

Flora_{et} Vegetatio Sudano-Sambesica



edited by
éditées par
herausgegeben von

Rüdiger Wittig¹
Sita Guinko²
Brice Sinsin³
Adjima Thiombiano²

¹Frankfurt

²Ouagadougou

³Cotonou

Volume 13 • 2010

Flora et Vegetatio Sudano-Sambesica

Flora et Vegetatio Sudano-Sambesica (former "Etudes sur la flore et la végétation du Burkina Faso et des pays avoisinants") is a refereed, international journal aimed at presenting high quality papers dealing with all fields of geobotany and ethnobotany of the Sudano-Sambesian zone and adjacent regions. The journal welcomes fundamental and applied research articles as well as review papers and short communications.

English is the preferred language but papers written in French will also be accepted. The papers should be written in a style that is understandable for specialists of other disciplines as well as interested politicians and higher level practitioners. Acceptance for publication is subjected to a referee-process.

In contrast to its predecessor (the "Etudes ...") that was a series occurring occasionally, Flora et Vegetatio Sudano-Sambesica is a journal, being published regularly with one volume per year.

IMPRINT

Volume:	13 • 2010
Publisher:	Institute of Ecology, Evolution & Diversity Chair of Ecology and Geobotany Siesmayerstraße 70, Haus B 60323 Frankfurt am Main
Copyright:	Institute of Ecology, Evolution & Diversity Chair of Ecology and Geobotany Siesmayerstraße 70, Haus B 60323 Frankfurt am Main
Print-Version:	Verlag Natur & Wissenschaft Harro Hieronimus Postfach 170209 42624 Solingen
ISSN:	1867-8653
Online-Version:	http://publikationen.ub.uni-frankfurt.de/volltexte/2008/5860
ISSN:	1868-3606

Editor-in-Chief:

Prof. Dr. Rüdiger Wittig
Institute of Ecology, Evolution & Diversity
Department of Ecology and Geobotany
Siesmayerstraße 70, Haus B
60323 Frankfurt am Main

eMail:
r.wittig@bio.uni-frankfurt.de

Co-Editors:

Prof. Dr. Sita Guinko
Prof. Dr. Adjima Thiombiano

Sciences de la Vie et de la Terre
Laboratoire de Biologie et Ecologie Végétales
Université de Ouagadougou
03 BP 7021 Ouagadougou
Burkina Faso

eMail:
sguinko@univ-ouaga.bf
adjima_thiombiano@univ-ouaga.bf

Prof. Dr. Brice Sinsin
Faculté des sciences Agronomiques
Laboratoire d'Ecologie Appliquée
Université Nationale du Benin
B.P. 526 Cotonou
Benin

eMail:
bsinsin@gmail.com

Editorial-Board

Prof. Dr. Laurent Ake Assi
Centre National de Floristique
Faculté des Sciences'
Université de Cocody
Abidjan / Ivory Coast

Prof. Dr. Reinhard Böcker
Institut 320, Universität Hohenheim
70593 Stuttgart / Germany

Prof. Dr. Ulrich Deil
Institut für Biologie II, Geobotanik,
79104 Freiburg / Germany

Dr. Anne Fournier
Laboratoire ERMES ORSTOM
45072 Orleans / France

Dr. Karen Hahn
Institute of Ecology, Evolution & Diversity
Department of Ecology and Geobotany
60323 Frankfurt am Main / Germany

Prof. Dr. Stefan Porembski
Institut für Allgemeine und Spezielle Botanik
Universität Rostock
18057 Rostock / Germany

Flora^{et} Vegetatio Sudano-Sambesica

Volume 13 • 2010

Table of contents | Inhaltsverzeichnis | Table des matières

Table of contents | Inhaltsverzeichnis | Table des matières	2
---	---

Restoration of Bare Incrusted Soils in the Sahel Region of Burkina Faso	Marco Schmidt Konstantin König	3-9
Restoration des sols nus encroûtés dans la région du Sahel du Borkina Faso	Karen Hahn Georg Zizka Rüdiger Wittig	

Perceptions, mode de gestion et végétation des bois sacrés au Nord du Burkina Faso	Salfo Savadogo Amadé Ouédraogo Adjima Thiombiano	10-21
Perception, Mode of Management and Vegetation of Sacred Woodlands in Northern Burkina Faso		

Effects of Human Impact on Miombo Woodland in Northern Malawi	Tina Vanadis Bundschuh Rüdiger Wittig Karen Hahn	22-34
Les effets de l'impact humain sur les forêts claires Miombo au nord du Malawi		

Instructions for Authors		35-36
Conseils aux auteurs		

Restoration of Bare Incrusted Soils in the Sahel Region of Burkina Faso

Marco Schmidt, Konstantin König, Karen Hahn, Georg Zizka, Rüdiger Wittig

Abstract: Bare incrustated soils are a degradation stage often encountered in the Sahel zone. Our study documents the success of restoration (= regreening) experiments using deep ploughing in an experimental site south of Gorom-Gorom in the Oudalan province of Burkina Faso. We used phytosociological relevés and maximum likelihood classifications of digital photography to analyze changes in vegetation. Plant cover in treated plots was found to be about 20 times higher than in control plots, mean species richness more than twice as high. Therefore, this promising restoration method should be tested also in other Sahelian regions. Our approach to combine phytosociological relevés and maximum likelihood classifications of digital photography proved to be very useful.

Key words: biodiversity, rangeland regeneration, soil crusts, Vallerani system

RESTORATION DES SOLS NUS ENCROÛTÉS DANS LA RÉGION DU SAHEL DU BURKINA FASO

Résumé: Un sol nu et encroûté est un stade de dégradation souvent rencontré dans la région du Sahel. Notre étude, effectuée dans un site expérimental au sud de Gorom-Gorom dans la province d'Oudalan au Burkina Faso, documente le succès de restauration (= reverdissement) dû aux labours profonds. A cette fin, nous avons utilisés des relevés phytosociologiques ainsi que des classifications, basées sur le maximum de vraisemblance, de photographies digitales. Dans les parcelles non traitées, le couvert végétal était environ vingt fois plus élevé que dans les parcelles contrôles. En outre la richesse spécifique moyenne dépassait de plus du double celle des contrôles. Nos résultats sont prometteurs, la méthode devrait être évalué dans d'autres régions sahéliens aussi. Notre combinaison des relevés phytosociologiques avec une classification de maximum de vraisemblance des photos numériques a prouvé son utilité.

Mots clés: biodiversité, régénération de pâturages, encroûtement du sol, système Vallerani

RESTORATION NACKTER BODENKRUSTEN IN DER SAHELZONE VON BURKINA FASO

Zusammenfassung: Nackte Krusten stellen in der Sahelzone ein oft gefundenes Degenerationsstadium von Böden dar. Unsere Untersuchung dokumentiert den Erfolg von Restorations(Wiederbegrünungs)versuchen mittels Tiefpflügen auf einer Versuchsfläche südlich von Gorom-Gorom (Provinz Oudalan, Burkina Faso). Zur Analyse der Wiederbegrünung nutzten wir pflanzensoziologische Aufnahmen und maximum likelihood Klassifikationen digitaler Fotos. In den gepflügten Flächen war die Vegetationsbedeckung zwanzigmal höher als in den Kontrollflächen und die mittlere Artenzahl mehr als doppelt so hoch. Diese vielversprechende Restorationsmethode sollte daher auch in anderen Regionen der Sahelzone erprobt werden. Unser Ansatz der Kombination pflanzensoziologischer Methoden mit maximum likelihood Klassifikationen digitaler Fotos erwies sich als sehr nützlich.

Schlagworte: Biodiversität, Bodenkrusten, Weideland Regeneration, Vallerani System

1 INTRODUCTION

The trans-African belt of the Sahel is located at the southern fringe of the Sahara, the world's largest desert. The vegetation in its North is characterized by annuals and herbaceous perennials, while the South is dominated by *Acacia* savannas (WHITE 1983). Although some agriculture is possible in areas with a comparably good water availability (e.g. millet on dunes), the main land use is animal husbandry, usually pastoralism with cattle and small ruminants (Fig. 1). In the Oudalan province and the entire Sahel region of Burkina Faso, grazing pressure and resulting erosion has led to the formation of bare incrustated soils called zipellé in Burkina Faso or hardé in Chad (ZOUGMORÉ et al. 2003).

These soils have a reduced permeability for water which prevents their regreening. To break out of this vicious circle, different approaches have been developed, including termite- and mulch-mediated rehabilitation (MANDO et al. 1999), the Zaï system (ROOSE et al. 1999; GANABA et al. 2006; SAWADOGO et al. 2008) and the Vallerani system (PARI & ANTINORI 2001; MALAGNOUX 2009). Here we present a case study documenting the restoration success resulting from

the application of the latter system in the Sahelian region of Burkina Faso. The aim of the experiment was to regreen the bare crusts, i.e. increase plant cover in as short time as possible by simple and locally available means.

2 METHODS

The study area is situated in the province of Oudalan (Burkina Faso), south of Gorom-Gorom, near the road to Dori. There the rainy season lasts three to four months. In the last decade, average annual rainfall in this area was found to be between 400 and 500 mm (WITTIG et al. 2006), showing great local and interannual variation. In the year of investigation, an annual precipitation amount of c. 600 mm was observed (supplementary material to NIELSEN & REENBERG 2010).

The incrustated soils are found in the glaciais area. The natural vegetation of the glaciais is formed by thornbush savannas and tigerbush, a mosaic of dense shrubby vegetation and bare soil, appearing on slight slopes and certain soil conditions. Today in Burkina Faso, tigerbush only remains in re-

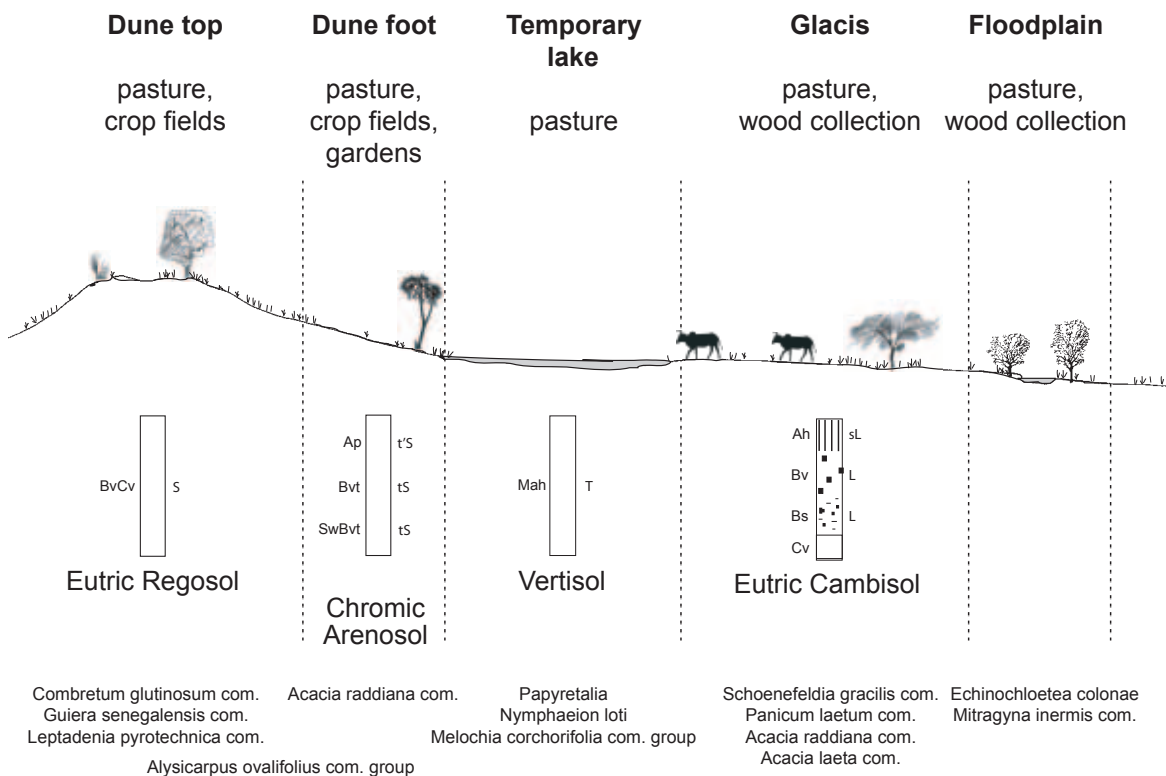


Fig. 1: Generalised profile of the Sahelian landscape in northern Burkina Faso (from WITTIG et al. 2002; amplified and translated into English); vegetation: selected dominant units (for more details see MÜLLER 2003, OUEDRAOGO et al. 2005)

Fig. 1: Profil généralisé du paysage sahélien au nord du Burkina Faso; végétation: unités dominantes sélectionnées.

mote areas. In the vicinity of settlements it has totally disappeared due to overexploitation. In these areas, not incrustated soils are covered by the *Schoenefeldia gracilis* community with a coverage of 70 to 90 % (MÜLLER 2003). On incrustated soils however, vegetation cover is generally below 5 %.

