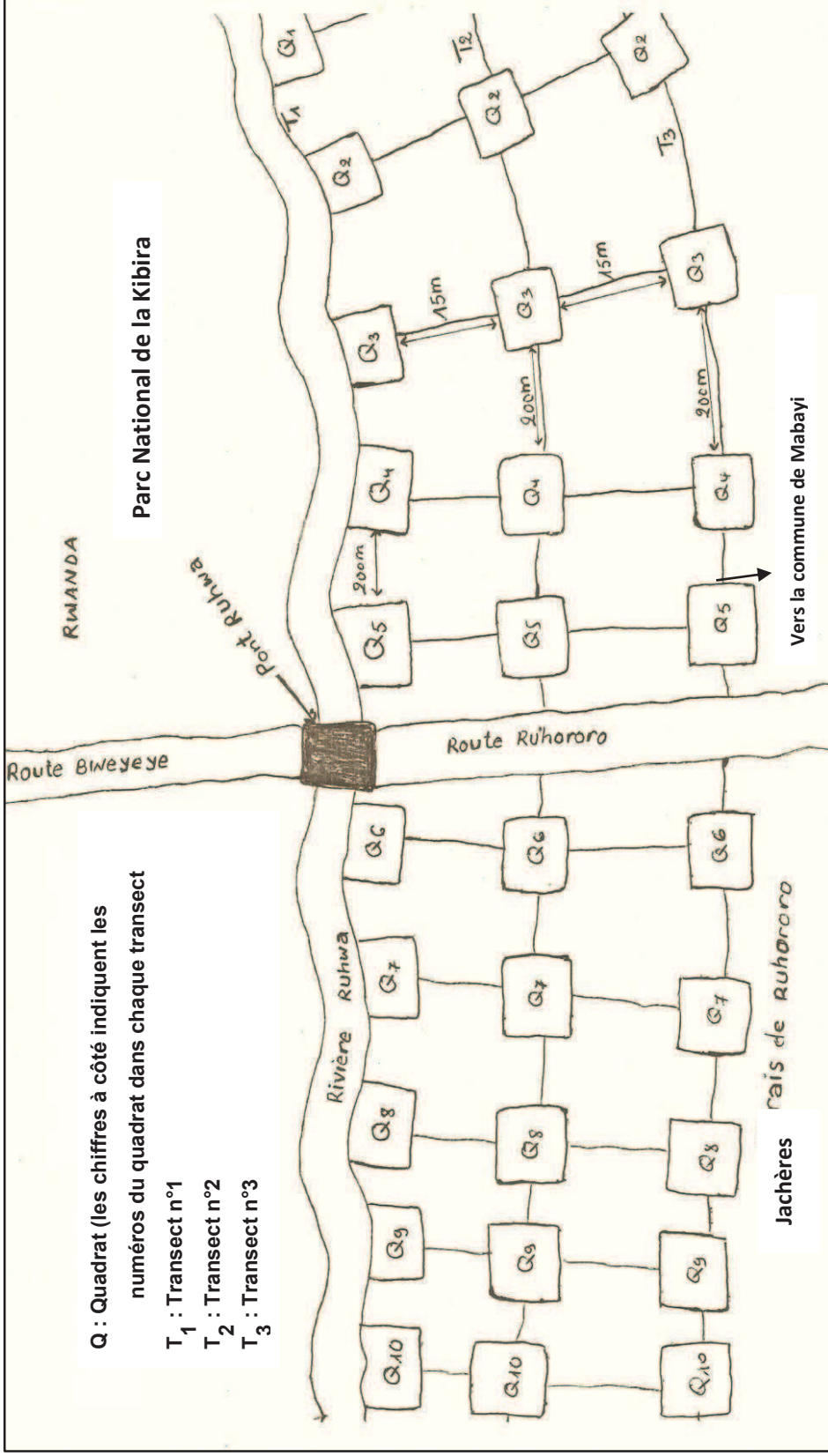


Figure 4 : Représentation schématique du plan d'échantillonnage au niveau de la zone d'étude

L'échantillonnage a été effectué en deux temps, mais en saison pluvieuse. Quelques inventaires supplémentaires ont été réalisées en fin de saison sèche. Afin de s'assurer de l'identification de nouvelles espèces, les quadrats permanents ont été installés et l'échantillonnage a été fait dans les mêmes quadrats.

Technique d'analyse des données : L'identification a été faite sur terrain chaque fois que cela était possible. Les espèces non connues ont été récoltées et mises en herbiers et, leur identification a été faite à l'Herbarium grâce à la consultation des herbiers et des ouvrages sur la flore d'Afrique Centrale et celle du Rwanda (Troupin ; 1978 ; 1982 ; 1988). Les informations concernant le nom de la famille de l'espèce, le nom scientifique de l'espèce, la date de récolte et le numéro de l'herbier, ont été ajoutées à chaque spécimen récolté. La vérification de la mise à jour des noms scientifiques des espèces et le système de classification retenu pour les noms des espèces et des familles végétales sont ceux repris par Lebrun & Stork (1991-2015).

La caractérisation de la composition floristique a été réalisée par l'indice de diversité spécifique, à savoir la richesse spécifique (Dajoz, 2000) qui représente le nombre total d'espèces collectées dans cette zone. Les informations en rapport avec les formes biologiques et les éléments phytogéographiques des espèces récoltées ont été déterminées selon le système de Raunkiaer (1934) et la théorie phytogéographique du Burundi selon Lewalle (1972). Nous retiendrons que les types biologiques expriment une stratégie d'adaptation d'une flore et/ou végétation face aux conditions de milieu.

Afin d'évaluer l'exhaustivité de l'échantillonnage, un estimateur non paramétrique de la richesse spécifique (Jack1) a été utilisée (Yeo et al., 2013) et les courbes de raréfaction ont été tracées afin d'apprécier l'effort d'échantillonnage. Nous précisons que les courbes de raréfaction ont été générées grâce aux statistiques développées par Colwell et al. (2004) grâce au logiciel libre *EstimateS*. L'expression mathématique correspondant à l'Estimateur de Jack1 est reprise ci-dessous :

$$S_{jack1} = S_{obs} + Q_1 \left(\frac{m-1}{m} \right) \quad (1)$$

Où S_{jack1} désigne la richesse spécifique théorique ; S_{obs} correspond à la richesse spécifique observée ; Q_1 : nombre d'espèces uniques dans une seule unité d'échantillonnage et (m) ; nombre d'unités d'échantillonnages réalisé dans le site.

