



## La végétation naturelle d'Élisabethville (actuellement Lubumbashi) au début et au milieu du XXIème siècle

### The natural vegetation of Élisabethville (at present Lubumbashi) at the beginning and middle of the XXth century

François MALAISSE<sup>1,2</sup>, Jan BOGAERT<sup>3</sup>, Sylvain BOISSON<sup>4</sup> & Yannick USENI SIKUZANI<sup>5</sup>

**Abstract** : After having introduced the pertinence of the information shortage available regarding the time of the creation of the town of Elisabethville, a first theme is reviewed. It consists to define some terms, as well in French than in English, they concern the vegetation units of the region and diverse sub-types. Quoting the word « miombo » induces to take into consideration more than forty papers using this word in their title and more than hundred books and papers concerning this vegetation. Next, a whole of work are reviewed. First, two anonymous works which contain a beautiful collection of eloquent pictures, of which 14 concerning our theme, are presented and the pictures are commented. Then complementary arguments are quoted ; they confirm the first deductions. Finally personal observations carried out from 1966 to 1969 are reported, analyzed and discussed. Several photos illustrate our study.

Key words : Elisabethville, Lubumbashi, Natural vegetation, Open forest, Miombo.

**Résumé** : Après avoir introduit la pertinence de la pénurie d'informations disponibles concernant l'époque de la création de la ville d'Elisabethville, un premier thème est abordé. Il consiste à définir un certain nombre de termes, tant en français qu'en langue anglaise. Ils concernent les unités de végétation de la région et divers sous-types. Citer le mot « miombo » induit de prendre en considération plus de quarante articles utilisant ce terme dans leur titre et plus de cent livres et articles concernant cette végétation. Ensuite, un ensemble d'ouvrages sont passés en revue. D'abord, deux ouvrages anonymes qui contiennent une belle collection de photos éloquentes, dont 14 concernant notre thème, sont présentés et les photos commentées. Ensuite des arguments complémentaires sont cités ; ils viennent confirmer les premières deductions. Enfin des observations personnelles effectuées de 1966 à 1969 sont rapportées, analysées et discutées. Plusieurs photos illustrent notre étude.

Mots-clés : Élisabethville, Lubumbashi, Végétation naturelle, Forêt claire, Miombo.

## INTRODUCTION

La gestion et l'aménagement des espaces verts à l'intérieur et en périphérie des grandes villes africaines est un thème d'actualité. Elle s'appuie principalement sur des comparaisons d'imagerie satellitaire récente, ainsi que sur des enquêtes locales. Mais il serait d'autre part intéressant de disposer d'informations relatives à des périodes plus anciennes. L'actuelle ville de Lubumbashi, en République démocratique du Congo présentait en 2015 une population de l'ordre de 1,794 millions d'habitants. Une superficie de 747 km<sup>2</sup> est concernée. Peu d'informations de la période du début du XXIème sont disponibles au sujet du type et du couvert de la végétation présente à cette époque. C'est cette lacune que nous nous proposons de combler dans le présent article.

<sup>1</sup> Unité Biodiversité et Paysage, Gembloux Agro-Bio Tech, Université de Liège, Belgique, Email : [malaisse1234@gmail.com](mailto:malaisse1234@gmail.com)

<sup>2</sup> Botanical Garden Meise, Nieuwelaan 38, B-1860, Meise, Belgique.

<sup>3</sup> Unité Biodiversité et Paysage, Gembloux Agro-Bio Tech, Université de Liège, Belgique, Email : [j.bogaert@uliege.be](mailto:j.bogaert@uliege.be)

<sup>4</sup> Biodiversity and Landcape, Gembloux Aggro-Bio Tech, University of Liège, 5030 Gembloux, Belgium, Email : [sylvainboisson@hotmail.com](mailto:sylvainboisson@hotmail.com)

<sup>5</sup> Professeur associé, Unité Écologie, restauration écologique et paysage, Faculté des Sciences Agronomiques ; Université de Lubumbashi, 1815, Lubumbashi (RD.Congo), Email : [yannickuseni@gmail.com](mailto:yannickuseni@gmail.com)

Mais en premier lieu, il convient de mieux définir et préciser le terme français de « forêt claire de type tropical humide » et également le terme de sa dénomination en langue anglaise « open forest of wet tropical type ». Divers articles et ouvrages de la première moitié du XXI<sup>ème</sup> siècle parle de « savane boisée ». C'est par exemple le cas de SCHMITZ (1947). Le terme anglo-saxon de « wooded savannah » y correspond. Les termes de « forêt claire » et « open forest » sont utilisés plus tard. Pour justifier ces termes la valeur de la surface terrière à 1,3 m de hauteur (symbole G) est prise en considération (Tableau 1). L'intérêt de ces valeurs a encore été rappelé lors d'études concernant la « forêt claire de tapia de Madagascar » (MALAISSE et al., 2013).

**Tableau 1.-** Dénominations de divers types de végétation.

Dénomination	Dénomination anglaise	G (surface terrière)
Forêt dense sèche	Dry evergreen forest	30-40 et plus
Forêt claire	Open forest	12-25
Savane boisée	Wooded savannah	5-12
Savane arborée	Tree savannah	3-5
Savane arbustive	Shrub savannah	1-3
Savane herbacée	Herbaceous savannah/Grassland	0

Les publications abordant la forêt claire de type miombo sont nombreuses. Il convient de signaler que le site « References from IGBP Miombo Report » cite 125 articles dont 23 possèdent le mot « miombo » dans leur dénomination. Nous en avons retenu les études pertinentes de DELEVOY (1948), BOALER (1966a-b), ERNST (1971, 1975), MALAISSE & STRAND (1973), LAWTON (1972), CHIDUMAYO (1987, 1988, 1989, 1991, 1993, 1995, 1997b, 2004, 2013, 2017), DESANKER & PRENTICE (1994), DEWEES (1994), MTAMBANENGWE & KIRCHMANN (1995), CAMPBELL (1996), DESANKER (1996), FROST (1996) et MTAMBANENGWE (1998). Le mot « miombo » est encore signalé comme nom vernaculaire des *Brachystegia*, voire de *Julbernardia* et connu pour un miel délicieux, le «miombo forest honey- Brachytegia trees » ! Nous citerons encore quelques publications, en ordre chronologique : BOALER (1966), ENDEAR (1967), GOFFINET & FRESON (1972), MALAISSE et al. (1972), FRESON (1973), GOFFINET (1973), MALAISSE (1973, 1974, 1976a, 1982, 1984, 1993), LAWTON (1978, 1980), CELANDER (1983), JONHSON & CHOINSKI (1993), GRUNDI (1995), KIGOMO (1995), ABBOT & HOMENWOOD (1999), TIMBERLAKE & CHIDUMAYO (2001), CHIDUMAYO & KWIBISA (2003), MUNISHI et al. (2010), GILLIBA et al. (2011), VINYA et al. (2013, 2019), WUTA et al. (2013), JEW (2016), GONÇALVES (2017), PELLETIER et al. (2018), ZIMBA et al. (2020)