Due to locally varying transport and accumulation processes, the soils of the glacis are very inhomogeneous. Soil

incrustation is caused by sheet wash which leads to the formation of run-off crusts. Incrustated soils show only very little infiltration (ALBERT et al. 2004). Moreover, the small part of the precipitation that is infiltrated is not available for plants but strongly retained in the micropores of the argillaceous material (CLAUDE et al. 1991). As long as an intact tiger bush exists, runoff is retained by the bush stripes which usually grow perpendicular to the sheet flow direction.



Fig. 2: Photographic records of restoration treatment (right) and control plot (left).

Fig. 2: Documentation photographique des plateaux de restauration (droite) et contrôles (gauche).

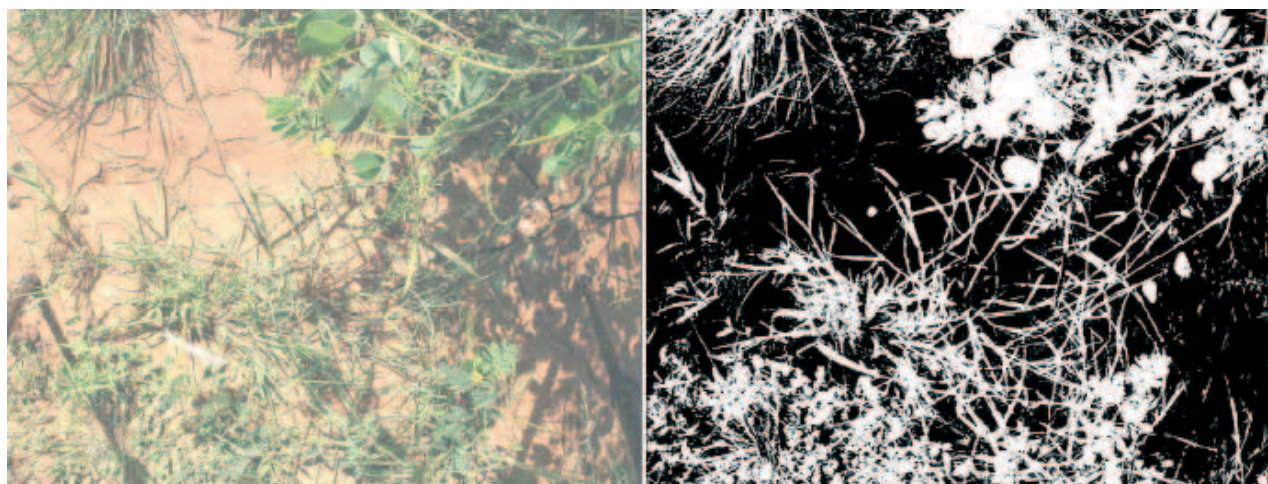


Fig. 3: Digital photo (left side) classified in vegetation and bare soil with a maximum likelihood algorithm (right side).

Fig. 3: Photo numérique (gauche) classifiée en végétation et sol nu avec un algorithme de maximum de vraisemblance (droite).

At the beginning of the rainy season of the year 2002, a degraded glaciais was partly deep-ploughed by ADRA Gorom-Gorom (Adventist Development and Relief Agency) using the particular ploughs that are characteristic of the Vallerani system. The remaining part was left undisturbed for control. Although animals were supposed to be excluded from the area, we observed some goats drinking from the puddles of the plough traces. We randomly placed ten rectangular plots (size 5.0 m x 3.5 m), both in the ploughed and the control area. In the deep ploughed area the longer side of the rectangles ran along the direction of the plough lines, the shorter side perpendicular to these, with the plough line exactly in its centre. We recorded plant cover for each species in percent, since the often used cover classes of BRAUN-BLANQUET (1964) or of LONDO (1976) would not have been suitable for the description of the very sparse vegetation and consequently would have corrupted our results.

Within the area of the botanical relevé we randomly placed five digital photos at a height of 1 m from the ground and a standard focal length (Fig. 2). A maximum likelihood algorithm was used to classify the pixels into vegetation and bare soil (Fig. 3). We tested the classification with visual verification of 1000 random pixels and had an error rate of only 0,3%.

Relevé data was stored in VegDa (SCHMIDT 2006). Similarity in species composition among relevés was analyzed with cluster analysis using PCORD 5.0. Sørensen coefficient (SØRENSEN 1948) was used as similarity measure and clusters were defined by the flexible beta grouping method with $\beta = -0.25$. Diagnostic species were identified using the fidelity measure ϕ (fidelity*100) that compares the frequency of a species within a group with the constancy of the same species in all other groups within the dataset. All diagnostic species had ϕ -value higher than 30 and significance $p < 0.05$ according to Fisher's Exact Test.

Differences in the number of species and evenness, as measure for equitability (PIELOU 1969); between ploughed and unploughed sites were compared with Univariate Analysis of Variance (ANOVA) using the software SPSS 15 (SPSS Inc., Chicago IL, USA)

3 RESULTS

Vegetation cover and species richness were significantly higher ($p < 0.001$) in deep plough treated plots than in the control plots: the mean vegetation cover was approximately 20 times higher (Fig. 4), mean species richness more than twice as high (Fig. 5). Also evenness is significantly higher in the ploughed plots ($p < 0.001$).

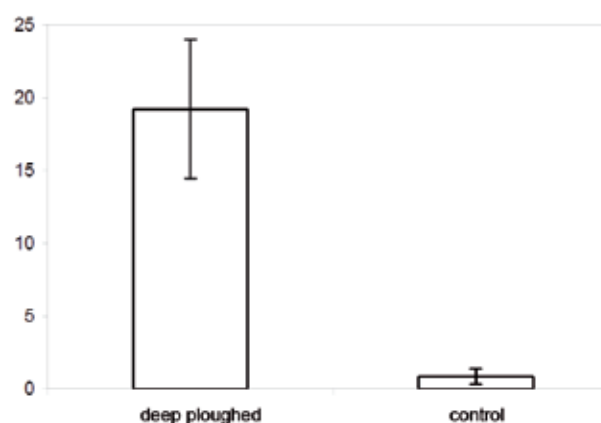


Fig. 4: Vegetation cover (%) in deep ploughed and control plots. N=50, error bars indicate 95% confidence intervals.

Fig. 4: Recouvrement de végétation en placeaux labourés et contrôlés.

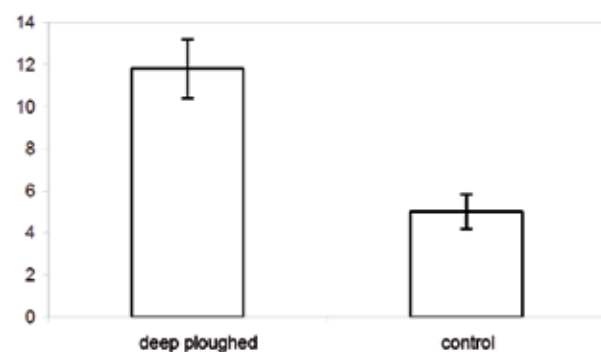


Fig. 5: Species richness in deep ploughed and control plots. N=10, error bars indicate 95% confidence intervals.

Fig. 5: Richesse spécifique en placeaux labourés et contrôlés.

The program JUICE (TICHY 2002) identifies six species as significantly differentiating the control plots from the ploughed (s. Table 1): *Alysicarpus ovalifolius*, *Amaranthus graecizans*, *Curcumis melo*, *Eleusine indica*, *Mollugo nudicaulis*, *Sporobolus microprotus* and *Zornia glochidiata*. The grass *Aristida* spec. was only found in the control plots.

Vegetation of control plots and deep ploughed plots can both be identified as *Schoenefeldia gracilis*-community. The photos (Fig. 2) illustrate how rainwater was harvested in the plough traces and herbaceous vegetation reappeared around these pools.

Table 1: Floristic composition of control plots and deep ploughed plots*
Tableau 1: Composition floristique des placeaux labourés et contrôles

Relevé/Plot No.	12	20	13	19	14	15	16	17	11	18	4	5	3	1	2	9	10	8	6	7
Plot type	control										deep ploughed									
Vegetation cover (%)	<1	1	2	<1	1	1	1	<1	<1	1	10	5	15	10	10	8	5	20	15	10
Number of species	4	5	6	5	8	5	5	5	4	3	15	10	14	9	14	10	13	9	11	13
Differential species of deep ploughed plots																				
<i>Alysicarpus ovalifolius</i>											2	1		1	1	1	2	1	0,5	
<i>Zornia glochidiata</i>											0,5	1	0,5		0,5			0,5	0,5	0,5
<i>Mollugo nudicaulis</i>					0,5						0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5			0,5
<i>Amaranthus graecizans</i>											0,5		0,5		0,5	0,5	0,5			
<i>Curcumis melo</i>												3	0,5			0,5			0,5	0,5
<i>Waltheria indica</i>											0,5		0,5						0,5	0,5
<i>Sporobolus microprotus</i>											0,5			0,5	1		0,5			
Differential species of control plots																				
<i>Aristida</i> spec.		0,5			0,5	0,5	0,5	0,5												
Companions																				
<i>Schoenefeldia gracilis</i>	0,5	0,5	0,5	0,5		0,5	0,5	0,5			3	0,5	5	5	4	5	1	2	5	8
<i>Corchorus tridens</i>		0,5							0,5		1	0,5	0,5	1	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
<i>Indigofera senegalensis</i>	0,5		0,5						0,5		0,5		1	0,5	0,5	0,5	0,5	3	0,5	0,5
<i>Spermacoce chaetocephala</i>	0,5	0,5		0,5	0,5	0,5						0,5	0,5	0,5	0,5		1			0,5
<i>Cassia obtusifolia</i>					0,5	0,5		0,5	0,5		0,5		2	2			2	10	5	
<i>Panicum laetum</i>			0,5	0,5	0,5						0,5	0,5	1			0,5	0,5		0,5	0,5
<i>Acacia tortilis</i> var. <i>raddiana</i> (seedl.)							0,5			1	0,5	0,5			0,5		0,5	0,5		0,5
<i>Ledebouria sudanica</i>	0,5	0,5	0,5	0,5							0,5	0,5								
<i>Tribulus terrestris</i>					0,5	0,5	0,5	0,5										0,5		
<i>Cenchrus biflorus</i>											0,5		0,5							
<i>Digitaria ciliaris</i>					0,5								0,5	0,5					0,5	0,5
<i>Tragus racemosus</i>			0,5	0,5				0,5								0,5				
<i>Boerhavia repens viscosa</i>			0,5				0,5										0,5			
<i>Euphorbia forsskalii</i>					0,5						0,5				0,5					0,5
<i>Chloris prieurii</i>														0,5	0,5			0,5		
<i>Poaceae</i> indet.									0,5	0,5										
<i>Balanites aegyptiaca</i> (seedl.)										0,5										
<i>Eragrostis pilosa</i>													0,5							
<i>Eragrostis cilianensis</i>															1					
<i>Leptadenia hastata</i> (seedl.)															0,5					
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>																		0,5		
<i>Cyperus iria</i>																			0,5	
<i>Echinochloa colona</i>																				1

* Nomenclature follows African Plants Database (<http://www.ville-ge.ch/musinfo/bd/cjb/africa/>)

4 DISCUSSION

As not all soils of the glaciais in the study area are incrustated, there are enough reference sites to estimate the vegetation which should be regarded as restoration target. The method described by LANE & TEXLER (2009) for the absence of reference sites therefore was not needed. As Table 1 and 2 show, deep ploughing proved to be highly effective in restoring vegetation cover as well as species richness. Part of the species richness might be due to the diversity of microhabitats created by the ploughing, but natural Sahelian savanna vegetation of the *Schoenefeldia gracilis*-type has a comparable species richness (see Table 2). As demanded by HOBBS (2007), the goals were effective and realistic. Also the socio-economic aspects were considered: People in this area are not able to buy fertilizer and they cannot afford to reduce grazing intensity for a longer time in large areas. Compost, recommended by CURTIS & CLAASSEN (2009) as regeneration tool, also is generally not available in the Sahel. Restoration by grazing management which in many cases is recommendable (PAPANASTASIS 2009) cannot work in this area because it will not lead to a reduction of the incrustation. Considering the implication of climate change, any restoration method has to be checked for its applicability in the changed biophysical conditions of the future (HARRIS et al. 2006). For deep ploughing one can be sure that this method will fit for the Sahelian region also under the conditions predicted by the IPCC.