RESULTATS

Richesse et caractéristiques floristiques de l'Ecosystème marais de Ruhororo

Le **Tableau 1** mentionné ci-dessous reprend la répartition des taxons recensés dans l'écosystème marais de Ruhororo selon les grands groupes taxonomiques. Ainsi, 127 espèces réparties en 99 genres et 46 familles ont été inventoriées dans cet écosystème. Les familles les plus numériquement représentées sont celles des *Asteraceae* avec 24 espèces, des *Poaceae* avec 15 espèces, des *Fabaceae* avec 10 espèces et des *Cyperaceae* avec 9 espèces. Les autres familles étant faiblement représentées. En annexe 1, nous présentons la liste des espèces inventoriées dans cet écosystème.

Tableau 1 : Synthèse des taxons recensés dans le marais de Ruhororo

Groupes taxonomiques	Familles		Genres		Espèces	
	Effectif	Proportion (%)	Effectif	Proportion (%)	Effectif	Proportion (%)
Ptéridophytes	10	22	14	14	14	11
Liliopsida	6	13	21	21	33	26
Magnoliopsida	30	65	64	65	80	63
Total	46	100	99	100	127	100

L'analyse des formes biologiques montre une nette dominance des Chaméphytes et des Thérophytes. En effet, les Chaméphytes sont fortement représentés avec une proportion de 40 % suivies des Thérophytes avec une contribution de 23 % par rapport à la florule totale (**Fig. 5**).

Pour ce qui est de l'analyse des éléments phytogéogéographique de la flore du marais de Ruhoro, les résultats de l'analyse montrent la dominance des éléments à distribution montagnarde où ils sont représentés avec une proportion de 32 % (**Fig. 6**). On note aussi une présence des éléments Afrotropical avec une proportion de 28%. Les endémiques sont faiblement représentés avec une proportion de 0.9%.

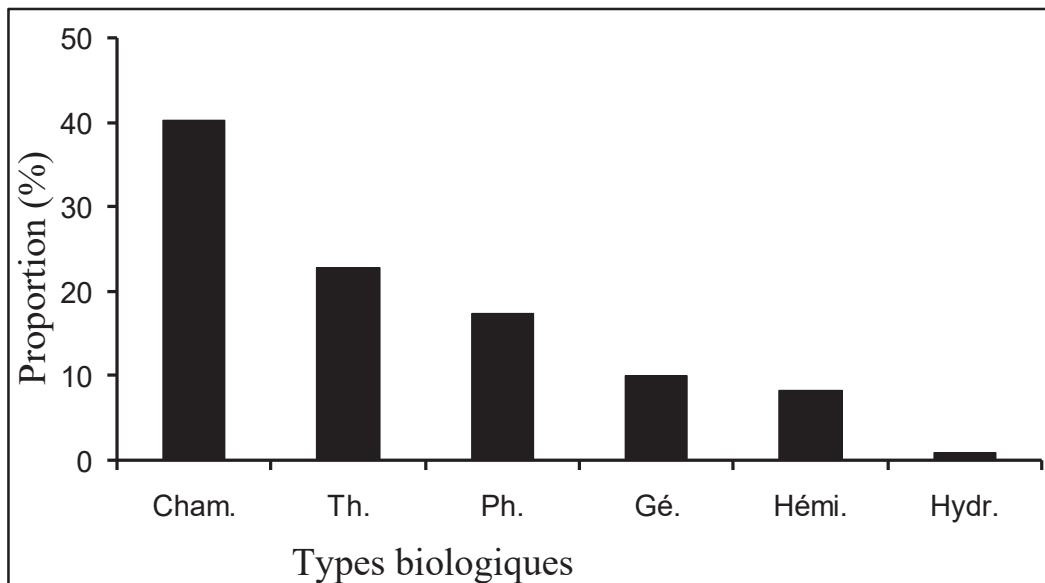


Figure 5 : Importance des types biologiques des espèces inventoriées dans le marais de Ruhororo

Légende : Cham. : Chaméphytes ; Th. : Thérophytes ; Ph. : Phanérophytes ; Gé. : Géophytes ; Hémi. : Hémicryptophytes ; Hydr. : Hydrophytes

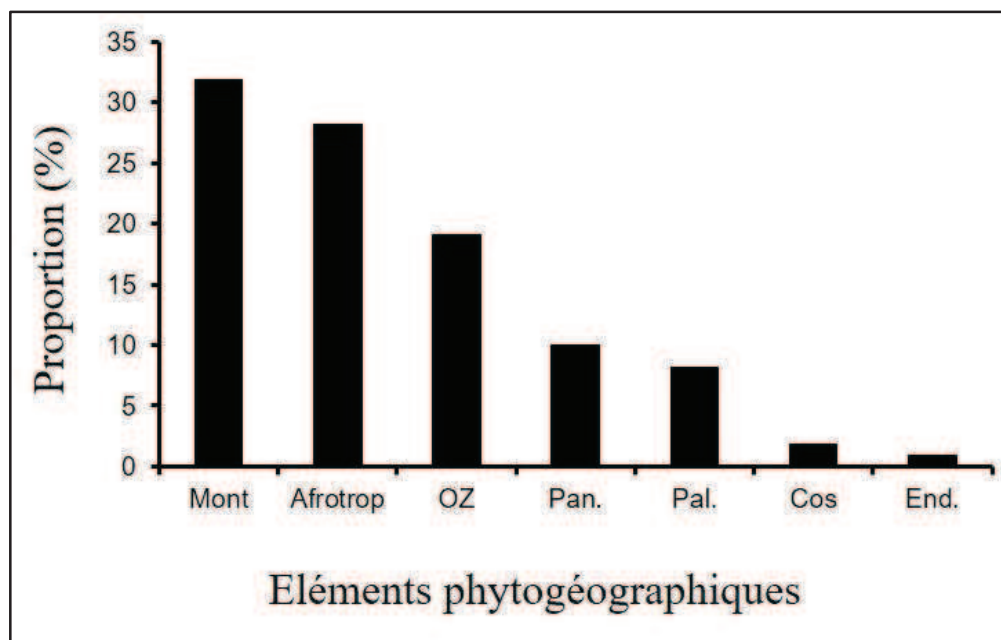


Figure 6 : Répartition des éléments phytogéographique des espèces inventoriées dans le marais de Ruhororo