En deuxième lieu, nous approcherons la distinction « type humide versus type sec ». Quelques articles abordent divers aspects des précipitations dans des sites où s'observent des forêts claires de type miombo. Il convient d'abord de se souvenir que dès mars 1911, GATHUIS (1911) publie les données pluviométriques de l'année civile 1910 et de telles observations régulières ont été faites à la mine de l'Étoile, puis à Élisabethville et publiées chaque année pendant plusieurs décennies ! Pour cette première publication, les données de l'année civile 1910, appartiennent donc à deux années pluvieuses différentes. Si on les regroupait elles donnent un total de 2055 mm. Ce total n'a pas de sens, mais néanmoins montre, que pour les périodes concernées des valeurs nettement supérieures aux valeurs actuelles ont été enregistrées. Concernant le miombo, nous citerons encore JEFFERS & BOALER (1966), ALEXANDRE (1977), HARJOABA & MALAISSE (1978), MALAISSE et al. (1978). ALEXANDRE (1977) considère 1200 mm comme une valeur annuelle normale pour le Miombo du Katanga. Sur base de ces articles, la valeur pivot de 1150 mm de précipitations annuelles avait été proposée comme permettant de distinguer un type sec (valeur annuelle inférieure à 1150 mm) observé dans la partie australe de l'Afrique (Zimbabwe et Afrique du Sud) et un type humide (valeur annuelle supérieure à 1150 mm) observé au Haut-Katanga, dans les environs de Lubumbashi, dans le sud de la Tanzanie, au Burundi et dans le nord de l'Angola et le nord de la Zambie. MALAISSE & KAPINGA (1987) avaient estimé la superficie respective de ces deux types à 730.875 km<sup>2</sup> (type sec) versus 1.239.975 km<sup>2</sup> (type humide). Nous aborderons encore plus loin dans cet article divers aspects de la pluviosité pour Lubumbashi.

En troisième lieu, rapidement, le terme de « forêt dense sèche de type muhulu » peut également être précisé. Il a été fréquemment utilisé pour le Haut-Katanga, notamment par SCHMITZ (1962), MALAISSE et al. (1970), LEBLANC & MALAISSE (1978), DIKUMBWA (1990), MALAISSE et al. (2000) et MEERTS & HASSON (2016). C'est une forêt dense sèche caractérisée notamment par la présence de huit essences particulières, dont notamment *Entandrophragma delevoiyi*. Ce type de végétation a encore été abordé par WHITE (1983).

En quatrième lieu, nous aborderons les informations relatives à la végétation qui prévalait pendant la première moitié du XX<sup>ème</sup> siècle à Elisabethville et ceci en utilisant divers documents souvent négligés. Il convient de signaler que le nom d'Élisabethville avait été donné en l'honneur d'Élisabeth Gabrielle Valérie Marie de Wittelsbach, duchesse de Bavière et épouse du roi Albert I<sup>er</sup>. D'abord, nous avons parcouru avec attention deux ouvrages remarquables (ANONYME, 1956 ; ANONYME, 1961). Le Tableau 2 reprend les ouvrages, les pages et les sujets de photos prises à des emplacements situés en forêt claire.

Tableau 2. Photos prises en forêt claire de type miombo humide.

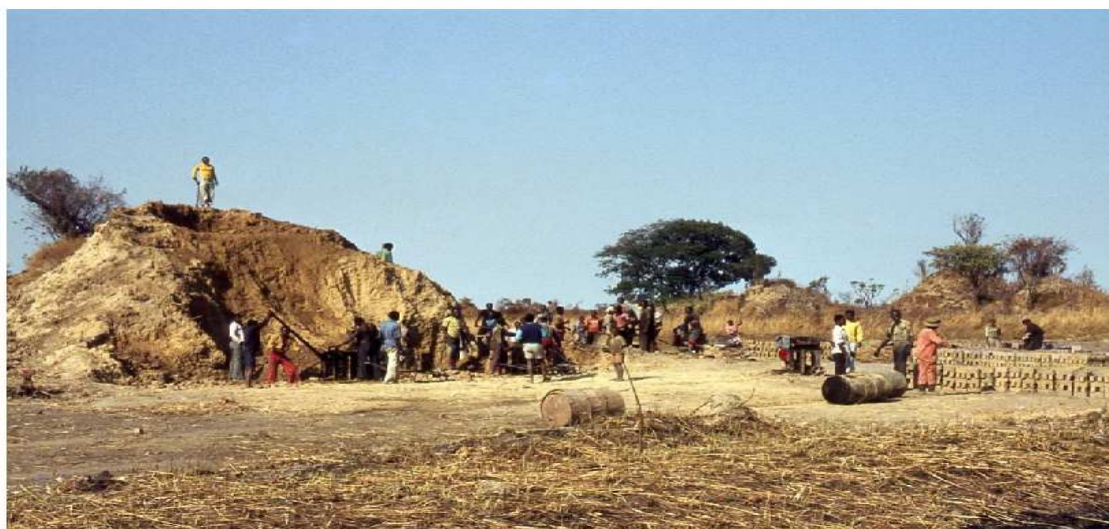
Ouvrage	Page	Sujet
Anonyme (1956)	93	Les débuts d'Élisabethville : l'avenue Royale.
Anonyme (1956)	113	L'hôpital indigène de la Lubumbashi.
Anonyme (1956)	131	Élisabethville en 1921 : le carrefour des avenues de l'Etoile du Congo et du Sankuru.
Anonyme (1961)	45	La sortie de la messe, Mgr de Hemptinne est en costume laïc, coiffé d'un chapeau mou.
Anonyme (1961)	52	La voie ferrée atteint Élisabethville et le Katanga prend pignon sur le monde (1910).
Anonyme (1961)	61	Les premières maisons en tôle représentent, dit-on, un progrès considérable, mais il faisait plus frais ou le chaume !
Anonyme (1961)	65	Au long des avenues encore primitives, de « coquettes villas » commencent à s'aligner.
Anonyme (1961)	77	Ici, une avenue doit passer, mais il faudra de longues semaines d'effort pour aplanir cette énorme termitière.
Anonyme (1961)	81	Dès les premières années, les hôpitaux d'Élisabethville accueillent tous les Africains et sauvent bien des vies Voici l'hôpital érigé par la Compagnie du Chemin de Fer du Katanga.
Anonyme (1961)	97	La motorisation s'accélère et l'on voit apparaître les motocyclettes avec « side-car ».
Anonyme (1961)	109	L'hôpital de la Lubumbashi en 1918.
Anonyme (1961)	113	Dans le parc d'Élisabethville, les arbres de la primitive nature ombragent une ornementation florale ordonnée et un kiosque à musique du « bon vieux temps »
Anonyme (1961)	120	Le carrefour de l'avenue du Moero et de l'avenue du Sankuru.
Anonyme (1961)	129	L'avenue du Lomami en 1918.