Our approach to use digital photography appears to be a promising tool when it comes to quantification of vegetation cover, and maybe even biomass (see, e.g., FLOMBAUM & SALA 2009). It is easy to use, time-efficient and precise (which is often not the case with estimation methods: see, e.g., LEPS & HADINCOVA 1992; KLIMES 2003), but is presently not applicable for studies where individual species have to be differentiated.

5 IMPLICATIONS FOR PRACTICE

- Our study shows that Vallerani ploughs can be effectively used for restoration of vegetation on incrustated soils in semi-arid areas.
- Classification of digital photographs is an easy and accurate way to measure the success of greening measures.

6 OUTLOOK

Our promising results demand for a prolongation of the observation period and an extension of the experiment to other Sahelian areas. Considering the recent sahelisation of large parts of the Sudanian zone (WITTIG et al. 2006, 2007), the method should also be tested in Subsahelian and North Sudanian areas.

The greening achieved in the experiments is only a first step. For many areas of the Sahel, the final aim should be the regeneration of the water harvesting tiger bush. To reach this aim the exclusion of grazing for some years is a condition sine qua non.

Table 2: Floristic composition* (% constancy) of incrustated plots (1), deep ploughed (formerly incrustated) plots (2) and of not incrustated areas of the glaciais (3)

Tableau 2: Composition floristique (% constance) des plateaux encroûtés (1), labourés (2) et des aires de glaciais non-encroûtés.

Plot type	1	2	3
Number of plots	10	10	69
Mean vegetation cover (%)	<1	11	64
Mean species number	5	11	13
<i>Schoenefeldia gracilis</i>	70	100	96
<i>Panicum laetum</i>	30	70	59
<i>Spermacoce chaetocephala</i>	50	60	68
<i>Corchorus tridens</i>	10	100	39
<i>Cassia obtusifolia</i>	40	60	14
<i>Acacia tortilis</i> var. <i>raddiana</i> (seedling)	20	60	14
<i>Digitaria ciliaris</i>	10	40	33
<i>Mollugo nudicaulis</i>	10	80	36
<i>Tribulus terrestris</i>	40	10	46
<i>Tragus racemosus</i>	30	10	46
<i>Boerhavia repens viscosa</i>	20	10	38
<i>Ledebouria sudanica</i>	40	20	9
<i>Leptadenia hastata</i> (seedling)	30	10	12
<i>Euphorbia forsskalii</i>	10	30	13
<i>Alysicarpus ovalifolius</i>		80	75
<i>Zornia glochidiata</i>		70	65
<i>Enteropogon prierii</i>		30	62
<i>Cenchrus biflorus</i>		20	54
<i>Indigofera senegalensis</i>		90	17
<i>Waltheria indica</i>		40	4
<i>Sporobolus microprotus</i>		40	4
<i>Amaranthus graecizans</i>		50	1
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>		10	84
<i>Eragrostis pilosa</i>		10	32
<i>Aristida spec. / A. mutabilis</i>	50		29
<i>Cucumis melo</i>		50	
<i>Tragus berteronianus</i>			30
<i>Indigofera aspera</i>			30
<i>Aristida funiculata</i>			29

* only species with a constancy >20 %

sources: 1 and 2: this paper (Table 1);

3: MÜLLER (2003; Table 17, No. 24-92)

When the tiger bush is restored it will not only serve as a water harvesting system (VALENTIN & D'HERBÈS 1999), but can be used for grazing and as source for wood. However, to avoid re-degradation, a sustainable management has to be implemented. Regeneration of tiger bush may be also of interest for carbon-sequestration, because woody biomass production has proved to equal that of the forest in more humid southern zones and to exceed that of industrial plantations in the same area (LEPRUN 1999).

7 ACKNOWLEDGEMENTS

We thank Mr. Amadou Boureima for the permission to study the restoration site of ADRA in the South of Gorom-Gorom and for an introduction into the site and the methods applied, Gaëlle Bocksberger for translating the abstract into French, Dick Byer for correcting the English and Dr. Ute Becker for help with the statistics.

8 REFERENCES

- ALBERT K-D, MÜLLER J, RIES JB, & MARZOLFF I (2004): Aktuelle Landdegradation in der Sahelzone Burkina Fasos. – In ALBERT KD, LÖHR D & NEUMANN K (eds.): Mensch und Natur in Westafrika. Wiley-VCH, 289-330.
- BRAUN-BLANQUET J (1964): Pflanzensoziologie - Grundzüge der Vegetationskunde. – 3. Aufl. Springer, Wien.
- CLAUDE J, GROUZIS M & MILLEVILLE P (1991): Un espace sahélien. La Mare d'Oursi, Burkina Faso.– ORSTOM, Paris.
- CURTIS MJ & CLAASSEN VP (2007): Regenerating topsoil functionality in four drastically disturbed soil types by compost incorporation. – Restoration Ecol. 17: 24-32.
- FLOMBAUM P & SALA OE (2009): Cover is a good predictor of aboveground biomass in arid systems. – J. Arid Environ. 73: 597-598.
- GANABA S, BAYALA J, YAMÉOGO KM, YAMÉOGO JT & OUDBA J-M (2006): Impact des aménagements anti-érosifs sur la phénologie, la transpiration et la productivité fruitière ligneuses en zone subsaharienne du Burkina Faso. – Etudes flor. vég. Burkina Faso 10: 49-62.
- HARRIS JA, HOBBS RJ, HIGGS E & ARONSON J (2006): Ecological Restoration and Global Climate Change. – Restoration Ecol. 14: 170-176.
- HOBBS RJ (2007): Setting effective and realistic restoration goals: Key directions for research. – Restoration Ecol. 15: 354-357.
- KLIMES, L. (2003): Scale-dependent variation in visual estimates of grassland plant cover. – J. Veg. Sci. 14: 815-821.
- LANE CP & TEXLER HD (2009): Generating quantitative regional plant community descriptions for restoration. – Restoration Ecol. 17: 42-50.
- LEPRUN JC (1999): The influences of ecological factors on tiger bush and dotted bush patterns along a gradient from Mali to northern Burkina Faso. – Catena 37: 25-44.
- LEPS J & HADINCOVA V (1992): How Reliable Are Our Vegetation Analyses. – J. Veg. Sci. 3: 119-124.
- LONDO G (1976): The decimal scale for relevés of permanent quadrats. – Vegetatio 33: 61-64.
- MALAGNOUX M (2009): Degraded Arid Land Restoration for Afforestation and Agro-Silvo-Pastoral Production through New Water Harvesting Mechanized Technology. – In LEE C & SCHAAF T (eds.): The Future of Drylands. Springer, Netherlands, 269-282.
- MANDO A, BRUSSAARD L & STROOSNIJDER L (1999): Termite- and mulch-mediated rehabilitation of vegetation on crusted soil in West Africa. – Restoration Ecol. 7: 33-41.
- MÜLLER JV (2003): Zur Vegetationsökologie der Savannenlandschaften im Sahel Burkina Fasos. – PhD thesis, J.W. Goethe-University, Frankfurt am Main.
- NIELSEN JØ & RENNBERG A (2010): Temporality and the problem with singling out climate as a current driver of change in a small West African village. – J. Arid Environ. 74 (4): 464-474
- OUEDRAOGO RL, GUINKO S & WITTIG R (2005): La végétation aquatique et semi-aquatique de la Mare aux Hippopotames et des Mares d'Oursi et Yomboli (Burkina Faso). – Etudes flor. vég. Burkina Faso 9:19-33.
- PAPANASTASIS VP (2009): Restoration of degraded grazing lands through grazing management: Can it work? – Restoration Ecol. 17: 441-445.
- PARI L & ANTINORI P (2001): Production of biomass in the Mediterranean area with the microbasins mechanized technique (Vallerani System) to fight desertification. – In KYRITSIS S (ed.): Proc. 1st World Conference on Biomass for Energy and Industry, Sevilla, Spain, 5-9 June 2000. James & James Ltd., London, 1963-1965.
- PIELOU EC (1969): An Introduction to Mathematical Ecology. – John Wiley and Sons, New York.
- ROOSE E, KABORE V & GUENAT C (1999): Zaï practice: A West African traditional rehabilitation system for semiarid degraded lands, a case study in Burkina Faso.– Arid Soil Res. Rehab. 13: 343-355.
- SAWADOGO H, BOCK L, LACROIX D & ZOMBRE NP (2008): Restoring soil potentialities using zaï and compost in Yatenga (Burkina Faso). – Biotech. Agron. Soc. Environ. 12: 279-290.
- SCHMIDT M (2006): Pflanzenvielfalt in Burkina Faso - Analyse, Modellierung und Dokumentation. – PhD thesis, J.W.Goethe-University, Frankfurt am Main.
- SØRENSEN T (1948): A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species and its application to analyses of the vegetation on Danish commons. – Biol. Skr. Dan. Vid. Selsk. 5: 1-34.
- SPSS (2006): SPSS 15.0 for Windows and Smart-Viewer. – SPSS, Chicago, IL.
- TICHÝ L (2002): JUICE, software for vegetation classification. – J. Veg. Sci. 13: 451-453.

VALENTIN C & D'HERBÈS JM (1999): Niger tiger bush as a natural water harvesting system. – *Catena* 37: 231-256.

WHITE F (1983): The vegetation of Africa. A descriptive memoir to accompany the Unesco/Aetfat/Unso vegetation map of Africa. – *Unesco Natural Resources Research* 20: 1-356.

WITTIG R, HAHN-HADJALI K, KROHMER J, MÜLLER J & SIEGLSTETTER R (2002): La végétation actuelle des savanes du Burkina Faso et du Bénin - sa signification pour l'homme et la modification de celle-ci par l'homme (aperçu des résultats d'un projet de recherche duré des années). – *Etudes flor. vég. Burkina Faso* 7: 3-16.

WITTIG R, HAHN-HADJALI K, KÖNIG K, SCHMIDT M, SZARZYNSKI J & THIOMBIANO A (2006): Dynamik von Flora und Vegetation in der westafrikanischen Sudanzone am Beispiel von Burkina Faso. – *Ber. Reinh.-Tüxen-Ges.* 18: 57-68.

WITTIG, R., KÖNIG, K., SCHMIDT, M., & J. SZARZYNSKI (2007): A Study of Climate Change and Anthropogenic Impacts in West Africa. – *Environ. Sci. Poll. Res.* 14: 182-189.

ZOUGMORE, R, ZIDA Z & KAMBOU NF (2003): Role of nutrient amendments in the success of half-moon soil and water conservation practice in semiarid Burkina Faso. – *Soil Tillage Res.* 71: 143-149.