Légende : Mont : Montagnard ; Afrotrop : Afrotropical ; OZ : Zambézien à dominance Oriental ; Pan. : Pantropical ; Pal. : Paléotropical ; Cos : Cosmopolite ; End. : Endémique

Evaluation de l'effort d'échantillonnage

Les courbes de raréfactions de la richesse spécifique montrent une variation de la richesse spécifique par rapport aux trois transects d'échantillonnage (habitats). Les résultats ont été obtenus grâce aux courbes de raréfaction de la richesse spécifique (Fig. 7). Les courbes de raréfaction montrent chacune une phase ascendante qui présente à partir de N inférieur ou égal à 50, une certaine inflexion, sans toutefois atteindre la vraie allure d'une asymptote. On remarque que pour les trois transects, la diversité spécifique est plus élevée dans le Transect 3 à N inférieur ou égal à 50. Cependant, on constate que l'effort d'échantillonnage demeure insuffisant pour tous les trois habitats. Aucune courbe n'atteint l'asymptote. Nous retenons de cette analyse qu'un effort d'échantillonnage demeure nécessaire pour connaître réellement le nombre d'espèces présentes dans tous les habitats du marais de Ruhororo.

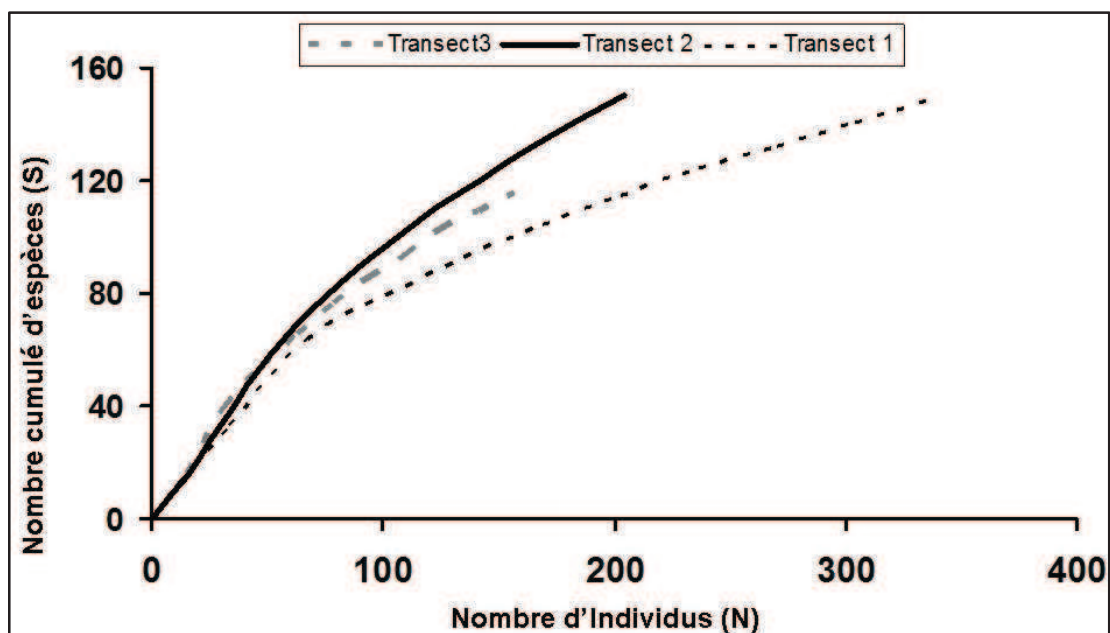


Figure 7 : Courbe de raréfaction représentant le nombre cumulé d'espèces en fonction de l'effort d'échantillonnage au sein de la zone d'étude. Les trois Transects sont assimilés aux habitats du marais de Ruhororo.

Les déterminants de la dégradation de l'écosystème marais de Ruhororo

Les observations visuelles de terrain et les consultations avec les acteurs de la conservation de la biodiversité ont pu dégager cinq principales origines de dégradation du marais de Ruhororo. Il s'agit de l'agriculture, des activités d'exploitation minière, de la sédimentation des rives de la Ruhwa entraînant des marécages et un grand envasement, la recherche de la litière par la population de

l'autre rive venant du Rwanda et la vannerie pour la fabrication des nattes. Les espèces comme *Cyperus latifolius* de la famille des *Cyperaceae* et *Triumfetta cordifolia* de la famille des *Malvaceae* sont les plus recherchées par les tresseurs des nattes qui les coupent en vue de la fabrication de ces dernières. Cependant, toutes ces perturbations n'affectent pas au même degré l'écosystème marais de Ruhororo.

En effet, une grande partie de l'occupation de la végétation du marais de Ruhororo est transformée en champs de culture des patates douces, des cannes à sucre (*Saccharum officinarum*), des maïs (*Zea mays*) et des pommes de terre (*Solanum tuberosum*). Les activités non coordonnées d'orpaillage pour la recherche de l'or entraînent la destruction des habitats naturels par l'élimination du sol et de la végétation. Ces travaux laissent des trous à la surface et parfois des grands ravins occasionnant ainsi une grande perte en termes d'occupation du sol. La reconstitution de la végétation est même difficile comme le montre la **Fig. 8**. Il convient de signaler que cette exploitation minière dans cette zone entraîne entre autres la pollution des eaux, la fragmentation des habitats et les risques d'apparition des espèces envahissantes.

La proximité du marais de Ruhororo à la frontière avec le Rwanda et son accès facile à travers un pont et une route à l'intérieur du marais offrent des avantages à la population des collines limitrophes pour la recherche des herbes pour la nourriture et la litière de leur bétail. Par ailleurs, ces mêmes herbes sont coupées pour la fertilisation du sol sur lequel on cultive les patates douces (*Ipomoea batatas*) et les pommes de terre. Cette coupe rend fragile les bordures de la rivière Ruhwa qui était aussi menacée par une forte sédimentation induite par l'érosion (**Figure 9**).