Tout comme les photos, que nous ne pouvons malheureusement pas reproduire, les commentaires sont éloquentes concernant l'omniprésence de la forêt claire de type miombo humide sur le site étudié ! D'autres publications confirment et complètent cette affirmation. Ainsi LEBLANC & MALAISSE (1978) dans une étude écosystémique de la ville de Lubumbashi, commentent « la couverture végétale ancienne » en pages 70 et 71. Ils font état, d'une part d'îlots de forêt dense sèche ou « muhulu » mais aussi et surtout de forêt claire. Ils fournissent les circonférences à 1,3 m de hauteur (de 5,8 à 3,3 m) de diverses essences ; un argument éloquent ! Enfin, toujours en 1978, subsiste encore un petit espace boisé d'environ 5 hectares où plusieurs espèces relevant du cortège de la forêt claire de type miombo humide subsistent, de même que de nombreuses hautes termitières érigées par *Macrotermes falciger*. Ces dernières avaient fait l'objet de divers commentaires pertinents, dès le tout début du XX<sup>ème</sup> siècle (LEMAIRE, 1902 ; KASSNER, 1911 ; DE WILDEMAN, 1913, 1921 ; FRIES, 1921) et plus tard (WHITE, 1965 ; MALAISSE, 1976b). Une photo éloquente en a été publiée (MALAISSE, 2019). Mais il convient également de disposer d'une photo de forêt claire de type miombo humide intacte pour compléter notre réflexion. Ces deux photos sont reprises plus loin. Nous reprenons encore, en annexe, un relevé phytosociologique effectué en ville, à la Kasapa en 1968 (Annexe 1). Enfin il faut encore signaler qu'en 1899, sur l'initiative du Britannique Robert William, un ami de l'homme d'affaires Cecil Rhode, une équipe de géologues anglais dirigée par Georges Grey et le géologue Franz-Eduard Studt fut autorisée à prospecter au Katanga. Entre 1902 et 1906, cette équipe identifia les principaux gisements de cuivre et d'étain dans la province du Katanga (BISSON, 2000). Il est clair que ce sont les gisements cuprifères (MALAISSE et al., 2016) qui ont impliqués le choix du site de la ville (CHAPELIER, 1957). Élisabethville est une ville née ex nihilo au sein d'un massif de miombo (LEBLANC & MALAISSE, 1978). C'est en 1909 qu'un quadrilatère de 20 km<sup>2</sup> a été dessiné dans le miombo, près d'une rivière où une usine a été construite (LEBLANC & MALAISSE, 1978). La déforestation a commencé dès la création de la ville en 1910 et s'est poursuivie en s'amplifiant notamment en fonction de l'exode rural qui a provoqué une consommation accrue de charbon de bois pour les besoins

domestiques et les petites entreprises (MALAISSE 1977, MEGEVAND et al., 2013). D'une population qui est passée de près de 6.000 habitants en 1911 (DIBWE, 2009) à plus de deux millions en 2015 (United Nations, 2016). BRUNEAU & PAIN (1990) et MALAISSE & BINZANGI (1985) estimaient, pour leur part, qu'en 1985 le rayon de l'aurole de déforestation avançait, en moyenne, de 1,4 km par an.



**Photo1.-** Forêt claire intacte de type miombo humide © François MALAISSE, Luiswishi, juillet 1972.



**Photo 2. –** Photo prise à proximité du Musée de Lubumbashi et du Lycée Kiwele, présence de hautes termitières et de quelques arbres rémanents de forêt claire. © François MALAISSE, septembre 1970.

Toujours dans les années 1966 à 1986, subsistait un emplacement de forêt claire sur le site de la Kasapa. Une partie de cet emplacement a servi à une étude de l'évolution de la surface foliaire par des mesures effectuées tous les quinze jours pendant un an (MALAISSE, 1988), une autre partie à l'installation du « Jardin Botanique de la Kasapa » inauguré par le professeur J.J. SYMOENS en mai 1967.

Les ingénieurs forestiers belges de l'époque s'intéressent à divers comportements des « indigènes », notamment à la pratique de l'écobuage, pratique importée de Zambie (Rhodésie du Nord à l'époque) et prônent des mesures de protection de la forêt claire, dénommée à l'époque « savane boisée » (SCHMITZ, 1947). Ce binôme linguistique se retrouve aussi dans la langue anglaise ; le « wooded savannah » ancien et l'« open forest » actuel.

Il convient encore de signaler que le quadrilatère, situé dans le sous-district de la plaine de Lubumbashi, limité par les parallèles 11°30' et 11°50' sud et les méridiens 27°17' et 27°40' est, soit une étendue de 154.870 hectares (SCHMITZ, 1971) a été cartographié en détail des points de vue, botanique, pédologique et sur le plan de l'utilisation du sol depuis 1956. Au sein de cette zone, MUYEMBA & BOGAERT (2014) ont étudié une étendue de 1445,8 km<sup>2</sup> autour de Lubumbashi dans les limites formées par 27°17'17" et 27°38'57" de longitude est et 11°29'35" et 11°29'31" de latitude sud. Dans cette zone, il a été noté qu'en 1956, la forêt faisait partie des composantes paysagères les plus répandues autour de Lubumbashi. En effet, à partir d'une analyse de données cartographiques couplées aux photographies aériennes, il ressort des résultats obtenus que la forêt claire a occupé 85% du territoire en 1956. Cette forêt couvrait plus de 84 % de la superficie du Katanga méridional (SYS & SCHMITZ, 1959).