ADDRESSES OF THE AUTHORS

Dr. Marco Schmidt
Prof. Dr. Georg Zizka
Research Institute Senckenberg &
Institute of Ecology, Evolution and Diversity
Goethe-Universität
Senckenberganlage 25
D-60325 Frankfurt am Main
Germany

eMail: marco.schmidt@senckenberg.de
eMail: georg.zizka@senckenberg.de

Dr. Karen Hahn
Prof. Dr. Rüdiger Wittig
Institute of Ecology, Evolution and Diversity
Goethe-Universität
Siesmayerstraße 70
D-60323 Frankfurt am Main
Germany

eMail: r.wittig@bio.uni-frankfurt.de
eMail: karen.hahn@bio.uni-frankfurt.de

Dr. Konstantin König
BiK-F
Biodiversity and Climate Research Centre-
Mertonstraße 17-21
D-60325 Frankfurt am Main
eMail: k.koenig@cgiar.org

Perceptions, mode de gestion et végétation des bois sacrés au nord du Burkina Faso

Salfo Savadogo, Amadé Ouédraogo et Adjima Thiombiano

Résumé: L'étude s'inscrit dans le cadre de la valorisation des bois sacrés dans un contexte de conservation de la biodiversité, elle a pour objectifs de recenser les différents bois sacrés au nord du Burkina Faso, d'évaluer leur richesse floristique et d'appréhender leurs mécanismes de gestion par les populations locales. Des prospections ont été conduites sur l'ensemble de la zone d'étude en vue de recenser les bois sacrés. Dans chaque localité des enquêtes ont été conduites auprès des populations directement ou indirectement impliquées dans la gestion de ces formations. Des relevés phytosociologiques ont été réalisés dans les différentes formations végétales (bois sacrés et formations adjacentes) suivant la méthode BRAUN-BLANQUET (1932) sur des placeaux de 1000 m² et de 100 m² respectivement pour les ligneux et les herbacées, en vue de déterminer les différentes phytocoenoses. 190 bois sacrés ont été recensés dont 35 ont fait l'objet d'inventaires phytosociologiques. 35 formations adjacentes ont également fait l'objet d'inventaires afin de mieux apprécier l'importance des bois sacrés dans la conservation des espèces. Le traitement des données phytosociologiques s'est effectué sur la base de 162 relevés, au moyen du logiciel CAP (Community Analysis Package). Les résultats ont révélé que les systèmes de gestion des ressources naturelles dans les bois sacrés sont basés sur des règles et des principes traditionnels. Ces bois sont pour la plupart des cimetières (50% du total), fétiches (17% du total) et fétiche-cimetières (27% du total). Le traitement des données phytosociologiques a permis de discriminer 11 groupements végétaux dont 05 pour la strate ligneuse et 06 pour la strate herbacée. Les relevés de 7 groupements ont été réalisés dans les bois sacrés et ceux de 4 groupements hors des bois sacrés. L'analyse de la richesse floristique d'ensemble (bois sacrés et environs) des ligneux a révélé la dominance de la famille des Leguminosae-Mimosoideae (16%) et des Combretaceae (12%). La flore herbacée quant à elle est dominée par les Poaceae (24%) et les Leguminosae-Papilionoideae (12%).

Mots clés: Ethnobotanique, gestion traditionnelle, phytocoenoses, richesse floristique, secteur sub-sahélien.

PERCEPTION, MODE OF MANAGEMENT AND VEGETATION OF SACRED WOODLANDS IN NORTHERN BURKINA FASO

Summary: This study lies within the scope of a valorization of sacred woodlands for better conservation of the biodiversity. The objective is to inventory the sacred woodlands in northern Burkina Faso, to evaluate their floristic richness and to learn about the management systems of natural resources by the local populations in order to understand their importance in the conservation of biodiversity. Preinvestigations were made in the whole study zone in order to inventory the sacred woodlands. In each locality the investigations were made of the populations directly or indirectly involved in the traditional management of these formations. Phytosociological relevés were carried out in the different phytocoenoses according to the method of BRAUN-BLANQUET (1932) in the area of 1000 m² (woody) and 100 m² (herbaceous) to define the plants communities. 190 sacred woodlands were listed of which 35 were the subject of botanical inventory. 35 surrounding formations were also the subject of inventory and their floristic potentialities were compared. The results revealed that the systems of natural resource management in sacred woodland are based on rules and traditional principles. These sacred woodlands are mostly the cemeteries (50% of the total), fetishes (17%), fetishes together with cemeteries (27%). The phytosociological data processing was carried out on the basis of 162 relevés by the software CAP (Community Analysis Package), which allows us to define 11 plants communities (five woody plant community and 6 herbaceous plants communities). The relevés of seven plant communities were done in the sacred woodland and 4 were done in their environs. The floristic analysis shows that the most important families in the sacred woodlands and their environs are Leguminosae-Mimosoideae (16%), Combretaceae (12%) for the woody stratum and the Poaceae (24%), Leguminosae-Papilionoideae (12%) for the herbaceous stratum.

Key words: Ethnobotany, traditional management, phytocoenoses, floristic richness, Sub-sahelian sector.

WAHRNEHMUNG, MANAGEMENT UND VEGETATION HEILIGER HAINE IM NORDEN VON BURKINA FASO

Zusammenfassung: Im Rahmen der vorliegenden Studie wurden Flora und Vegetation der heiligen Haine im Norden Burkina Fasos erfasst. Ziele waren dabei eine Bewertung des Artenreichtums sowie die Erlangung von Kenntnissen zum Management natürlicher Ressourcen durch die lokale Bevölkerung und zur Bedeutung der heiligen Haine für den Erhalt von Biodiversität. An jedem Untersuchungsort wurde die direkt oder indirekt am traditionellen Management der heiligen Haine beteiligte Bevölkerung befragt. Darüber hinaus wurden pflanzensoziologische Aufnahmen nach Braun-Blanquet durchgeführt, wobei die Aufnahmefläche bei der Gehölzvegetation jeweils 1000 m², bei der krautigen Vegetation 100 m² betrug. 190 heilige Haine wurden gefunden, von denen 35 inklusive ihrer umgebenden Vegetation untersucht wurden. Die heiligen Haine und ihre Umgebung wurden schließend bezüglich ihres Arteninventars verglichen. Es zeigte sich, dass das Ressourcenmanagement in den heiligen Hainen auf traditionellen Regeln und Prinzipien beruht. Meist handelt es sich bei den heiligen Hainen um Friedhöfe (50 %), Fetische (17 %) oder Fetsch- und Friedhofsbereiche (27 %). Für die pflanzensoziologischen Untersuchungen standen 162 Aufnahmen zur Verfügung, die mit der CAP-Software (Community Analysis Package) bearbeitet wurden. Dabei wurden elf Pflanzengesellschaften identifiziert (fünf Gehölzgesellschaften und sechs Krautgesellschaften). Sieben dieser Pflanzengesellschaften wurden in den heiligen Hainen identifiziert und vier in deren Umgebung. Die floristische Analyse zeigt, dass in der Gehölzschicht die Leguminosae-Mimosoideae (16 %) und Combretaceae (12 %), in der Krautschicht die Poaceae (24 %) und Leguminosae-Papilionoideae (12 %) die wichtigsten Familien sind.

Schlagworte: Ethnobotanik, traditionelles Management, Pflanzengesellschaften, Artenreichtum, subsahelischer Sektor

1 INTRODUCTION

Dans le contexte actuel de dégradation accélérée et généralisée des milieux, les aires protégées jouent un rôle de tampon écologique, de gardien des paysages et des ressources. C'est conscient de cette situation que l'UICN a marqué sa volonté d'impliquer les populations dans la création et la gestion des zones de protection des ressources naturelles (SOLAGRAL 1993). Les aires protégées (parcs, forêts classées, réserves de faunes) sont devenues des lieux refuges pour de nombreuses espèces à cause des interventions très limitées de l'Homme (OUOBA 2006; MBAYNGONE 2008). Elles bénéficient d'une gestion rationnelle de leurs ressources par l'entremise d'une responsabilisation au niveau local et au niveau étatique.

Depuis la table ronde sur « le sacré et l'environnement » organisée par la division des sciences sociales de l'UNESCO à Paris lors du Xe congrès forestier mondial en 1991, une grande attention a été accordée à l'étude des aires protégées et en particulier aux bois sacrés. Les bois sacrés, fragments forestiers préservés de l'action humaine en respect à la tradition et à la crainte qu'inspirent les déités, les âmes des ancêtres et les génies qu'ils hébergent, constituent une forme endogène de conservation de la biodiversité. Leur importance socioculturelle et écologique a été analysée par plusieurs auteurs. Au Bénin, l'aspect socioculturel des bois sacrés a été largement investigué par SOKPON et al (1998), HOUNGNIHIN (1998), SOKPON & AGBO (1999), KOKOU & SOKPON (2006). Selon les derniers auteurs l'arbre sacré est un double végétal d'un individu ou d'une famille qui lui est lié pour toute sa vie et qui lui sert à la fois de symbole et d'« ange gardien ». En outre, l'arbre et les forêts sacrés présentent une diversité en relation avec la multiplicité des Dieux : forêt des ancêtres, réserve de chasse, forêts cimetières, forêts des Dieux, forêts des sociétés secrètes ou masquées. Au Togo KOKOU & KOKUTSE (2007) ont montré que la conservation de la diversité biologique dans les forêts sacrées littorales n'est pas un mythe mais plutôt une réalité. A travers leurs recherches sur les forêts sacrées, des espèces exclusives et des espèces nouvelles de la flore du Togo y ont été recensées. En Côte d'Ivoire, les implications sociopsychologiques, socioculturelles et sociologiques des organisations non gouvernementales (ONG) et leur incidence sur les traditions, les cultures et les dépositaires des sites sacrés ont été abordées par IBO (2005).

Les études existant à ce jour sur les bois sacrés au Burkina Faso sont limitées à des localités et portent sur des descriptions souvent sommaires de la flore et de la végétation (GUINKO 1984, 1986; OUADBA 2003; TRAORÉ 2007). Dans certaines régions de la zone sub-sahélienne du Burkina, notamment au nord où les exploitations agricoles s'alignent à perte de vue, peu d'études spécifiques ont porté sur les bois sacrés qui, cependant, semblent être des témoins de l'élément forestier. Ces études se sont encore moins intéressées aux aspects tels que la diversité des espèces et des communautés végétales et tels que le mode de gestion des ressources biologiques au sein de ces bois. Les bois sacrés jouent un rôle socioculturel et écologique considérable. Mais face à la pression foncière et aux mutations socioculturelles en rapport avec les religions monothéistes en voie d'expansion, ces forêts subissent actuellement des dégra-

dations rapides et massives, entraînant la réduction de leur superficie, voire leur disparition complète (KOKOU et al. 2005). La présente étude basée sur une approche phytosociologique et des entretiens avec la population se propose d'analyser le rôle social, l'importance des bois sacrés au Nord du Burkina Faso en matière de conservation de la biodiversité et l'impact global des activités humaines. Elle repose sur des hypothèses selon lesquelles les croyances religieuses ancestrales ont un impact perceptible sur la conservation des espèces et que les îlots de forêts sacrées au nord présentent une richesse floristique plus élevée que celles des paysages adjacents phytosociologiquement homogène. Le choix de la partie nord du pays se justifie non seulement par la faible connaissance des bois sacrés de la zone mais aussi par ses conditions climatiques austères et les fortes pressions anthropiques qui peuvent permettre de mesurer à sa juste valeur l'impact des croyances traditionnelles dans la conservation de la biodiversité. Le principal objectif visé par cette étude est de recenser les bois sacrés, d'identifier leurs groupements végétaux et d'apprécier le système de gestion traditionnelle locale de ces bois.

2. MÉTHODOLOGIE

2.1. Zone d'étude

L'étude a été conduite au nord du Burkina Faso, dans le secteur phytogéographique sub-sahélien. Ce secteur est situé entre les 13e et 14e parallèles nord (FONTES & GUINKO 1995). Les provinces qui ont été concernées par la présente étude sont le Yatenga, le Bam, le Sanmatenga, le Passoré et le Zondoma).