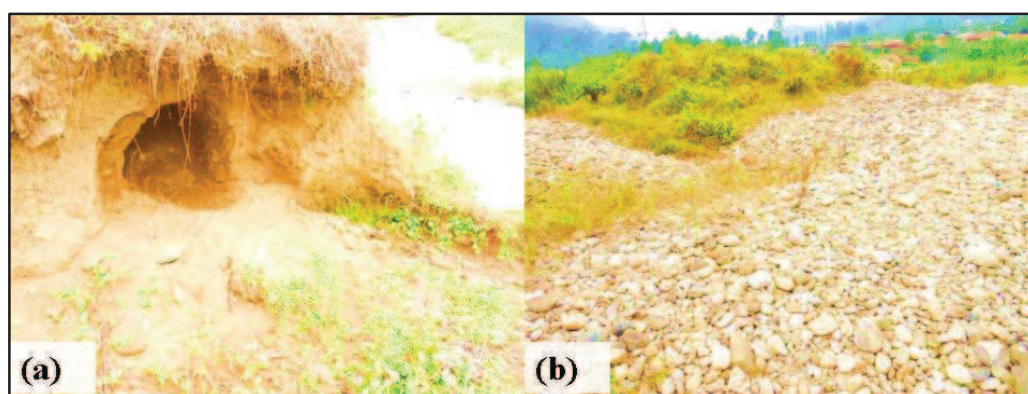


Figure 8. Illustration des activités de l'orpaillage dans le marais de Ruhororo (a : Nouveau site, b : Ancien site)

Les fortes inondations souvent enregistrées dans la zone pourraient entraîner à long terme des conflits liés aux limites par la déviation des eaux de la Ruhwa.



Figure 9. Illustration de la coupe de la végétation de Bordure de la rivière Ruhwa

DISCUSSION

Situation de la biodiversité floristique du marais de Ruhoro

La présente étude a permis de recenser 131 espèces réparties en 99 genres et 46 familles. Les familles numériquement représentées sont celles des *Asteraceae*, des *Poaceae*, des *Fabaceae* et des *Cyperaceae*. Ces résultats sont cohérents avec ceux de Hakizimana (2008), qui a travaillé sur les lisières de la Forêt du PN de la Kibira dans les localités de Hinda et Karandura à Ruhoro et ceux de Bizuru (2005) dans les marais de hautes altitudes du Burundi. Les courbes de raréfaction ont montré toutefois que d'autres inventaires sont nécessaires pour capter la totalité de la biodiversité de cette zone.

L'abondance de ces familles s'explique par la présence des espèces qui sont pour la plupart des annuelles ou bisannuelles, et qui poussent spontanément dans des cultures ou friches à l'aide des graines enfouis dans le sol (Hakizimana, 2008). Par ailleurs, les espèces de la famille des *Asteraceae* et *Fabaceae* sont surtout observées dans les endroits perturbés (Lewalle, 1972). Niyonzima (2012) admet que les *Asteraceae* dominent surtout grâce à leur plasticité écologique et grâce à leur mode de dissémination facilitée par le vent ou les animaux.

L'écosystème marais de Ruhoro est formé d'une mosaïque d'habitat et en conséquence, on y rencontre une certaine hétérogénéité de la végétation. Ainsi, la composition floristique du marais de Ruhororo a révélé la présence des espèces de la famille des *Cyperaceae* (*Cyperus latifolius*), *Juncaceae*, *Apiaceae* et *Polygonaceae*, ce qui confirme que le milieu d'étude contient des habitats des zones marécageuses. Cette composition floristique possède des similarités avec celles observées dans le marais de Kashiru à Ijenda par Bizuru (2005).

Nous avons rencontré dans notre base de données, un nombre important des espèces appartenant aux ptéridophytes dont l'espèce *Lycopodium clavatum* qui est

connue comme une espèce colonisatrice des sites dégradés par l'exploitation des minerais et aussi des milieux à tourbières (Smyth et al., 2015). D'où l'intérêt de préserver ce site car les tourbières ont une valeur scientifique où elles participent à la purification de l'eau et de l'air, au stockage du carbone, à la régulation des conditions climatiques locales, au cycle de l'eau. Les ptéridophytes constituent par ailleurs de bio-indicateurs de la richesse spécifique de certains milieux soumis à un degré de dégradation (Mangambu et al., 2015). A côté de ses espèces, se développent d'autres herbacées de hautes altitudes et qu'on rencontre fréquemment dans les milieux où affreurent la tourbe. C'est notamment *Alchemilla ellenbeckii*, *Brillantesia cicatricosa*, *Impatiens stuhlmanii*, *Phyllanthus odontadenius*, *Polygonum salicifolium*, *Rubus steudneuri*, *Triumfetta cordifolia* et *Vernonia conferta*.

L'étude des types biologiques faite sur base de leur répartition peut être un bon indicateur pour définir les conditions écologiques d'une région (Koechlin, 1961 ; Fatima, 2011). Dans cette étude, l'abondance des Chaméphytes et des Thérophytes a été mise en évidence. En effet, la dominance des Chaméphytes s'explique par leur adaptation à des niveaux différents de stress et augmente lorsque la dégradation est plus poussée (Daget, 1980 ; Benabadji & Bouazza, 2002). Les Thérophytes confirment que la zone d'étude est un milieu en évolution et par ailleurs soumis aux précipitations saisonnières (Barbero et al., 1990). Des proportions importantes de Phanérophytes ont été notées.

Ceci prouve que la végétation de l'écosystème marais de Ruhoro connaît une évolution progressive vers un état de jachères très âgés et qui pourraient évoluer vers le stade d'une forêt secondaire si les perturbations sont très maîtrisées. Les analyses phytogéographiques ont mentionné la prédominance de l'élément montagnard, ce qui est cohérent avec la position phytogéographique de notre zone d'étude dans le District afro-montagnard (Lewalle, 1972).

Pratiques de restauration du marais de Ruhororo

La restauration désigne l'ensemble des processus naturels et/ou assistés qui favorisent le rétablissement d'un écosystème qui a été dégradé suite aux actions anthropiques (Barnaud, 2007 ; Koffi, 2017). L'état actuel du marais de Ruhororo confirme que cet écosystème est fortement dégradé par les activités anthropiques. Cet écosystème est unique car il contient des espèces indicatrices de haute diversité en l'occurrence les ptéridophytes (Duque et al. 2005). Par conséquent, toutes les actions formulées pour retrouver son état d'origine devraient être prioritaires.