Une carte publiée en 1957 par Alice CHAPELIER dans son étude « Élisabethville. Essai de géographie urbaine » montre « Les développements successifs d'Élisabethville de 1910 à 1955. Il en ressort, qu'en 1925, une grande partie de la ville d'Élisabethville n'était pas bâtie et dès lors que la forêt claire de type miombo humide existait sur une grande superficie de celle-ci à cette époque. Nous reprendrons encore quelques commentaires de cet auteur. Elle signale que « pendant une quinzaine d'années, l'occupation de la ville s'est faite dans la quadrilatère tracé par le plan de 1910 et limité par le boulevard Élisabeth à l'ouest, l'avenue de Kambove au nord, les avenues de la Gare et du Camp à l'est et l'avenue limite sud. Cette dernière appellation était encore active en 1967, deux bâtiments de l'Université y étaient situés et abritèrent la Faculté de Médecine vétérinaire et les unités de Chimie et de Géographie

## DISCUSSION

Les informations rassemblées ci-dessus établissent clairement que le site de l'actuelle ville de Lubumbashi était jadis un territoire où existait principalement une forêt claire de type miombo. Cette information n'avait jamais, à ce jour, été mise en évidence d'une façon facilement accessible. D'autre part, l'importance, en Afrique tropicale, de ce type de forêt est clairement établie. Plusieurs publications peuvent être citées concernant ce type de forêt, notamment MALAISSE (1997, 2010, mais encore l'ouvrage récent « Miombo Woodlands in a changing Environment: Securing the Resilience and Sustainability of People and Woodlands » (RIBEIRO et al., 2020). Enfin KALOMBO (1995, 2015) étudie en détail la pluviosité récente pour Lubumbashi. Il signale notamment, que les fortes pluies observées au cours des années 70 et le milieu des années 90 surviennent pendant les périodes marquées par le phénomène El Niño (1972-73, 1997-1998), tandis que les années 80, avec de pluies déficitaires, notamment la saison (1988-1989) correspondent aux années La Niña.

## REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient vivement le Dr. Jacques MIGNON et Madame Stéphanie DAVISTER, tous deux de Gembloux Agro-Bio Tech de l'Université de Liège, pour la mise à notre disposition très rapide de nombreux textes d'article et d'ouvrages sans lesquels le niveau du présent article aurait été totalement différent.

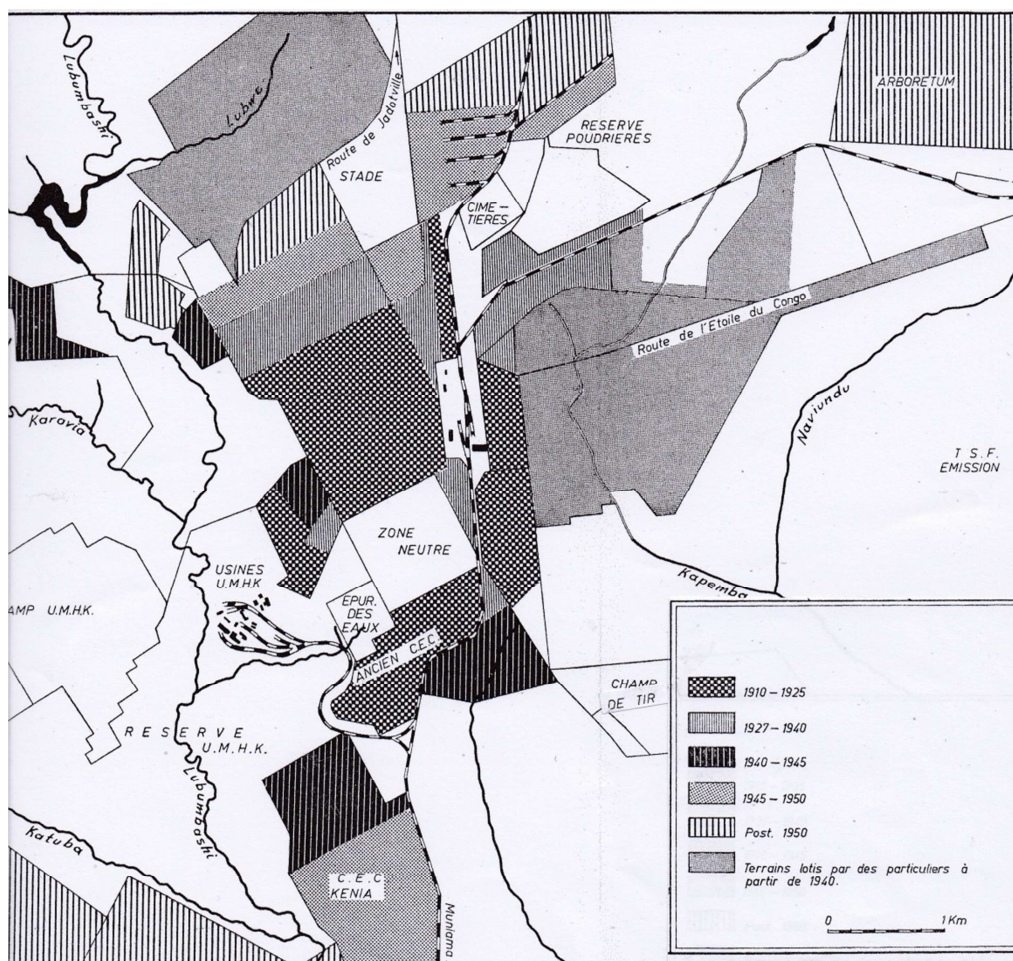


Figure 1.- Les développements successifs d'Élisabethville de 1910 à 1955 (CHAPELIER, 1957).

## BIBLIOGRAPHIE

- ABBOT J.L.O. & HOMEWOOD K. (1999). A history of change: causes of miombo woodland decline in a protected area in Malawi. *J. Appl. Ecol.*, **36**: 422-433.
- ALEXANDRE J. (1977). Le bilan de l'eau dans le miombo (forêt claire tropicale). *Bull. Soc. géogr. Liège*, **13**: 107-126.
- ANONYME (1956). *UNION MINIÈRE du HAUT KATANGA, 1906-1956*. Bruxelles, Éditions L. Cuypers, 283 p.
- ANONYME (1961). *Elisabethville 1911-1961*. Bruxelles, Éditions L. Cuypers, 265 p.
- BISSON M. (2000). Precolonial copper metallurgy : sociopolitical complex. In M.Bisson, S.T. Childs, P. de Barros & A.F.C. Holl (Eds.), *Ancient Africa Metallurgy : The Socio-cultural complex*, Walnut Creek (Ca, U.S.A.), Altemira Press, 83-145.
- BOALER S.B. (1966a). Ecology of a Miombo Site, Lupa North Forest Reserve, Tanzania: II. Plant Communities and Seasonal Variation in the Vegetation. *Journal of Ecology*, **54**(2): 465-479.
- BOALER S.B. (1966b). Ecology of a Miombo Site, Lupa North Forest Reserve, Tanzania: III. Effect on the vegetation of local cultivation practises. *Journal of Ecology*, **54**(3): 577-587.
- BRUNEAU J.-C. & PAIN M. (1990). *Atlas de Lubumbashi*. Nanterre (France), Université Paris X, 133 p.
- CAMPBELL B. (1996). *The Miombo in transition: woodlands and welfare in Africa*. CIFOR, Bogor (Indonesia), 266 p.
- CELANDER N. (1983). *Miombo woodlands in Africa – ditribution, ecology and patterns of land use*. Swed. Univ. of Agric. Sc., Uppsala (Sweden), W.P. 16, 54 p.