Cette partie du pays connaît un climat du type sahélien (GUINKO 1984) soumis à deux saisons contrastées : une saison de pluies de juin à septembre et une saison sèche d'octobre à mai. Les plus grandes quantités de pluie s'observent durant les mois de juillet et d'août et la pluviométrie moyenne annuelle dans les stations de Ouahigouya, Kaya et Gourcy oscille entre 300 et 900 mm. Les températures moyennes peuvent atteindre 34°C en avril et baisser jusqu'à 22°C en janvier dans les stations de Ouahigouya et Kaya.

La végétation est dominée par des espèces sahéliennes dont les plus caractéristiques sont: *Acacia laeta*, *Acacia nilotica* var. *adansonii*, *Acacia senegal*, *Bauhinia rufescens*, *Boscia senegalensis*, *Cenchrus biflorus*, *Pterocarpus lucens*, *Dalbergia melanoxylon* et *Euphorbia balsamifera*. On y rencontre également certaines espèces soudaniennes telles que *Acacia macrostachya*, *Combretum micranthum*, *Combretum glutinosum* et *Combretum nigricans* (GUINKO 1984).

2.2. Enquêtes ethnobotaniques

Elles reposent sur des entretiens conduits en un seul passage. Les personnes interrogées sont les gardiens de fétiches, les chefs de villages, les chefs de sites sacrés, les chefs coutumiers, les chefs de terre et autres personnes ressources d'âge supérieur à 50 ans. Ce groupe de personnes est supposé le mieux indiqué pour fournir des informations fiables

sur les différentes fonctions des bois sacrés ainsi que leur système de gestion. L'entretien est fait suivant des interviews semi-structurées à l'aide de fiches portant des questionnaires relatifs à nos objectifs (annexe). Après cette phase d'interviews, des relevés phytosociologiques ont été réalisés dans les bois recensés.

2.3. Relevés phytosociologiques

Sur le terrain les relevés ont été réalisés suivant la méthode de BRAUN-BLANQUET (1932), à travers un échantillonnage stratifié. Les données collectées sont les informations générales (le nom de la localité, les coordonnées géographiques, le type de sol, le type de formation, la topographie), la liste complète des espèces affectées des coefficients d'abondance-dominance selon l'échelle de BRAUN-BLANQUET (1932), modifiée par WILMANN (1989):

- 5: recouvrement supérieur à 75%, abondance quelconque
- 4: recouvrement compris entre 75 et 50% abondance quelconque
- 3: recouvrement compris entre 50 et 25% abondance quelconque
- 2b: recouvrement compris entre 25 et 15%
- 2a: recouvrement compris entre 15 et 5%
- 1: abondant et recouvrement faible ou peu abondant avec plus grand recouvrement.
- +: simplement présent (recouvrement et abondance très faibles)

Les relevés sont effectués sur des placeaux homogènes et représentatifs de 1000 m² (50 m × 20 m) pour les ligneux et de 100 m² (10 m × 10 m) pour les herbacées. Les sous-placeaux de relevés des herbacées sont installés à l'intérieur de chaque placeau de ligneux et leur nombre est fonction du degré d'hétérogénéité de la strate herbacée.

Afin d'appréhender l'importance des bois sacrés dans la conservation des espèces, nous avons également effectué des relevés dans les formations adjacentes, physionomiquement homogène (formations denses) et présentant les mêmes conditions stationnelles (topographie, type de sol) que les bois sacrés. Cela permettra de savoir s'il y a des espèces confinées dans les bois sacrés et absentes dans les formations environnantes.

2.4. Traitement et analyse des données

2.4.1. Données d'enquêtes

Les données d'enquêtes relatives à la gestion et aux fonctions des bois sacrés ont été traitées à l'aide du logiciel Excel 2007 grâce auquel, les fréquences relatives des différents types de bois sacrés ont été calculées.

2.4.2. Données de relevés phytosociologiques

Les relevés des bois sacrés et des formations environnantes ont été traités ensemble afin d'identifier les groupements végétaux de chaque unité de végétation. La composante ligneuse a été séparée de la composante herbacée lors du traitement des données. Cette même approche a été déjà utilisée avec succès par HAHN-HADJALI (1998), OUEDRAOGO (2004),

DA (2006) et GNOUMOU (2007). Elle a l'avantage de donner une analyse plus détaillée des rapports entre les différentes composantes. Le logiciel CAP 2002 version 2.15 (HENDERSON & SEABY 2002) a été utilisé pour le traitement des données.

Ce logiciel permet de regrouper les relevés en fonction de leur ressemblance ou de leur dissemblance et d'en faire une classification hiérarchique dans laquelle les relevés sont ordonnés selon leur degré de ressemblance.

Les groupements végétaux ont été discriminés à partir d'espèces différentielles. La détermination de ces espèces différentielles s'est effectuée sur la base de la classe de présence des espèces. Les espèces différentielles sont des espèces qui se rencontrent généralement ensemble dans une partie des relevés et sont généralement et simultanément absents ou peu fréquents dans les autres (GOUNOT 1969). Elles sont distinctives de chaque groupement. Dans chaque composante (ligneuse et herbacée), des tableaux synthétiques présentant les espèces compagnes importantes et les classes de présence correspondantes de chaque groupement ont été élaborés.

Les pourcentages des principales familles (ligneux et herbacés) ont été calculés à l'aide du logiciel Excel 2007 puis présenté sous forme de tableau.

3. RÉSULTATS

3.1. Fonction des bois sacrés

Dans la région nord du Burkina Faso, les bois sacrés abritent généralement les cimetières des chefs de terre, chefs de village, d'enfants et de femmes enceintes décédées par suite d'accident. Ces bois-cimetières sont les lieux d'initiation pour certaines personnes, car abritant aussi des fétiches en leur sein.

Les bois cimetières représentent 50% du total, les bois fétiches 17% et les bois fétiche-cimetières 27% du total. Les initiations font partie intégrante des rites associés aux événements de la vie. Ce sont des rites qui rythment les grandes étapes de la vie : en particulier la puberté, passage de l'enfance à l'âge adulte, circoncision, parfois excision.

Les sacrifices rituels sont faits à des moments précis de l'année, dans les lieux de cultes à des fins divers (pluie, bonne saison, santé de la population, protection contre les sorts dramatiques). En début de saison de pluie par exemple, chaque chef de terre est tenu de faire des sacrifices pour que les ancêtres octroie aux habitants de très bonnes récoltes; et en fin de saison, la population se doit de leur remercier à travers d'autre sacrifice.

Les bois sacrés sont également des lieux de bénédiction ou de malédiction de l'avis d'autres personnes. Au nord du Burkina, les bénédictions via les bois sacrés sont très fréquentes.

Quiconque désire obtenir un bon sort est tenu d'apporter une amende pour que les maîtres des bois sacrés fassent les sacrifices rituels en son nom. Les exigences pour les sacrifices varient en fonction de l'importance de la chose enviée.

Elles peuvent être de la cola, du dolo, un poulet, une chèvre, un mouton, un bœuf, etc.

En cas de transgressions aux lois coutumières, des sanctions sont prises contre les contrevenants. Au pire des cas, les sanctions sont des malédictions qui se tiennent dans certains bois sacrés réputés mystiques voire hantés, à travers des sacrifices, des paroles incantatoires ou le récit de formules mystiques.

Selon les habitants, les cimetières des chefs de terre sont les demeures de leurs ancêtres où les vœux prononcés sont facilement exaucés. C'est ce qui explique l'importance des bois cimetières dans cette région. Les bois sacrés sont également des lieux réservés aux pratiques fétichistes liées à la religion traditionnelle animiste. Contrairement aux bois cimetières, ces bois fétiches sont en plus faible nombre ce qui s'expliquerait par l'abandon des fétiches au profit des religions monothéistes que sont l'islam et le christianisme.

3.2. Perception et mode de gestion des ressources naturelles dans les bois sacrés

Le système de gestion des ressources naturelles est traditionnel. Il repose sur des règles et des principes coutumiers (pas de coupe de bois, pas de ramassage de bois mort, pas de collecte de plantes médicinales) qui favorisent une bonne préservation des espèces végétales dans beaucoup de bois sacrés et leur confère une physionomie souvent très dense.

Toutes les sociétés où nous avons enquêté croient en un équilibre global entre les ressources de la nature, les forces surnaturelles et les hommes: les forces surnaturelles favorisent les activités des humains en leur procurant les ressources naturelles, animaux ou plantes. La relation homme/nature s'inscrit donc dans une notion plus large d'équilibre global entre santé/maladie, et bonheur/malheur. C'est le maintien de cet équilibre qui sera le meilleur appui pour la politique de conservation. Toutes pensent que l'harmonie de la vie en société et une bonne communication avec les êtres surnaturels grâce aux rituels et aux spécialistes, permettent l'efficacité des activités de production. En contrepartie, les hommes se donnent comme ligne de conduite de ne pas abuser des ressources de la nature. Les maladies et la mort sont toujours attribuées aux forces surnaturelles, et considérées comme des conséquences de la rupture des équilibres entre les hommes, les ressources naturelles et les esprits.

Les autorités responsables de la gestion sont le chef de village, le chef de terre, les conseillers, les gardiens des bois sacrés et les notables du chef. Le chef de village est détenteur des fonctions traditionnelles et le chef de terre est responsable du respect des règles d'utilisations des ressources naturelles ; il applique les sanctions en cas de violation. Ces sanctions sont variables selon la gravité de la faute. Elles peuvent aller du simple avertissement à la malédiction et même à la marginalisation du sujet. Dans certains cas, le coupable est condamné à payer une amende (bœuf, chèvre, poulet, bière locale ou de la kola). Les conseillers et les gardiens sont chargés de saisir les coupables et de les conduire auprès des autorités du village. Néanmoins, les autorités coutumières autorisent le prélèvement de certaines espèces médicinales et la collecte des fruits sauvages lorsque l'espèce n'existe plus dans les terroirs.

Un fait remarquable dans le système de gestion est l'initiative prise par certains chefs de village pour une gestion moderne des bois sacrés. Ainsi, dans la province du Yatenga, trois bois sacrés sont clôturés et placés sous la surveillance d'un gardien. D'autres chefs délimitent leurs bois par des diguettes et y introduisent des espèces exotiques en guise de reboisement: *Eucalyptus camaldulensis*, *Cassia siamea*, *Azadirachta indica* et *Prosopis chilensis*. En guise de perspective de meilleure gestion et conservation des bois sacrés, la population propose: le reboisement et le suivi, les clôtures, les mises en défens, le soutien financier, l'assistance de l'administration locale.

3.3. Composition et richesse floristique des bois sacrés et des formations environnantes

Cent soixante deux (162) relevés ont été effectués dont quatre vingt un (81) pour la strate ligneuse et autant pour la strate herbacée. Cent soixante dix huit (178) espèces dont 74 ligneux et 104 herbacées ont été recensées (Tableau 1) dans les bois sacrés. Les espèces de la flore ligneuse sont réparties en 50 genres et 28 familles et celle de la flore herbacée se regroupe en 74 genres et 33 familles. Dans les 35 formations adjacentes, 80 espèces ont été recensées (Tableau 1) dont 30 espèces ligneuses et 50 herbacées. Les espèces de la flore ligneuse sont réparties en 24 genres et 14 familles, celles de la flore herbacée regroupée en 38 genres et 17 familles. L'analyse de la richesse floristique des ligneux a révélé la dominance dans les bois sacrés et dans les formations adjacentes de la famille des Leguminosae-Mimosoideae (16%) et des Combretaceae (12%) (Tableau 4). Les autres familles importantes de cette flore sont: les Leguminosae-Caesalpinioideae (9%), les Capparidaceae et les Rubiaceae (5%). La flore herbacée est dominée par les Poaceae (24%) et les Leguminosae-Papilionoideae (13%) (Tableau 5). La famille des Leguminosae- Caesalpinioideae y est aussi importante avec 5%.