La situation actuelle du marais de Ruhororo montre que la végétation du marais de Ruhororo peut évoluer et atteindre le stade d'une végétation typique d'une forêt secondaire grâce à une régénération naturelle. Toutefois, toutes les formes de perturbations du marais de Ruhoro devraient être arrêtées. Cela a été mis en évidence par la présence des espèces dont *Virectaria major* qui montrent que la végétation actuelle du marais de Ruhoro évolue vers une jachère de type stade avancé. Ces mêmes observations ont été faites dans la Réserve Naturelle Forestière de Bururi (Bangirinama et al., 2016). Bien que le processus naturel de la régénération des espèces du marais de Ruhoro soit possible, des actions pour installer à certains endroits des espèces de la forêt du PN de la Kibira sont nécessaires pour accélérer la reprise de la forêt elle-même. De plus, les activités visant l'élimination manuelle des *Eucalyptus* déjà présentes à l'intérieur du marais et dont le caractère exclusif est connu, pourraient faciliter le processus de reprise de la végétation.

Nous avons aussi constaté, à travers cette étude, que l'érosion est présente dans cet écosystème, et occasionne des inondations et de la sédimentation au niveau de la Rivière Ruhwa. De même, de vastes étendues du marais demeurent entourées de marécageuses. Par conséquent, l'eau entraîne à leur passage une perte de la Biodiversité par envasement. La création des situations où l'eau de surface a la possibilité de s'imprégner dans le sol serait une des techniques les plus efficaces pour atténuer les impacts de l'érosion au niveau du marais de Ruhoro. Des actions d'installations des haies vives associées avec les graminées fourragères sur les pentes des collines seraient envisageables pour retenir l'eau. Ces mêmes graminées seraient par ailleurs une alternative pour atténuer l'infraction liée à la recherche des herbes pour leur bétail.

En définitive, les actions suivantes devraient être privilégiées à court terme afin de favoriser le procédé de régénération naturelle de la végétation pour restaurer l'écosystème marais de Ruhororo et que celui-ci continue à fournir ses fonctions écologiques. Ainsi,

- Une redéfinition des limites du marais par la cartographie s'impose pour freiner les activités liées à l'agriculture. On risque de voir un changement d'occupation du sol où la classe végétation risque d'être remplacée, à terme, par la classe champs de cultures.
- Les prélèvements des ressources en provenance de cette zone devraient être régulés afin d'éviter la disparition des espèces de marais comme la végétation à *Cyperus latifolius*.
- La conservation de la biodiversité de l'écosystème marais de Ruhororo exige une gestion transfrontalière compte tenue de sa configuration spatiale. A ce niveau, une bonne coordination entre l'administration locale, les responsables de l'OBPE au

Burundi, l'administration collinaire et les gestionnaires des ressources naturelles du PN de Nyungwe au Rwanda est incontournable. Pour cela, des actions en faveur de la population riveraine des deux rives devraient être initiées pour inciter la population locale à participer aux les activités de préservation de la biodiversité et faire face à la réduction de la pauvreté. Le développement de l'apiculture et les activités d'élevage du petit bétail semblent être les bonnes pratiques pour intégrer la population riveraine à la conservation de cet écosystème.

- L'encadrement des orpailleurs devrait être une priorité dans la localité pour respecter les lois et les règles en matière du code de l'environnement. Cette activité serait accompagnée par les activités en faveur de la création de nouveaux habitats au niveau des trous laissés par les activités de recherche de minerais. D'une certaine manière, le rebouchage des trous devrait être fait avec les débris végétaux pour faciliter l'installation de nouvelles espèces pionnières, notamment les lichens qui vont faciliter l'arrivée de nouvelles espèces. Pour que cette activité soit effective, il convient de développer des initiatives de remédiation des anciens sites miniers dans toute la région. Ceci résoudrait le problème lié à la fois pauvreté et à la dégradation de l'environnement en convertissant par exemple les anciens sites d'exploitation minière en étangs pour le développement de l'aquaculture.

- Les données de base sur la flore du marais de Ruhororo ont permis de montrer qu'il ya un grand nombre d'espèces à valeur écologique. Ainsi, les activités de monitoring des habitats du marais de Ruhororo devraient être initiées par l'Office Burundais pour la Protection de l'Environnement au Burundi pour le monitoring de la dynamique de la biodiversité du marais.

CONCLUSION

Le travail de recherche que nous avons mené dans le marais de Ruhororo nous a fourni des données importantes sur la composition floristique et l'état de la dégradation de cet écosystème. 131 espèces réparties en 99 genres et 46 familles ont été répertoriées. Cette richesse des espèces est liée à l'hétérogénéité des habitats du marais de Ruhororo où la présence des espèces de forêts et typiques des marais a été notée. Les résultats des analyses des formes biologiques ont pu prouver que le marais de Ruhohoro est fortement dégradé. Les plus importants facteurs de dégradation mis en évidence par cette étude sont liés à l'exploitation des minerais, à l'agriculture, à la recherche des espèces et à la sédimentation associée à l'érosion. Malgré cet état de dégradation, cet écosystème peut être restauré à travers les activités de mise en défens de toute activité d'exploitation afin de favoriser la régénération naturelle des espèces.