- CHAPELIER A. (1957). *Elisabethville : Essai de géographie urbaine. Mémoires de la Classe des Sciences naturelles et médicales*, (N.S.), ARSOM, VI(5), 167 p.
- CHIDUMAYO E.N. (1987). Species structure in Zambian Miombo woodland. *J. Trop. Ecol.*, **3**: 109-118.
- CHIDUMAYO E.N. (1988). Regeneration of *Brachystegia* woodland canopy following felling for tsetse-fly control in Zambia. *Trop. Ecol.*, **4**: 361-372.
- CHIDUMAYO E.N. (1989). Post-felling response of *Marquesia* woodland to burning in the Zambian Copperbelt. *J. Ecol.*, **77**: 430-438.
- CHIDUMAYO E.N. (1991). Woody Biomass Structure and Utilisation for Charcoal Production in a Zambian Miombo Woodland. *Bioresources Technology*, **37**: 43-52.
- CHIDUMAYO E.N. (1993). *Responses of Miombo to Harvesting : Ecology and Management*. Stockholm Environment Institute. Stockholm (Sweden).
- CHIDUMAYO E.N. (1995). *Handbook of Miombo Ecology and Management*. Stockholm Environment Institute. Stockholm (Sweden).
- CHIDUMAYO E.N. (1997a). Fruit production and seed predation in two Miombo Woodland Trees in Zambia. *Biotropica*. **29**: 452-458.
- CHIDUMAYO E.N. (1997b). *Miombo Ecology and Management: an Introduction*. Intermediate Technology Publications, London, 184 p.
- CHIDUMAYO E.N. (2002). Changes in *miombo* woodland structure under different land tenure and use systems in central Zambia. *Journal of Biogeography*, **29**(12): 1619-1626.
- CHIDUMAYO E.N. (2004). Development of *Brachystegia-Julbernardia* woodland after clear-felling in Central Zambia: evidence for high resilience. *Appl. Veg. Sci.*, **7**: 237-242.
- CHIDUMAYO E.N. (2013). Forest degradation and recovery in a Miombo woodland landscape in Zambia: 22 years observations on permanent sample plots. *Forest Ecology and Management*, **291**: 154-161.
- CHIDUMAYO E. (2017). Biotic interactions, climate and disturbance underlie the distribution of two *Julbernardia* tree species in miombo woodlands of Africa. *Journ. Trop. Ecol.*, **33**(01): 1-11.
- CHIDUMAYO E.N. & KWIBISA L. (2003). Effects of deforestation on grass biomass and soil nutrient tátu in miombo woodland, Zambia. *Agric. Ecosyst. Environ.*, **96**: 97-105.
- DELEVOY G. (1948). *Note de sylviculture katanguienne*. Bruxelles, Office de Publicité, Publication du C.S.K. (Comité Spécial du Katanga), 121 p.
- DESANKER P.V. (1996). Development of a MIOMBO woodland dynamics model in Zambezi Africa using Malawi as a case study. *Climatic Change*, **34**: 279-288.
- DESANKER P.V. & PRENTICE I.C. (1994). A Vegetation Dynamics Model for the Miombo Woodlands of Zambezi Africa. *Forest Ecology and Management*, **69**: 87-95.
- DEWEES P.A. (1994). *Social and economic aspects of miombo woodland management in Southern Africa: options and opportunities for research*. Center for International Forestry Research, Occasional Paper N°2, 32 p
- DE WILDEMAN E. (1913). Note sur la flore du Katanga II. *Ann. Soc. ; ci. Bruxelles*, **37**: 5-82.
- DE WILDEMAN E. (1921). *Contribution à l'étude de la flore du Katanga*. C.S.K. (Comité Spécial du Katanga), Bruxelles, Ed. Reynaert, 264 p.
- DIBWE D.-M. D. (2009). *Lubumbashi, ville industrielle attractive et répulsive (1910-2008)*. II Congreso internacional de Desaviollo humano, Madrid, 29 p.
- DIKUMBWA N. (1990). Facteurs écoclimatiques et cycles biogéochimiques en forêt dense sèche zambézienne (Muhulu) du Shaba méridional. *Geo-Eco-Trop*, **14**: 1-159.
- ENDEAR F. (1967). The productivity of miombo woodlands in Zambia. Forest Department, Ndola, Zambia. *For. Res. Bull.*, n°14.
- ERNST W. (1971). On the ecology of Miombo woodlands. *Flora*, **160**: 317-331.
- ERNST W. (1975). Variation in the mineral content of leaves of trees in miombo woodland in South Central Africa. *J. Ecol.*, **63**: 801-807.
- FRESON R. (1973). Aperçu sur la biomasse et la productivité de la strate herbacée au miombo de la Luiswishi. *Ann. Univ. Abidjan, Ser. E. Ecol.*, **6**: 265-277.
- FRIES R.E. (1921). Zür Kenntnis der Vegetation der Termitenhügel in Nord-Rhodesia. In R.E. Fries (Ed.), *Wissenschaftliche Ergebnisse der Schwedischen Rhodesia-Kongo Expedition, 1911-1912, unter Leitung von Eric Graf von Rosen*. Band 1, Botanischen Untersuchungen, Stockholm, Aftonbladet, Ergänzungsheft : 30-39.
- FROST P. (1996). The ecology of miombo woodlands. In B. Campbell (Ed.), *The Miombo in transition: woodlands and welfare in Africa*. CIFOR, Bogor (Indonesia), 11-57.
- GASTHUYS P. (1911). Service météorologique. Climat d'Elisabethville. *Bull. agr. Congo belge*, **2**(1): 174-175.
- GILIBA R.A., BOON E.K., KAYOMBO C.J., MYSAMBA E.B., KASHINDYE A.M.K. & SHAYO P.F. (2011). Species Composition, Richness and Diversity in Miombo Woodland of Bereku Forest, Tanzania. *J. Biodivers.*, **2**: 1-7.