Tableau 1: Diversité floristique des bois sacrés et des formations adjacentes

Table 1: Floristic diversity of sacred woodlands and surrounding formations

	Bois sacrés	%	Hors bois sacré	%
Nombre d'espèces	178	68,99	80	31,01
Nombre de genre	124	66,66	62	33,34
Nombre de familles	61	66,3	31	33,7

3.4 Rôle des bois sacrés dans la conservation des espèces

La gestion traditionnelle des bois sacrés (interdits, règles, principes et législation coutumière) est un support pour la conservation des espèces en leur sein. En effet, certaines espèces devenues rares ou disparues dans la région y trouvent souvent refuge. C'est le cas par exemple de *Manilkara multinervis* qui n'a jamais été signalée au nord du Burkina Faso par les travaux antérieurs mais qui a été retrouvée en peuplement naturel dans un bois sacré de la région (bois « Tizilinzido »: latitude 13,09391677; longitude -1,61163219).

Elle n'est pas connue par la population locale et c'est pour cette raison que les habitants l'ont nommé «Tizilnziido » pour faire allusion à une espèce qui est méconnue. Dans la province du Bam les espèces comme *Boscia salicifolia* et *Celtis integrifolia* sont également confinées dans les bois sacrés «Yarsiyado » à Guibaré et «Wobg-kango » à Sabsé. *Cissus quadrangularis* a été uniquement récolté dans le bois sacré de Malou, province du Sanmatenga.

3.5. Groupements végétaux

L'analyse des données des 162 relevés des bois sacrés et des formations adjacentes à l'aide du logiciel CAP et le traitement manuel des résultats de la classification hiérarchique ont abouti à la détermination de onze groupements végétaux dont cinq pour la flore ligneuse (Tableau 2) et six pour la flore herbacée (Tableau 3).

3.5.1 Les groupements de la composante ligneuse

Cinq groupements végétaux dont quatre pour les bois sacrés et un pour les formations adjacentes, ont été décrits puis synthétisés dans le Tableau 2.

3.5.1.1 Groupement à *Combretum micranthum*

Le groupement à *Combretum micranthum* se présente le plus souvent sous forme de savane arbustive sur sol gruvillonnaire ou sur les cuirasses latéritiques avec un taux de recouvrement moyen de (75%). Trente deux relevés définissent ce groupement. La richesse floristique est de 14 espèces en moyenne par relevé. L'espèce différentielle de ce groupement est *Combretum micranthum*. Les espèces compagnes sont: *Acacia macrostachya*, *Combretum glutinosum*, *Cassia sieberiana*, *Piliostigma reticulatum*, *Diospyros mespiliformis* et *Acacia nilotica*.

Tableau 2: Tableau synoptique des groupements ligneux des bois sacrés et des formations adjacentes

Table 2: Synoptic table of the woody vegetation of sacred woodlands and surrounding formations

(I, II, III, IV, V) = Classe de présence des espèces avec I= espèce présente dans moins de 1 à 20 % de relevés ; II= espèce présente dans 21 à 40 % de relevés ; III= espèce présente dans 41 à 60 % de relevés ; IV= espèce présente dans 61 à 80 % de relevés; V= espèce présente dans 81 à 100 % de relevés, * = groupement des bois sacrés

Groupements	<i>Combretum micranthum</i> *	<i>Acacia pennata</i> *	<i>Combretum nigricans</i> *	<i>Anogeissus leiocarpus</i> *	<i>Guiera senegalensis</i>
Nombre de relevés	32	15	8	10	16
Taux de recouvrement moyen (%)	75	85	55	65	50
Richesse spécifique moyenne	14	8	9	17	8
Espèces différentielles					
<i>Combretum micranthum</i>	V	II	I	II	II
<i>Acacia pennata</i>	II	IV	.	I	.
<i>Combretum nigricans</i>	I	I	IV	I	.
<i>Anogeissus leiocarpus</i>	I	I	I	V	I
<i>Feretia apodanthera</i>	I	I	I	III	.
<i>Guiera senegalensis</i>	II	I	II	I	IV
Espèces compagnes importantes					
<i>Acacia macrostachya</i>	II	I	III	I	I
<i>Combretum glutinosum</i>	II	I	III	II	II
<i>Cassia sieberiana</i>	II	III	II	II	II
<i>Balanites aegyptiaca</i>	II	II	I	II	II
<i>Vitellaria paradoxa</i>	I	II	.	II	.
<i>Piliostigma reticulatum</i>	II	III	.	II	II
<i>Diospyros mespiliformis</i>	I	II	I	II	II
<i>Azadirachta indica</i>	II	I	II	I	.
<i>Acacia nilotica</i>	II	.	.	.	.
<i>Dalbergia melanoxylon</i>			II		
<i>Acacia seyal</i>		I		II	
<i>Pterocarpus lucens</i>	II	I	III	I	
<i>Sclerocarya birrea</i>	II	I		I	

Tableau 3: Tableau synoptique des groupements herbacés des bois sacrés et des formations adjacentes
Table 3: Synoptic table of the herbaceous vegetation of sacred wood lands and their environs

Groupements	<i>Cassia tora</i> *	<i>Triumfetta rhomboidea</i> *	<i>Loudetia togoensis</i>	<i>Microchloa indica</i>	<i>Andropogon pseudapricus</i>	<i>Wissadula amplissima</i> *
Nombre de relevés	12	15	17	14	16	7
Taux de recouvrement moyen (%)	70	75	85	50	80	78
Nombre moyen d'espèces	15	17	19	6	8	12
Espèces différentielles						
<i>Cassia obtusifolia</i>	IV	II	I	I	.	I
<i>Triumfetta rhomboidea</i>	I	V	.	I	.	II
<i>Loudetia togoensis</i>	.	.	V	I	I	I
<i>Microchloa indica</i>	.	.	II	V	II	.
<i>Andropogon pseudapricus</i>	I	II	II	I	V	.
<i>Wissadula amplissima</i>	II	II	.	.	.	V
Espèces compagnes importantes						
<i>Achyranthes sicula</i>	II	III	I	I	.	II
<i>Pandiaka heudelotii</i>	II	II	III	I	II	II
<i>Zornia glochidiata</i>	II	I	I	II	II	.
<i>Spermacoce radiata</i>	II	I	I	II	III	II
<i>Tephrosia pedicellata</i>	I	I	I	II	I	II
<i>Sporobolus festivus</i>	.	.	.	.	I	.
<i>Sida alba</i>	II	I	.	I	II	I
<i>Corchorus tridens</i>	.	I	I	II	.	.
<i>Chloris pilosa</i>	I	II	I	.	I	.
<i>Setaria pumila</i>	II	I	II	II	.	.
<i>Chamaecrista pratensis</i>	II	.	I	II	II	.
<i>Cyperus amabilis</i>	II	.	I	.	I	.
<i>Pennisetum polystachion</i>	I	II	.	.	.	I
<i>Pennisetum pedicellatum</i>	II	II	.	.	.	.
<i>Alysicarpus ovalifolius</i>	I	.	II	.	.	I
<i>Cymbopogon schoenanthus</i>	.	.	.	II	I	.
<i>Elionurus elegans</i>	.	.	.	I	III	.
<i>Aristida kerstingii</i>	.	.	.	.	II	.
<i>Stylochaeton hypogaeus</i>	.	II	.	.	.	II
<i>Tacca leontopetaloides</i>	.	.	.	.	.	II
<i>Waltheria indica</i>	II	I	.	I	I	II

3.5.1.2 Groupement à *Acacia pennata*

Le groupement est constitué dans sa plus grande partie d'arbustes avec un taux de recouvrement moyen de 85%. Il est différencié par la seule espèce *Acacia pennata*. Les espèces compagnes de ce groupement sont: *Cassia sieberiana*, *Balanites aegyptiaca* et *Piliostigma reticulatum*. 15 relevés des bois sacrés définissent ce groupement.

Le nombre moyen d'espèces par relevé est de huit. Cette faible richesse floristique est justifiée par les conditions édaphiques souvent pénibles, non favorable au développement

de certaines espèces. En effet ce groupement se développe généralement sur les sols cuirassés latéritiques et sur les sols gravillonnaires.

3.5.1.3 Groupement à *Combretum nigricans*

Le groupement est constitué d'arbustes avec un taux de recouvrement moyen de 55%. Ce groupement est défini par huit relevés des bois sacrés. Il se développe généralement sur les sols sablonneux ou sur les sols gravillonnaires. Sa

richesse spécifique moyenne est de neuf espèces par relevé. Les espèces compagnes importantes de ce groupement sont: *Combretum glutinosum*, *Piliostigma reticulatum*, *Cassia sieberiana*, *Pterocarpus lucens*, *Dalbergia melanoxylon* et *Acacia macrostachya*.

Tableau 4: Proportion relative des principales familles des ligneux des bois sacrés et des formations environnantes

Table 4: Relative proportion of the principal families of the woody stratum of the sacred wood lands and their environs

Familles	Pourcentage
Combretaceae	12,00%
Leguminosae-Mimosoideae	16,00%
Leguminosae-Caesalpinioideae	9,00%
Capparidaceae	5,00%
Rubiaceae	5,00%
Autres familles	37,00%
Tiliaceae	4,00%
Anacardiaceae	4,00%
Moraceae	4,00%
Leguminosae-papilionoideae	4,00%

Tableau 5 : Proportion relative des principales familles des herbacés des bois sacrés et des formations environnantes

Table 5: Relative proportion of the principal families of the herbaceous stratum of the sacred wood lands and their environs

Familles	Pourcentage
Poaceae	24,00%
Autres familles	45,00%
Leguminosae-Caesalpinioideae	5,00%
Leguminosae-papilionoideae	13,00%
Convolvulaceae	2,00%
Tiliaceae	2,00%
Euphorbiaceae	3,00%
Amaranthaceae	3,00%
Malvaceae	3,00%

3.5.1.4 Groupement à *Anogeissus leiocarpus*

Le groupement à *Anogeissus leiocarpus* se présente le plus souvent sous forme de savane arborée avec un taux de recouvrement relativement élevé (65%). Il est différencié par *Anogeissus leiocarpus* et *Feretia apodanthera*. Dix relevés des bois sacrés décrivent ce groupement avec une flore riche de 17 espèces en moyenne par relevé. Ce groupement se développe très fréquemment dans les stations humides ou aux abords des cours d'eaux. Les espèces compagnes de ce groupement sont: *Diospyros mespiliformis*, *Cassia sieberiana*, *Piliostigma reticulatum* et *Acacia seyal*.

3.5.1.5 Groupement à *Guiera senegalensis*

Le groupement à *Guiera senegalensis* est très fréquent sur les sols sablonneux des terroirs environnants des bois sacrés de la zone sub-sahélienne du Burkina Faso. C'est le seul groupement décrit hors des bois sacrés. Il est différencié par *Guiera senegalensis*. Seize relevés des formations environnantes définissent ce groupement avec une flore riche

de dix espèces en moyenne par relevé et d'un taux de recouvrement moyen de 50%. Les espèces compagnes de ce groupement sont: *Combretum glutinosum*, *Cassia sieberiana* et *Diospyros mespiliformis*. La hauteur moyenne de la strate arbustive est de 2 m.

3.5.2 Les groupements de la strate herbacée

Six groupements végétaux dont trois pour les bois sacrés et autant pour les formations adjacentes, ont été décrit puis synthétisés dans le Tableau 3.

3.5.2.1 Groupement à *Cassia tora*

Le groupement à *Cassia tora* présente un taux de recouvrement moyen de 70 % et une richesse spécifique de quinze espèces par relevé. La hauteur moyenne des individus est de 0,5 m. Les espèces compagnes de ce groupement sont: *Spermacoce radiata*, *Sida alba*, *Achyranthes aspera*, *Setaria pumila* et *Zornia glochidiata*. Douze relevés des bois sacrés définissent ce groupement.

3.5.2.2 Groupement à *Triumfetta rhomboidea*

Le groupement à *Triumfetta rhomboidea* est lié aux formations ligneuses denses à fort taux de recouvrement. Il est constitué de 15 relevés des bois sacrés. Sa richesse spécifique moyenne est de 17 espèces par relevé et son taux de recouvrement moyen est de 75%. Les espèces compagnes sont: *Achyranthes aspera*, *Pandiaka heudelotii*, *Chloris pilosa*, *Pennisetum polystachion* et *Pennisetum pedicellatum*.