REMERCIEMENTS

Nous exprimons nos sincères remerciements à la coopération ARES-CCD de Belgique qui a accordé une bourse de mobilité à Mr Joël Ndayishimiye pour séjourner deux semaines à l'Université de Liège/Gembloux (Juillet 2022). Ce séjour a permis l'accès à la littérature, l'analyse et la rédaction du présent manuscrit. Une grande reconnaissance au Prof Jan Bogaert et son équipe de chercheurs pour toutes les facilitations qui nous ont été accordées. Les données de base pour la rédaction de ce manuscrit ont été collectées grâce à l'appui des responsables de l'Office Burundais pour la Protection de l'Environnement à Mabayi (Cibitoke) auquel nous tenons à adresser nos remerciements.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Bangirinama F., Havyarimana F. & Hakizimana P., 2016.** Evaluation du processus de la restauration écologique au cours de la dynamique post-culturale : cas des jachères du Burundi. *Bulletin scientifique sur l'Environnement et la Biodiversité* 1 : 39-55.
- Barbero M., Quezel P. & Loisel R., 1990.** Les apports de la phytoécologie dans l'interprétation des changements et perturbations induits par l'homme sur les écosystèmes forestiers méditerranéens. *Forêt Méditerranéenne*, 12 : 194-215.
- Barnaud G., 2007.** Séminaire « Restauration environnementale et reconquête et l'estuaire de Seine », Seine-Aval, Le Havre.
- Benabadji N. & Bouazza M., 2002.** Contribution à l'étude du cortège floristique de la steppe au Sud d'El Aricha (Oranie, Algérie). *Sci. Tech. N° spécial D* : 11-19
- Bikwemu G., 1991.** Paléoenvironnement et paléoclimat du Burundi occidental au cours des quarante derniers millénaires par l'analyse palynologiques des dépôts tourbeux. Thèse de doctorat, Université de Liège, Belgique.
- Bizuru E., 2005.** Etude de la flore et de la végétation des marais du Burundi. Thèse de doctorat, Université Libre de Bruxelles, Belgique.
- Cherry J. A., 2011.** Ecology of Wetland Ecosystems: Water, Substrate, and Life. *Nature Education Knowledge*, 3(10): 16
- Colwell R.K., Rahbek C. & Gotelli Nj., 2004.** The mid-domain effect and species richness patterns: what have we learned so far? *Am. Nat.* 163, E1-E23.
- Daget Ph., 1980.** Sur les types biologiques botaniques en tant que stratégie adaptative, cas des Thérophytes. In « *Recherches d'écologie théorique* ». Les stratégies adaptatives, pp. 89-114.
- Dajoz R., 2000.** Précis d'écologie, 7ème édition, Dunod, Paris, 615p.

- Duque Alvaro J., Duivenvoorden Joost F., Cavelier J., Sanchez M., Carolina P. & León A., 2005.** Ferns and Melastomataceae as indicators of vascular plant composition in rain forests of Colombian Amazonia. *Plant Ecology*, 178 :1-13
- Fatima B., 2011.** Contribution à une étude floristique et biogéographique des matorrals du versant sud de la région de Tlemcen. Université Abou Bakr Belkaid-Tlemcen. Mémoire de Master. République Algérienne Démocratique et Populaire.
- Hakizimana P., 2008.** Etude botanique des zones envahies du Parc National de la Kibira : Cas des sites de Bugarama, Mirudi et Ruhororo, Rapport. Association Burundaise pour la Protection des Oiseaux, République du Burundi.
- Koechlin J., 1961.** La végétation des savanes dans le sud de la République du Congo (Brazzaville). Mémoire ORSTOM. N°10. Paris, France
- Koffi.K.M.Y., 2017.** La question de la remédiation environnementale résultant de l'exploitation artisanale, à petite échelle de diamant : cas de l'Union du Fleuve Mano. Interfaces continentales, environnement. Thèse de doctorat. Université Toulouse3 Paul Sabatier (UT3 Paul Sabatier), France
- Lebrun J-P & Stork Al., 1991-2015.** Enumération des plantes à fleurs d'Afrique tropicale et Tropical African Flowering Plants : *Ecology and distribution*, Volume 1-7. Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève.
- Mangambu Mokoso Jdd., Muhashy F., Robbrecht E., Janssen Th., Honorine Ntahobavuka H.H. & Ruurd Van D., 2015.** Ptéridophytes : Bio indicateurs des changements opérés sur la structure des forêts de zone de montagnes du Parc National de Kahuzi-Biega à l'Est de la R.D. Congo. *International journal of scientific research in biological sciences*, 16 (2): 350-370.
- Niyonzima R., 2012.** Impact de l'exploitation des plantes médicinales sur la biodiversité : Cas de la commune Mbuye en province Muramvya, Mémoire, Université du Burundi, Burundi.
- Ntowenimana R., 2005.** Contribution à l'étude de la flore et de la végétation des marais du Burundi : Cas des marais de Ndurumu (Karuzi), Mémoire, Université du Burundi, Burundi.
- Nzigidahera B., 2000.** Analyse de la diversité biologique végétale nationale et identification des priorités pour sa conservation. Institut National pour l'Environnement et la Conservation de la Nature. Rapport, 128p.
- Nzigidahera B., 2012.** Vulnérabilité des forêts ombrophiles de montagne aux changements climatiques au Burundi : Renforcement de leur pouvoir d'adaptation. Bulletin scientifique de l'Institut national pour l'environnement et la conservation de la nature, 10 : 35-45

- Plumptre A.J., Behangana M., Ndomba E., Davenportt., Kahindo C., Kityo R., Ssegawa P., Eilu G., Nkuutu D. & Owunji I.,2003.** The Biodiversity of The Albertine Rift. *Albertine Rift Technical Reports* N°3.
- Raunkiaer C.,1934.** The lifes forms of plants and statistical plant geography. Oxford University Press, London.
- RGPH., 2008.** Rapport sur l'Etat et structure de la population, République du Burundi, Volume 3 : Analyse, Tome 6.
- Smyth N., Nienhuis C., Muldoon C. & Lynn D., 2015.** Conservation assessment and monitoring methods for the Annex V Clubmoss group (*Lycopodium* spp.) in Ireland. Irish Wildlife Manuals, No. 86. National Parks and Wildlife Service, Department of the Arts, Heritage and the Gaeltacht, Dublin, Ireland.
- Tran Db. & Matusch T.,2017.** Restoration of Melaleuca Swamp Ecosystem for Bird Diversity in the Mekong Delta of Vietnam. *MOJ Eco Environ Sci* 2 : 6
- Troupin G., 1988.** Flore du Rwanda. Spermatophytes. Volume IV, Musée Royal de l'Afrique Centrale. Tervuren, Belgique.
- Troupin G., 1982.** Flore du Rwanda. Spermatophytes. Volume II. Musée Royal de l'Afrique Centrale. Tervuren, Belgique. Annales Série In-8° Sciences Economiques 13.
- Troupin G.,1978.** Flore du Rwanda. Spermatophytes. Volume1. Annales. Musée Royal de l'Afrique Centrale, Tervuren. (Belgique). Série In-8° Sciences Economiques 9.
- Yeo K., Tiho S., Ouattara K., Konate S. Kouakou L.M.M., & Fofana M., 2013.** Impact de la fragmentation et de la pression humaine sur la relique forestière de l'Université d'Abobo-Adjamé (Côte d'Ivoire). *Journal of Applied Biosciences*, 61 : 4551- 4565.