- GOFFINET G. (1973). Contribution à 'étude de l'écosystème forêt claire miombo). Note 12 : Recherches préliminaires sur les fluctuations saisonnières des peuplements en Acariens et Collembolés au niveau de la litière du Miombo. *Ann. Univ. Abidjan, Ser. E. Ecol.*, **6**: 257-263.
- GOFFINET G. & FRESON R. (1972). Recherches synécologiques sur la pédofaune de l'écosystème forêt claire (Miombo). *Bull. Soc. Ecol.*, **3**(2): 138-150.
- GONÇALVES F.M.P., REVERMANN R., GOMES A.L., AIDAR M.P.M., FINCKH M. & JUERGENS N. (2017). Tree Species Diversity and Composition of Miombo Woodlands in South-Central Angola: A Chronosequence of Forest Recovery after Shifting Cultivation. *Int. J. For. Res.*, **2017**, 6202093.
- GRUNDY I.M. (1995). Wood biomass estimation in dry miombo woodland in Zimbabwe. *Forest Ecology and Management*, **72**: 109-177.
- HARJOABA I. & MALAISSE F. (1978). Le régime journalier des précipitations et les types de pluies à Lubumbashi. *Geo-Eco-Trop*, **2**(4): 401-414.
- JEFFERS J.N.R. & BOALER S.B. (1966). Ecology of a Miombo Site, Lupa North Forest Reserve, Tanzania: I. Weather and Plant Growth, 1962-64. *Journal of Ecology*, **54**(2): 447-463.
- JEW E.K., DOUGILL A.J., SALLU S.M. O'CONNELLE J. & BENTON T.G. (2016). Miombo woodland under threat: Consequences for tree diversity and carbon storage. *For. Ecol. Manag.*, **361**: 144-153.
- JOHNSON J.M. & CHOINSKI J.S. (1993). The spring flush in Zimbabwe's miombo woodland. *Zimb. Sci. News*, **27**: 3-6.
- KALOMBO K. (1995). La pluviométrie pendant la période de sécheresse récente (depuis 1980) dans le sud-est du Zaïre. *Geo-Eco-Trop*, **19**(1-4): 17-34.
- KALOMBO KAMUTANDA D. (2015). Caractérisation de la répartition temporelle de précipitations à Lubumbashi (ud-Est de la RDC) sur la période 1970-2014. XXVIII<sup>e</sup> Colloque de l'Association Internationale de Climatologie, Liège (Belgique), 531-536.
- KASSNER T. (1911). *My journey from Rhodesia to Egypt including an acent of Ruwenzori and a hort account of the route from Cape Town to BrokenHil and Lado to Alexandria*. London, Hutchinson et Co., 309 p.
- KIGOMO B.N. (1995). *Management of dry forest: te case of East and Southern Africa miombo woodlands*. Rapport de consultant FAO, Rome, 86 p. + ann.
- KUTSCH W.L., MERBOLD L., ZIEGLER W., MUKALABAI M.M., MUCHINDA M., KOLLE O. & SCHOLEES R.J. (2011). The charcoal trap: miombo forest and energy needs of people. *Carbon Balance Manage*, **695**: 1-11.
- LAWTON R.M. (1972). *An ecological study of Miombo and Chipya Woodland with particular reference to Zambia*. University of Oxford. Ph.D. Thesis.
- LAWTON R.M. (1978). A study of the dynamic Ecology of Zambian Vegetation. *Journal of Ecology*, **66**:175-198.
- LAWTON R.M. (1980). Browse in the miombo woodland. In H.N. Lebouerou (Ed.), *Browse in Africa Symposium*, Addis Abeba (Ethiopia), 481 p.
- LEBLANC M. & MALAISSE F. (1978). *LUBUMBASHI, un écosystème urbain tropical*. Centre International de Sémiologie, Université Nationale du Zaïre, 166 p.
- LEMAIRE C. (1902). *Mission scientifique du Ka-Tanga. Journal de route section Molio-M'pwéto-Ka-Beça-Lofoi-chite Ki-Oubo*. Bruxelles, Ch. Bulens, xi + 344 p. (tableaux, aquarelles et dessins de L. DARDENNE).
- LUOGA E.J., WITKOWSKI E.T.F. & BALKWILL K. (2004). Regeneration by coppicing (resprouting) of miombo (African avanna) trees in relation to land use. *Forest Ecol. Manage*, **189**: 23-35.
- MALAISSE F. (1973). Miombo Project. A preliminary miombo forest seasonal model. In I.B.P. Woodland Workshop, Oak Ridge (U.S.A.), 139-143.
- MALAISSE F. (1974). 4.6. Phenology of the Zambezan Woodland Area with Emphasis on the Miombo Ecosystem. In : H. Lieth (Ed.), *Phenology and Seasonality Modeling*, 269-286.
- MALAISSE F. (1976a). Quelques méthodes d'étude de la structure en forêt. Exemple d'application au miombo zairois, écosystème tropical. In A.G.C.D (Bruxelles), *La pratique de l'Écologie – Ecologiepraktijk*, 104-118.
- MALAISSE F. (1976b). De l'origine de la flore termitophile du Haut-Shaba (Zaïre). *Boisseria*, **24**: 505-513.
- MALAISSE F. (1982). Comparison of the woody structure in a regressive Zambezan succession: dry evergreen forest – open forest – wooded savanna (Luiswishi, Shaba, Zaire). *Geo-Eco-Trop*, **6**(4): 309-350.
- MALAISSE F. (1984). Structure d'une forêt dense sèche zambézienne des environs de Lubumbashi (Zaïre). *Bull. Soc. Roy. Bot. Belg.*, **117**: 428-458.
- MALAISSE F. (1988). Variation in time and space of leaf area index in a Zambezan open forest of wetter miombo type (Lubumbashi, Zaire). *Geo-Eco-Trop*, **12**(1-4): 143-163.
- MALAISSE F. (1993). 7. The ecology of Zambezan dry evergreen forest with recommendations for conservation management. In H. Lieth & M. Lohmann (Eds.) *Restoration of Tropical Forest Ecosystems*, 75-90.