3.5.2.3 Groupement à *Loudetia togoensis*

Loudetia togoensis constitue l'espèce dominante du groupement avec un taux de recouvrement élevé (85%), donnant ainsi la physionomie du groupement. 17 relevés des formations adjacentes définissent ce groupement. La richesse spécifique est de six et la hauteur moyenne des espèces est de 1 m. Les espèces compagnes importantes sont: *Pandiaka heudelotii*, *Setaria pumila*, *Zornia glochidiata* et *Alysicarpus ovalifolius*.

3.5.2.4 Groupement à *Microchloa indica*

Microchloa indica différencie un groupement auquel elle donne le nom. Les espèces compagnes importantes sont: *Zornia glochidiata*, *Spermacoce radiata* et *Cymbopogon schoenanthus*. Ce groupement est structuré en trois strates: la strate supérieure occupée par *Cymbopogon schoenanthus*, la strate moyenne par *Setaria pumila* et enfin la strate inférieure par *Microchloa indica*, *Zornia glochidiata* et *Spermacoce radiata*. Le taux de recouvrement moyen est de 50% et la richesse spécifique moyenne est de six espèces par relevé. 14 relevés des formations adjacentes définissent ce groupement.

3.5.2.5 Groupement à *Andropogon pseudapricus*

Le groupement à *Andropogon pseudapricus* est le plus fréquent dans les terroirs environnants. Il est différencié par la seule espèce *A. pseudapricus*. Les espèces compagnes sont: *Zornia glochidiata*, *Spermacoce radiata*, *Elyonurus elegans*

et *Aristida kerstingii*. Le taux de recouvrement moyen est de (80%) et le nombre moyen d'espèces par relevé est de huit. Ce groupement est défini par 16 relevés des formations adjacentes.

3.5.2.6 Groupement à *Wissadula amplissima*

Défini par sept relevés avec un taux de recouvrement moyen de 78% le groupement à *Wissadula amplissima* est spécifique aux bois sacrés. Sa richesse spécifique est de 12 espèces en moyenne par relevé. Les espèces compagnes importantes sont *Spermacoce radiata*, *Achyranthes aspera*, *Pandiaka heudelotii*, *Tacca leontopetaloides* et *Stylochaeton hypogaeus*. La hauteur moyenne des espèces est de 1 m.

4. DISCUSSION

4.1 Perception de la population sur les fonctions des bois sacrés

La population a plusieurs perceptions sur les bois sacrés au nord du Burkina Faso. Pour une partie des personnes interrogées, les bois sacrés seraient des intermédiaires incontournables dans la communication avec les ancêtres. Elles pensent que les bois sacrés protègent la population locale contre les catastrophes et contre les ennemis de toute nature, les rendant invulnérables. En outre, ils leur procureraient la pluie, la prospérité, la fécondité, et pourraient même guérir certaines maladies réputées incurables. Malheureusement, ces conceptions sont interprétées par une grande partie de la population, surtout les musulmans comme une superstition et une pure mécréance. Ces observations corroborent celles de OUADBA (2003) qui avait fait le même constat dans la province du Bazèga, au Centre-sud du Burkina Faso. Dans le même ordre d'idées, CREWS (2003) estimait que depuis la nuit des temps, la nature et les arbres en particulier ont été pour les communautés prémonothéistes, source d'inspiration fondée sur la perception de l'arbre comme symbole de la vie donnée par les divinités. Certains arbres réputés sacrés sont craints car ils incarnent les mauvais esprits comme le soulignent KOKOU & SOKPON (2006).

Les bois sacrés ont une grande importance pour la population locale. Ils assurent une fonction socioculturelle, socioéconomique et écologique, tout comme l'ont également constaté DECHER (1997), HOUNGNIHIN (1998), JUHÉ-BEAULATON (1999, 2010), JUHÉ-BEAULATON & ROUSSEL (2002, 2003), MALAN (2008). En côte d'Ivoire, MALAN (2009) conçoit 3 fonctions chez les peuples Ehotilé: militaire, socioculturelle et religieuse en donnant plus d'importance à la dernière du fait que l'accès et la végétation de ces lieux sont réglementés par les pouvoirs religieux. Ce qui l'amène à la conclusion selon laquelle la religion traditionnelle demeure vivace chez les Ehotilé de la Côte d'Ivoire et ne saurait être occulté dans la mise en place d'une politique de cogestion du parc national des îles Ehotilé. Des études antérieures menées en Inde par GARCIA et al. (2006) décrivaient également les forêts sacrées comme des fragments forestiers associés à un esprit, une divinité ou un temple et comme des écosystèmes préservés en raison des croyances et pratiques qui y sont associées.

4.2 Gestion des bois sacrés

Les bois sacrés sont traditionnellement gérés par les autorités coutumières, à travers des interdits, des réglementations, des lois et des principes. Ce sont des exemples de traditions locales qui contribuent à la sauvegarde de la flore et de la faune menacées de disparition (KOKOU & SOKPON 2006). En effet, la nécessité de respecter scrupuleusement la tradition léguée par les ancêtres peut être considérée comme étant un contre-pouvoir aux prérogatives du chef de terre. Le chef de terre est tenu à une gestion rigoureuse du patrimoine collectif selon les normes léguées par les ancêtres du fait qu'à sa mort, il aura à rendre compte de son comportement à ses devanciers réunis en tribunal. La peur que suscite la perspective de cette reddition des comptes est une garantie efficace contre les abus. La sacralisation de sites constituerait une stratégie efficace à inclure dans le processus de gestion moderne des ressources naturelles MALAN (2009). Cependant, comme l'ont montré SOW (2003), HILARY & MUREITHI (2004), KOKOU & KOKUTSE (2007), DUGAST (2008), JUHÉ-BEAULATON (2010), CEPERLEY et al. (2010), plusieurs facteurs concourent à la dégradation des bois sacrés malgré leur importance socioculturelle et écologique: pression humaine exercée sur les ressources biologiques à travers des activités illégales et l'occupation des sols (comme la coupe de bois, la production de charbon de bois pouvant augmenter le risque de feux de brousse), urbanisation de plus en plus poussée, érosion des croyances traditionnelles avec une influence des religions étrangères (christianisme et islam), changements climatiques, etc. En effet, certains bois sacrés au nord du Burkina Faso sont soumis à des défriches, à des occupations de terres à des fins agricoles et d'exploitation minières et d'autres sont pâturés.

4.3 Richesse spécifique et rôle des bois sacrés dans la conservation des espèces

Les 178 espèces recensées dans les bois sacrés représentent 15 % du nombre total d'espèces recensées par LEBRUN et al. (1991) pour le Burkina Faso; ce qui témoigne d'une relative richesse de ces aires malgré l'austérité climatique de la région Nord et de certaines conditions stationnelles défavorables. La crainte suscitée par certains bois sacrés en l'occurrence les bois cimetières et la perception favorable qu'ont les habitants quant aux valeurs magico-religieuses de certaines espèces (espèces sacrées) sont des supports considérables pour la gestion des ressources naturelles.

Le refuge de certaines espèces rares dans les bois sacrés de la région nord du Burkina montre leur importance dans la conservation des espèces. Le cas étrange est surtout la présence de *Manilkara multinervis* dans le bois sacré de Dierko/Yatenga. Cette espèce jamais signalée dans toute la région, a été retrouvée pour la première fois en peuplement naturel le long d'une vallée dans la province du Yatenga. Selon ARBONIER (2000), cette espèce est spécifique aux galeries forestières, aux ravins et collines rocheuses des zones de savanes soudano-guinéennes et guinéennes. La vallée pourrait justifier la présence de ce peuplement dans le bois sacré. L'importance des sites sacrés dans la conservation des écosystèmes et de la diversité biologique a été abondamment abordée par les spécialistes de la gestion des ressources naturelles. WANGARI (1996), SOKPON et al. (1998), TCHOUAMO

(1998), KOKOU & SOKPON (2006) et KOKOU & KOKUTSE (2007) se basant sur la qualité et la richesse spécifique de ces lieux, affirment que les sites sacrés sont de véritables sanctuaires de biodiversité.

Au Ghana LIEBERMAN & LIEBERMAN (1984) et LIEBERMAN & MINGGUANG (1992) ont montré que les bois sacrés protègent des espèces rares telles *Vepris heterophylla* et *Ochna ovata*.

Par contre GARCIA et al. (2006) et JUHÉ-BEAULATON & ROUSSEL (2002), soutiennent que la sacralité de ces espaces ne préjuge pas de leurs valeurs patrimoniales ou environnementales. En effet, d'une part, ce ne sont pas les éléments de la nature en tant que tels qui sont l'objet du culte, mais les créatures invisibles qui les habitent (DUCHESNE 2002). D'autre part, la nature des espaces sacrés ne reflétant pas toujours la biodiversité locale, il convient d'être prudent face aux politiques qui visent à inclure ces « réserves informelles » dans les dispositifs de conservation de la biodiversité.

4.4 Les groupements végétaux

4.4.1 Les groupements de la strate ligneuse

Le groupement à *Acacia pennata* a été observé dans la grande majorité des bois sacrés de la zone sub-sahélienne du Burkina Faso. Cette remarque a été également faite par certains de nos enquêtés qui estiment que l'espèce *A. pennata* est un signe évocateur des sites sacrés dans la province du Yatenga, du Zondoma et du Bam. Il se pourrait que la présence de cette espèce soit liée à l'histoire de la région.

Une formation à base de *Combretum micranthum*, *Combretum nigricans* et *Acacia machrostachya* a déjà été défini (GUINKO 1984) dans la forêt sacrée de Yabo. La présence de *Combretum micranthum* et *Acacia machrostachya* rapproche cette formation au groupement à *Combretum micranthum*.

Ce groupement est supporté par des cuirasses latéritiques; ce qui confirme les résultats de THIOMBIANO (2005) et justifie sa faible richesse spécifique. Par ailleurs, cet auteur précise que ces formations sont généralement des savanes arbustives et quelques savanes arborées. Effectivement, ce groupement est essentiellement constitué d'arbustes dont la hauteur moyenne est inférieure à 2m.

Une formation à base de *Acacia pennata*, *Combretum micranthum*, *Cassia sieberiana*, *Feretia apodanthera*, *Holarrhena floribunda*, *Strychnos innocua*, *Piliostigma thonningii* et *Ziziphus mucronata* a été observé par GUINKO (1984) dans certains bois sacrés du Burkina Faso. La présence de *Acacia pennata*, de *Combretum micranthum* et de *Cassia sieberiana* rapproche cette formation au groupement décrit dans les bois sacrés du secteur sub-sahélien du Burkina Faso.

Le groupement à *Combretum nigricans* est physionomiquement une savane arbustive facilement reconnaissable sur le terrain par la prédominance de *C. nigricans* sur toutes les espèces. Il est assez typique du secteur sub-sahélien du Burkina Faso (THIOMBIANO 2005). *Combretum nigricans*

est abondante sur les sols gravillonnaires. Ce qui confirme bien les résultats de THIOMBIANO (2005) et de MBAYNGONE (2008).

Les espèces différentielles du groupement à *Anogeissus leiocarpus* sont *A. leiocarpus* et *Feretia apodanthera*. Ce qui rapproche ce groupement à celui décrit par OUOBA (2006) dans la forêt classée de Niangoloko. En effet, cet auteur précise que dans la strate arbustive du groupement à *Anogeissus leiocarpus* et *Rottboellia cochinchinensis*, *Feretia apodanthera* abonde.

Selon A. OUÉDRAOGO (2006) le groupement à *Anogeissus leiocarpus* est le plus représentatif des fourrés du sahélien strict. Effectivement, dans les fourrés où les relevés ont été réalisés, nous avons constaté une abondance de *Anogeissus leiocarpus*. Cette espèce se trouve en association avec *Acacia pennata*, formant un fourré plus ou moins impénétrable. Cet auteur précise également que ce groupement se développe le long des cours d'eau temporaires ou sur les plaines alluviales. En ce qui concerne l'écologie de cette espèce, nos résultats sont bien en accord avec ceux de cet auteur. Un sous groupement à *Anogeissus leiocarpus* a été également décrit par THIOMBIANO (2005) au bord des cours d'eaux, des mares et des zones à inondation plus ou moins prolongées sur des sols argilo-sableux à limoneux.