Annexe 1. Liste des espèces inventoriées dans l'écosystème marais de Ruhororo

N°	Famille	Nom scientifique de l'espèce	E.P	T.B
1	Acanthaceae	<i>Brillantaisia cicatricosa</i> Lindau	OZ	Cham.
2	Apiaceae	<i>Hydrocotyle mannii</i> Hook. f.	Mont	Cham.
3	Apiaceae	<i>Centella asiatica</i> (L.) Urban	Pal.	Cham.
4	Apiaceae	<i>Agrocharis incognita</i> (C. Norman) Heywood & JuryNorman	Pal.	Hemi
5	Asteraceae	<i>Acmella caulirhiza</i> Delile	Afrotrop	Cham.
6	Asteraceae	<i>Sphaeranthus suaveolens</i> (Forssk.) DC. <i>Melanthera scandens</i> (Schumach. &Thonn.)	Afrotrop	Cham.
7	Asteraceae	Roberty	Afrotrop	Ph
8	Asteraceae	<i>Aspilia pluriseta</i> Schweinf.	Afrotrop	Thero

9	Asteraceae	<i>Crassocephalum bumbense</i> S. Moore	Afrotrop	Thero
10	Asteraceae	<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	Cos	Thero
11	Asteraceae	<i>Conyza pyrrophappa</i> Sch. Bip. ex A. Rich.	Mont	Cham.
12	Asteraceae	<i>Sigesbeckia abyssinica</i> (Sch. Bip.) Oliv. & Hiern	Mont	Cham.
13	Asteraceae	<i>Vernonia auriculifera</i> Hiern	Mont	Cham.
14	Asteraceae	<i>Vernonia conferta</i> Benth.	Mont	Cham.
15	Asteraceae	<i>Crassocephalum mannii</i> (Hook. f.) Milne-Redh.	Mont	Ph
16	Asteraceae	<i>Crassocephalum multicorymbosum</i> (Klatt) S. Moore	Mont	Ph
17	Asteraceae	<i>Senecio maranguensis</i> O. Hoffm.	Mont	Ph
18	Asteraceae	<i>Crassocephalum vitellinum</i> (Benth.) S. Moore	Mont	Thero
19	Asteraceae	<i>Helichrysum glutinosum</i> A. Braun	Mont	Thero
20	Asteraceae	<i>Helichrysum leptothamnus</i> Moeser	Mont	Thero
21	Asteraceae	<i>Melinis minutiflora</i> P. Beauv.	OZ	Cham.
22	Asteraceae	<i>Erlangea longipes</i> (Oliv. & Hiern) S. Moore	OZ	Ph
23	Asteraceae	<i>Guizotia scabra</i> (Vis.) Chiov.	OZ	Ph
24	Asteraceae	<i>Conyza aegyptiaca</i> (L.) Aiton	OZ	Thero
25	Asteraceae	<i>Microglossa pyrifolia</i> (Lam.) Kuntze	Pal.	Cham.
26	Asteraceae	<i>Dichrocephala integrifolia</i> (L. f.) Kuntze	Pal.	Thero
27	Asteraceae	<i>Ageratum conyzoides</i> L.	Pan	Thero
28	Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i> L.	Pan	Thero
29	Balsaminaceae	<i>Impatiens burtonii</i> Hook. f.	OZ	Thero
30	Basellaceae	<i>Basella alba</i> L.	Pan.	Ph
31	Blechnaceae	<i>Blechnum tabulare</i> (Thunb.) Kuhn	Afrotrop	Cham.
32	Caryophyllaceae	<i>Drymaria cordata</i> (L.) Willd. ex Roem. & Schult.	Pan.	Thero
40	Cyperaceae	<i>Fuirena stricta</i> Steud.	Afrotrop	Hemi
41	Cyperaceae	<i>Cyperus platycaulis</i> auct.	OZ	Gé
42	Cyperaceae	<i>Cyperus rigidifolius</i> Steud.	OZ	Gé
43	Cyperaceae	<i>Cyperus dichrostachyus</i> Hochst. ex A. Rich.	Pal.	Gé
44	Cyperaceae	<i>Cyperus dives</i> Delile	Pal.	Gé
45	Cyperaceae	<i>Kyllinga odorata</i> Vahl	Pan.	Gé
46	Cyperaceae	<i>Kyllinga erecta</i> Schumach. var. <i>erecta</i>	Pan.	Gé
47	Cyperaceae	<i>Cyperus distans</i> L. f.	Pan.	Hemi
48	Dennstaedtiaceae	<i>Blotiella glabra</i> (Bory) R.M. Tryon	-	-
49	Dennstaedtiaceae	<i>Histiopteris incisa</i> (Thunb.) J. Sm.	-	-
50	Dennstaedtiaceae	<i>Hypolepis sparsisora</i> (Schrad.) Kuhn	-	-
51	Dracaenaceae	<i>Dracaena afromontana</i> Mildbr.	Mont	Ph
52	Dryopteridaceae	<i>Dryopteris athamantica</i> (Kuntze) Kuntze	-	-
53	Euphorbiaceae	<i>Phyllanthus amarus</i> Schumach. & Thonn.	Afrotrop	Cham.
54	Phyllantaceae	<i>Phyllanthus fischeri</i> Pax	Afrotrop	Cham.
55	Phyllantaceae	<i>Phyllanthus pseudoniruri</i> auct.	Afrotrop	Cham.
56	Fabaceae	<i>Aeschynomene heurckeanae</i> Baker	Afrotrop	Cham.