- MALAISSSE F. (1997). *Se nourrir en forêt claire africaine. Approche écologique et nutritionnelle*. Centre Technique de Coopération Agricole et Rurale (C.T.A.)/ Les Presses Agronomiques de Gembloux, 384 p.
- MALAISSSE F. (2010). *How to live and survive in Zambebian open forest (Miombo Ecoregion)*. Les Presses agronomiques de Gembloux, 422 p. + CD.
- MALAISSSE F. (2019). Termites and Termites Mounds: Some Selected Observations. *Bull. Séanc. Acad. R. Sci. Outre-Mer.*, **63**(2017-1): 89-122.
- MALAISSSE F., ALEXANDRE J., FRESON R., GOFFINET G. & MALAISSSE-MOUSSET M. (1972). The miombo ecosystem: A preliminary study. In F. Golley & P. Golley (Eds.), *Tropical Ecology*, Institute of Ecology (Athens, Georgia, U.S.A.), 363-405.
- MALAISSSE F. BINZANGI K. (1985). Wood as a source of fuel in Upper Sahba (Zaïre). *Commonw. For. Rev.*, **64**(3): 227-239.
- MALAISSSE F., DIKUMBWA N'L., BLANCKE V. & LETEINTURIER B. (2000). Preliminary observations on Zambebian dry evergreen forest gaps. In R Ceulemans, J. Bogaert, G. Dekmyn & I. Nijs (Eds.). *Topics in Ecology. Structure and function in plants and ecosystems*. Wilrijk, University Antwerpen, 143-153.
- MALAISSSE F. & KAPINGA I. (1987). The influence of deforestation on the hydric balance of soils in the Lubumbashi environment (Shaba, Zaïre). *Bull. Soc. Roy. Bot. Belg.*, **119**: 161-178.
- MALAISSSE F. & MALAISSSE-MOUSSET M. (1970). Contribution à l'étude de l'écosystème forêt claire (Miombo). Phénologie de la défoliation. *Bull. Soc. roy. Bot. Belg.*, **103**: 115-124.
- MALAISSSE F., MALAISSSE-MOUSSET M. & BULAIMU T. (1970). Contribution à l'étude de l'écosystème forêt dense sèche (MUHULU). I. Phénoménologie de la défoliation. *Université du Congo à Lubumbashi. Travaux du Service de Sylviculture et Pisciculture*. **9**: 1-11.
- MALAISSSE F., MALAISSSE-MOUSSET M. & SCHOROCHOFF G. (1978). Analyse de la pluviosité à Lubumbashi et dans ses environs immédiats. Contribution à l'étude de l'écosystème forêt claire (Miombo). *Geo-Eco-Trop*, **2**(3): 301-315.
- MALAISSSE F., RAKOTONDRA SOA O.L., RAKOTONIAINA N., RAZAFIMANANTSOA T.M., RATSIMBA H.R., PINEL R., BARSICS F., VERHEGGEN F.J., MAHY G., HAUBRUGE É & BOGAERT J. (2013). Apport de la surface terrière dans la dénomination des formations végétales dominées par le *tapia* (*Uapaca bojeri*) à Madagascar. In F. Verheggen, E. Haubruge & J. Bogaert (Eds). *Les vers à soie malgaches : Enjeux écologiques et socio-économiques*. Les Presses agronomiques de Gembloux, Chapitre **10**: 133-150.
- MALAISSSE F., SCHAIJES M. & D'OUTRELIGNE C. (2016). *Copper-Cobalt Flora of Upper Katanga and Copperbelt. Field Guide*. Les presses agronomiques de Gembloux, 422 p.
- MALAISSSE F.P. & STRAND M.A. (1973). A preliminary miombo forest seasonal model. In I.B.P. Woodland Workshop, Oak Ridge (U.S.A.), 291-295.
- MATOWO G.S., SANGEDA A.Z. & KATANI G.Z. (2019). The regeneration dynamics of Miombo tree species in Sub-Saharan Africa. *Afr. J. Ecol. Ecosyst.*, **6**:1-16.
- MEERTS P. & HASSON M. (2016). *Arbres et arbustes du Haut-Katanga*. Jardin botanique Meise (Belgique), 386 p.
- MEGEVAND C., SANDERS K. & DOETINCHEM N. (2013). *Dynamiques de déforestation dans le bassin du Congo : réconcilier la croissance économique et la production de la forêt*. Washington D.C. (U.S.A.), World Bank.
- MIOMBO NETWORK. <http://www.miombonetwork.org>. Consulté le 14.09. 2020.
- MTAMBANENGHE F. (1998). Miombo litter dynamics. Potential carbon and nitrogen contributions to soil organic matter. *Transactions of the Zimbabwe Scientific Association*, **72**: 48-54.
- MTAMBANENGWE F. & KIRCHMANN H. (1995). Litter from a tropical savanna woodland (Miombo). Chemical composition and C and N mineralization. *Soil Biology and Biochemistry*, **27**: 1639-1651.
- MULEDI J.I., BAUMAN D., DROET T., VLEMINCKX J., JACOB A., LEJOLY J., MEERTS P. & SHUTCHA M.N. (2017). Fine-scale habitats influence tree species assemblage in a miombo forest. *J. Plant Ecol.*, **10**: 958-969.
- MUNISHI P.K., MRINGI S., SHIRIMA D.D. & LINDA K.S. (2010). The role of the Miombo Woodlands of the Southern Highlands of Tanzania as carbon sinks. *J. Ecol. Nat. Environ.*, **2**: 261-269.
- MUNYEMBA K.T. & BOGAERT J. (2014). Anthropisation et dynamique de l'occupation du sol dans la région de Lubumbahi de 1956 à 2009. *E-revue UNILU*, **1**: 3-33.
- PELLETIER J., PAQUETTE A., MBINDO K., ZIMBA N., SIAMPALE A., CHENDAUKA B. & ROBERTS J.W. (2018). Carbon sink despite large deforestation in African tropical dry forests (miombo woodlands). *Environ. Res. Lett.*, **13**: 1-14.
- PERRAULT C. & BELLAMY L. (2013). *Savannas: Climate, Biodiversity and Ecological Significance*. Nova Science Publishers, New York (U.S.A.).

- RIBEIRO N.S., GRUNDY I.M., GONÇALVES F.M.P., MOURA I., SANTOS M.J., KAMOTO J., RIBEIRO-BARROS A.I. & GANDIWA E. (2020). People in the Miombo Woodlands: Socio-Ecological Dynamics. In N. Ribeiro, Y. Katerere, P. Chiriwa & I. Grundi (Eds.), *Miombo Woodlands in a Changing Environment: Securing the Resilience and Sustainability of People and Woodlands*. Springer, 55-100.
- RIBEIRO N., KATERERE Y., CHIRIWA P. & GRUNDI I. (2020) (Eds.), *Miombo Woodlands in a Changing Environment: Securing the Resilience and Sustainability of People and Woodlands*. Springer, 234 p.
- RYAN C.M. & WILLIAMS M. (2011). How does fire intensity and frequency affect miombo woodland tree populations and biomass ?. *Ecol. Appl.*, **21**:48-60.
- SANGEDA A.Z. & MALEKO D.D. (2018). Regeneration Effectiveness Post Tree Harvesting in Natural Miombo Woodlands, Tanzania. *J. Plant. Sci. Agric. Res.*, **2**(1): 10.
- SCHMITZ A. (1947). Quelques dégradations forestières provoquées par l'indigène du Haut-Katanga. *Publications de l'Institut National pour l'Étude Agronomique du Congo belge (I.N.É.A.C.)*. Comptes rendus de la semaine agricole de Yangambi (du 26 février au 5 mars 1947). Deuxième partie. Hors Série, Communication n°86, 888-900.
- SCHMITZ A. (1962). Les muhulu du Haut-Katanga méridional. *Bull. du Jardin botanique de l'État à Bruxelles*. **32**(3): 221-299.
- SCHMITZ A. (1971). *La végétation de la plaine de Lubumbashi*. INEAC, Série scientifique, n° 113, 388 p.
- SYAMPUNGANI S., CHIRWA P.W., GELDENHUIS C.J., HANDAVU F., CHISHALESHALE M., TIJA A.A., MBANGE A.A. & RIBEIRO S.N. (2020). Managing Miombo: Ecological and Silvicultural Options for Sustainable Socio-Economic Benefits. In N. Ribeiro, Y. Katarere, P. & I. Girundi (Eds.), *Miombo Woodlands in a Changing Environment: Securing the Resilience of People and Woodlands*. Springer, 101-137.
- SYS C. & SCHMITZ A. (1959). *Notice explicative de la carte des sols et de la végétation*. Publication de l'Institut National pour l'Etude Agronomique du Congo Belge, I.N.E.A.C., *Carte des sols et de la végétation du Congo Belge et du Ruanda-Urundi*, **9**.
- TIMBERLAKE J. & CHIDUMAYO E. (2001). *Occasional Publications in Biodiversity*. N°20. Miombo Ecoregion. Vision Report, 79 p.
- UNITED NATIONS (2016). *The world's cities in 2016*. Data Booklet (ST/EA/ER.A/352), 27 p.
- VINYA R., MALHI Y., BROWN N.D., FISCHER J.B., BRODRIBB T. & ARAGÃO L.E. (2019). Seasonal changes in plant-water relations influence patterns of leaf display of water conservative strategies. *Tree Physiol.*, **39**: 104-112.
- VINYA R., MALHI Y., FISCHER J.B., BROWN N., BRODRIBB T.J. & ARAGÃO L.E. (2013). Xylem cavitation vulnerability influences tree species' habitat preferences in Miombo woodlands. *Oecologia*, **173**(3): 711-720.
- WHITE F. (1983). *The vegetation of Africa. A descriptive memoir to accompany the UNESCO/AETFAT/UNSO vegetation map*. Natural Resources Research 20, Unesco, Paris, 356 p.
- WHITE H. (1965). The savanna woodland of the Zambesian Sudanian domains: an ecological and phytogeographical comparison. *Webbia*, **19**: 651-681.
- WUTA M., REES B., FURLEY P.A. & NYADZAWO G. (2013). Litter decomposition and nutrient release in miombo woodlands of Central Zimbabwe. In C. Perrault & L. Bellamy (Eds.), *Savannas: Climate, Biodiversity and Ecological significance. Chapter 1*.
- ZIMBA H., COENDERS-GERRITS M., KAWAWA B., SAVENIJE H., NYAMBE I. & WINSEMIUS H. (2020). Variations in Canopy Cover and Its Relationship with Canopy Water and Temperature in the Miombo Woodland Based on Satellite Data. *Hydrology*, **7**(58):29 p. doi :10.3390/hydrology7030058.

**Annexe 1.** Relevé phytosociologique du « miombo » de la Kasapa effectué en 1968 (MALAISSE & MALAISSE-MOUSSET, 1970).

Superficie du relevé : 750 m<sup>2</sup> ; pente du terrain : 1° ; exposition E ; strate arborescente : 17-22 m de hauteur, 40 % de recouvrement ; strate arbustive : 50 % de recouvrement ; strate herbacée : 1,2 m de hauteur, 100 % de recouvrement.

Strate arborescente : *Brachystegia boehmii* 2.1., *Julbernardia paniculata* 1.1., *Albizia adianthifolia* 1.1., *Brachystegia spiciformis* var. *latifoliolata* +.1., *Pterocarpus angolensis* +.1., *Monotes katangensis* +.1., *Combretum mechowianum* subsp. *gazense* +.1., *Afrormosia angolensis* +.1., *Parinari curatellifolia* subsp. *mobola* +.1., *Combretum molle* +.1.

Strate arbustive : *Baphia bequaertii* 2.1., *Diplorhynchus condylocarpon* subsp. *mossambicensis* var. *mossambicensis* 2.1., *Uapaca pilosa* 1.1., *Swartzia madagascariensis* 1.1., *Ochna schweinfurthiana* 1.1., *Psorospermum febrifugum* 1.1., *Anisophyllea boehmii* +.2., *Syzygium guineense* var. *macrocarpum* +.2., *Strychnos cocculoides* +.2., *Indigofera podocarpa* +.2., *Monotes katangensis* +.1., *Afrormosia katangensis* +.1., *Vitex madiensis* var. *milanjiensis* +.1., *Securidaca longepedunculata* var. *parvifolia* +.1., *Brachystegia boehmii* +.1., *Combretum mechowianum* subsp. *gazense* +.1., *Albizia adianthifolia* +.1., *Albizia antunesiana* +.1., *Harungana madagascariensis* +.1., *Ficus dekdekena* +.1.

Strate herbacée : *Tristachya bequaertii* 3.4., *Setaria thermitaria* 2.3., *Eragrostis boehmii* 2.2., *Thyrsia undulatifolia* 1.2., *Rhynchelytrum rotboellioides* 1.2., *Commelina droogmansiana* 1.2., *Indigofera sutherlandioides* 1.2., *Thunbergia lathyroides* 1.2., *Elephantopus scaber* 1.2., *Brachiaria brizantha* +.2., *Urelytrum henrardii* +.2., *Rhynchelytrum repens* +.2., *Kaempferia aethiopica* +.2., *Clematopsis scabiosifolia* +.2., *Temnocalyx fuchsioides* +.2., *Nephrolepis undulata* +.2., *Andropogon shirensis* +.2., *Sphenostylis erecta* +.2., *Brachiaria bequaertii* +.2., *Dioscorea schimperiana* +.2., *Dryopteris athamantica* +.2., *Asparagus africanus* +.1., *Pimpinella acutidentata* +.1.1., *Cussonia corbisieri* +.1., *Costus spectabilis* +.1., *Cyphia erecta* +.1., *Borreria dibrachiata* +.1., *Cissus obovato-oblonga* +.1.