57	Fabaceae	<i>Smithia elliotii</i> Baker f.	Afrotrop	Cham.
58	Fabaceae	<i>Aeschynomene schimperi</i> Hochst. ex A. Rich.	Afrotrop	Ph
59	Fabaceae	<i>Trifolium baccarinii</i> Chiov.	Mont	Thero
60	Fabaceae	<i>Trifolium usambarense</i> Taub.	Mont	Thero
61	Fabaceae	<i>Trifolium purseglovei</i> J. B. Gillett	Mont	Thero
62	Fabaceae	<i>Desmodium procumbens</i> (Mill.) Hitchc.	OZ	Cham.
63	Fabaceae	<i>Vigna parkeri</i> Baker	OZ	Cham.
64	Fabaceae	<i>Trifolium pseudostriatum</i> Baker f.	OZ	Thero
65	Fabaceae	<i>Crotalaria pallida</i> Aiton	Pal.	Cham.
66	Gentianaceae	<i>Swertia calycina</i> N.E. Br.	OZ	Cham.
67	Gleicheniaceae	<i>Dicranopteris linearis</i> (Burm. f.) Underw.	-	-
68	Hypericaceae	<i>Hypericum peplidifolium</i> A. Rich.	Mont	Cham.
69	Juncaceae	<i>Juncus effusus</i> L.	-	-
70	Juncaceae	<i>Juncus oxycarpus</i> E. Mey. ex Kunth	-	-
71	Lamiaceae	<i>Octomeron montanum</i> Robyns	Mont	Cham.
72	Lamiaceae	<i>Pycnostachys erici-rosenii</i> R. E. Fr.	Mont	Cham.
73	Lamiaceae	<i>Salvia nilotica</i> Juss. ex Jacq.	Mont	Hemi
74	Lamiaceae	<i>Homalocheilos ramosissimus</i> (Hook. f.) J. K. Morton	-	-
75	Lobeliaceae	<i>Monopsis stellarioides</i> (C. Presl) Urb.	Mont	Cham.
82	Myrsinaceae	<i>Maesa lanceolata</i> auct.	Mont	Ph
83	Nephrolepidaceae	<i>Nephrolepis undulata</i> (Afzel. ex Sw.) J. Sm.	-	-
84	Oleandraceae	<i>Arthropteris orientalis</i> (J.F. Gmel.) Posth.	Afrotrop	Gé
85	Onagraceae	<i>Ludwigia abyssinica</i> A. Rich.	Afrotrop	Cham.
86	Orchidaceae	<i>Eulophia horsfallii</i> (Bateman) Summerh.	Mont	Cham.
87	Orchidaceae	<i>Satyrium crassicaule</i> Rendle	Mont	Gé
88	Oxalidaceae	<i>Oxalis corniculata</i> L.	Cos	Hemi
89	Oxalidaceae	<i>Biophytum helenae</i> Buscal. & Muschl.	-	-
90	Piperaceae	<i>Piper capense</i> L. f.	-	-
91	Plantaginaceae	<i>Plantago palmata</i> Hook. f.	-	-
92	Poaceae	<i>Cynodon nlemfuensis</i> Vanderyst	Afrotrop	Cham.
93	Poaceae	<i>Agropyron repens</i> (L.) P. Beauv.	Afrotrop	Hemi
94	Poaceae	<i>Pennisetum purpureum</i> Schumach.	Afrotrop	Hemi
95	Poaceae	<i>Panicum subalbidum</i> Kunth	Afrotrop	Thero
96	Poaceae	<i>Panicum adenophorum</i> K. Schum	Mont	Thero
97	Poaceae	<i>Panicum chionachne</i> Mez	Mont	Thero
98	Poaceae	<i>Arthraxon micans</i> (Nees) Hochst	OZ	Cham.
99	Poaceae	<i>Brachiaria decumbens</i> Stapf	OZ	Cham.
100	Poaceae	<i>Brachiaria mutica</i> (Forssk.) Stapf	OZ	Cham.
101	Poaceae	<i>Eragrostis hispida</i> K. Schum.	OZ	Cham.
102	Poaceae	<i>Setaria kagerensis</i> Mez	OZ	Gé
103	Poaceae	<i>Leersia hexandra</i> Sw.	Pan	Cham.
104	Poaceae	<i>Panicum coloratum</i> L.	Pan	Thero

NDAYISHIMIYE J. et al. 2023. Biodiversité floristique et dégradation des écosystèmes humides : cas du Marais de Ruhororo (Commune Mabayi, Province Cibitoke, Burundi).

105	Poaceae	<i>Paspalum auriculatum</i> auct.	-	-
106	Poaceae	<i>Setaria caudula</i> Stapf	-	-
107	Polygonaceae	<i>Rumex bequaertii</i> De Wild.	Mont	Hemi
108	Polygonaceae	<i>Polygonum setosulum</i> A. Rich.	OZ	Thero
109	Polygonaceae	<i>Polygonum nepalense</i> Meisn.	Pal.	Thero
110	Polygonaceae	<i>Polygonum salicifolium</i> Brouss. ex Willd.	Pan	Thero
111	Primulaceae	<i>Lysimachia ruhmeriana</i> Vatke	Mont	Cham.
112	Pteridaceae	<i>Pteris linearis</i> Poir.	Pal.	Cham.
113	Ranunculaceae	<i>Ranunculus multifidus</i> Forssk.	Afrotrop	Hemi
114	Rosaceae	<i>Alchemilla ellenbeckii</i> Engl.	Afrotrop	Cham.
115	Rosaceae	<i>Alchemilla kiwuensis</i> Engl.	Mont	Cham.
116	Rosaceae	<i>Rubus apetalus</i> Poir.	Mont	Ph
117	Rosaceae	<i>Rubus pinnatus</i> Willd.	Mont	Ph
118	Rubiaceae	<i>Oldenlandia goreensis</i> (DC.) Summerh.	Afrotrop	Cham.
119	Rubiaceae	<i>Oldenlandia lancifolia</i> (Schumach.) DC.	Afrotrop	Thero
120	Rubiaceae	<i>Virectaria major</i> (K. Schum.) Verdc.	Mont	Cham.
121	Rubiaceae	<i>Spermacoce princeae</i> (K. Schum.) Verdc.	OZ	Thero
122	Scrophulariaceae	<i>Lindernia subracemosa</i> De Wild.	Mont	Cham.
123	Scrophulariaceae	<i>Veronica abyssinica</i> Fresen.	Mont	Cham.
124	Selaginellaceae	<i>Selaginella goudotiana</i> Spring	-	-
127	Malvaceae	<i>Triumfetta cordifolia</i> A. Rich.	Afrotrop	Ph