Le groupement à *Guiera senegalensis* présente une richesse floristique de huit espèces par relevé. Cette faible richesse floristique est proche de celle du sous groupement à *Guiera senegalensis* décrit par THIOMBIANO (2005), qui a une richesse spécifique de sept espèces par relevé. Selon cet auteur les sols sur lesquels se développe ce groupement sont peu humides.

4.4.2 Les groupements de la strate herbacée

Sur le plan floristique, le groupement à *Cassia tora* décrit dans les bois sacrés est proche du groupement à *Andropogon pseudapricus* décrit par DA (2006) dans la forêt classée de Gonsé (Zone nord soudannienne du Burkina Faso) avec comme espèces compagnes *Spermacoce radiata*, *Zornia glochidiata*, *Cassia tora*, *Microchloa indica*, *Pennisetum pedicellatum*, *Waltheria indica* et *Borreria stachydea*.

Le groupement à *Triumfetta rhomboidea* se développe généralement dans des formations denses. Il est accompagné par des espèces sciaphiles telles *Achyranthes aspera* et *Pennisetum pedicellatum*. Toutes ces observations ont été déjà faites par SOBEY (1978), GUINKO (1984) et DA (2006).

TERRIBLE (1984) précise dans ses types de végétation que l'espèce *Loudetia togoensis* se trouve souvent en association avec *Andropogon pseudapricus*. Nos résultats sont proches des résultats de cet auteur. Effectivement cette espèce est présente dans beaucoup de relevés qui définissent le groupement à *L. togoensis*.

Le groupement à *Microchloa indica* est associé à la strate arbustive des formations adjacentes. Ce même constat a été déjà fait au parc urbain Bangr-weoogo de la ville de Ouagadougou (GNOUMOU 2007). Par contre, selon HAHN-HADJALI (1998), ce groupement pousse dans de très vieilles jachères.

Le groupement à *Andropogon pseudapricus* a été observé dans les formations environnantes des bois sacrés, avec comme espèces compagnes importantes *Pandiaka heudelotii* et *Spermacoce radiata*. Dans les types de végétation décrit par TERRIBLE (1984) cependant, l'espèce *Loudetia togoensis* se trouve très souvent en association avec *Andropogon pseudapricus*. Il se pourrait que les conditions édaphiques dans les formations environnantes ne soient pas favorables au développement de *Loudetia togoensis*.

Le groupement à *Wissadula amplissima* présente le plus petit nombre de relevé de tous les groupements herbacés. La présence de certaines espèces comme *Stylochiton hypogaeus* et *Tacca leontopetaloides* dans le groupement à *Wissadula amplissima* témoigne du caractère ombragé du sous-bois.

5. CONCLUSION

Les investigations sur les bois sacrés au nord du Burkina mettent en évidence l'impact des croyances traditionnelles sur la conservation de la diversité biologique. La présence dans les bois sacrés de certaines espèces devenues rares ou disparues dans le reste de certains terroirs (*Manilkara multinervis*, *Boswellia dalzielii*, *Celtis integrifolia* et *Boscia salicifolia*) montre que les bois sacrés jouent un rôle de zones refuges de la phytodiversité. Ce travail qui s'est limité aux bois sacrés de quatre provinces est une première étape de travaux ultérieurs qui s'intéresseront aux autres secteurs phytogéographiques du Burkina Faso et groupes ethniques.

En effet les facteurs socioculturels tels que les traditions, les coutumes, les croyances sont des éléments déterminants qui influencent les comportements des populations vis-à-vis de la sauvegarde de la biodiversité. Liés aux valeurs et aux normes sociales, ces facteurs motivent les décisions, pratiques et actions des populations.

Les décideurs politiques devraient valoriser les pratiques culturelles des communautés en matière de conservation de la biodiversité en contribuant à préserver les traditions, les coutumes et les croyances des divers groupes culturels

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ARBONIER M (2000): Arbres, arbustes et lianes des zones sèches d'Afrique de l'Ouest, 541p.
- BRAUN-BLANQUET J (1932): Plant sociology. – Macgrah-Hill, New York & London, 330 p.
- CEPERLEY N, MONTAGNINI F, NATTA A (2010): Significance of sacred sites for riparian forest conservation in central Benin. – Bois et Forêt des Tropiques, 303(1): 5-23
- CREWS J (2003): Forest and tree symbolism in folklore. – Unasylva 213(54): 37-43.
- DA S (2006): Etude de la végétation de la forêt classée de Gonsé (Zone Nord soudanienne du Burkina Faso). – Mémoire de DEA, Université de Ouagadougou, 79p.
- DECHER J (1997): Conservation, small mammals and future of sacred grooves in West Africa. – Biodiversity and conservation 6: 1007-1026.

et en intégrant les acquis de la législation traditionnelle dans le cadre législatif et réglementaire étatique. Par ailleurs, une politique d'accompagnement par l'Etat de la gestion traditionnelle des bois sacrés pourrait renforcer les acquis en matière de gestion durable, toutes choses qui constitueraient, à n'en point douter un moyen efficace de conservation de la phytodiversité.

REMERCIEMENTS

Nous remercions vivement le BMBF à travers le projet BIOTA [[die Projektnr. einfügen. Sie lautet: 0LC0617D1]] pour avoir entièrement financé cette étude.

Nos vifs remerciements aux autorités coutumières pour leur franche collaboration et surtout à monsieur Adouabou Basile de nous avoir assisté dans la confection de la carte de localisation des bois sacrés.

ANNEX (QUESTIONNAIRE)

Localité:

Nom et prénoms de l'enquête: Age:

Existe-t-il de bois sacrés dans votre localité ?

Combien ?

Quelles sont leurs origines?

Quelles sont leurs fonctions?

Quel est votre système de gestion?

Quelles sont vos formes de conservation et de préservation?

Quel était l'état des bois dans le passé?

Quel est leur état actuel?

Quelles sont les menaces qui pèsent sur votre système de gestion?

Quelles sont vos perceptions sur les bois sacrés?

Quelle est la contribution des autorités administratives dans la gestion des bois sacrés?

Quelles sont vos suggestions pour renforcer la gestion et valoriser les bois sacrés?

Quelles sont les espèces qui ont disparu dans les bois?

Quelles peuvent être les causes de cette disparition?

Ya t il des espèces sacrées?

- DUCHESNE V (2002): Des lieux sacrés aux sites classés. Evolution du contrôle des ressources naturelles dans le Sud-Est Ivoirien. – In JUHÉ-BEAULATON D, BOUTRAIS J & ROUSSEL B (eds): Patrimonialiser la nature tropicale. Dynamiques locales, enjeux internationaux. Cormier-Salem Paris, IRD, collection "Colloques et séminaires", 419-438.

- DUGAST S (2008): Incendies rituels et bois sacrés en Afrique de l'ouest: Une complémentarité méconnue. – Bois et Forêt des Tropiques 296(2): 17-26.

- FONTES J & GUINKO S (1995): Carte de la végétation et de l'occupation du sol au Burkina Faso. – Notice explicative. Ministère de la coopération française, Toulouse, 67p.

- GARCIA C, PASCAL JP & KUSHALAPPA CG (2006): Les forêts sacrées de Kodagu en Inde: écologie et religion. Bois et forêts des tropiques, 288 (2): 5-13.

- GNOMOU A (2007): Etude de la flore et de végétation du parc urbain Bangr-weoogo. – Mémoire de DEA, Université de Ouagadougou, 71p.
- GOUNOT M (1969): Méthode d'étude quantitative de la végétation. – Ed. Masson et cie, Paris IV, 314p.
- GUINKO S (1984): Végétation de la Haute Volta. – Thèse de Doctorat ès Sciences Naturelles; Univ. Bordeaux III, 394p.
- GUINKO S (1985): Contribution à l'étude de la végétation et de la flore du Burkina Faso: les reliques boisées ou bois sacrés. Bois et foret des tropiques 208(2): 29-36.
- HAHN-HADJALI K (1998): Les groupements végétaux du sud-est du Burkina Faso (Afrique de l'ouest). – Etude flor. vég. Burkina Faso 3: 3-79.
- HENDERSON P A & SEABY, RMH (2002): Pisces Conservation LTD. – IRC House, Pennington, Lymington, SO41 8GN, UK. Version 2.15.
- HILARY F & MUREITHI P S (2004): La montagne sacrée. World Watch Institute, 11p.
- HOUNGNIHIN A R (1998): Savoir endogènes et protection de l'environnement au Bénin. – Bull. PACIPE (Programme Régionale d'assistance à la communication et à l'information sur la protection de l'environnement) 9, 28, 18p.
- IBO J (2005): Contribution des organisations non gouvernementales écologistes à l'amélioration des forêts sacrées en Côte d'Ivoire: l'expérience de la croix verte. – Vertigo 6: 1-20.
- JUHÉ-BEAULATON D (1999): Arbre et bois sacrés: Lieu de mémoire de l'ancienne côte des esclaves. – In CHRÉTIEN J-P & TRIAUD JL (eds.): Histoire d'Afrique, Paris, Karthala.
- JUHÉ-BEAULATON D (2010): Forêts sacrées et sanctuaires boisés. Des créations culturelles et biologiques (Burkina Faso, Togo, Bénin). – Karthala, Hommes et sociétés, 280p.
- JUHÉ-BEAULATON D & ROUSSEL B (2002): Les sites religieux vodun : des patrimoines en permanente évolution. In: Patrimonialiser la nature tropicale. Dynamiques locales, enjeux internationaux. – In CORMIER-SALEM M-C, JUHÉ-BEAULATON D, J BOUTRAIS, B ROUSSEL (Eds), Paris, IRD, collection "Colloques et séminaires": 415-438.
- JUHÉ-BEAULATON D & ROUSSEL B (2003): Sacred spaces in ritual practices. Peust & Gutschmidt Verlag Göttingen, 1-19.
- KOKOU K & KOKUTSE A D (2007): Conservation de la biodiversité dans les forêts sacrées littorales du Togo. – Bois et forêts des tropiques 292(2): 59-70.
- KOKOU K & SOKPON N (2006): Les forêts sacrées du couloir de Dahomey. – Bois et forêts des tropiques 288(2): 15-23.
- KOKOU K, ADJOSSOU K & HAMBERGER K (2005): Les forêts sacrées de l'aire Quatchi au sud-est du Togo et les contraintes actuelles des modes de gestion locales des ressources forestières. – Vertigo 6(3): 1-9.
- LEBRUN J P, TOUTAIN B, GASTON A & BOUDET G (1991): Catalogues des plantes vasculaires du Burkina Faso. – IEMVT, France, 341p.
- LIEBERMAN D & LIEBERMAN M (1984): The causes and consequences of synchronous flushing in a dry tropical forest. – Biotropica 16: 193-201.
- LIEBERMAN D & MUNGGUANG L (1992): Seeding recruitment patterns in a tropical dry forest in Ghana. – J. Veg. Sci 3: 735-82.
- MALAN D F (2008): Utilisations traditionnelles des plantes et perspective de cogestion des Aires Protégées de Côte d'Ivoire: cas du Parc National des Iles Ehotilé (Littoral est de la Côte d'Ivoire). – Thèse Un. Doc. Univ. Abobo-Adjamé, 194p.
- MALAN D F (2009): Religion traditionnelle et gestion durable des ressources floristiques en côte d'Ivoire : Le cas des Ehotilé, riverains du parc national des îles Ehotilé. – Vertigo 9(2): 1-11.
- MBAYNGONE E (2008): Flore et végétation de la réserve partielle de faune de Pama, sud-est du Burkina Faso. – Thèse de doctorat, Université de Ouagadougou, 138p.
- OUADBA J M (2003): Caractéristique de la végétation des milieux anthropisés de la province du Bazéga au Burkina Faso. – Thèse d'Etat, Université de Ouagadougou, 197p.
- OUÉDRAOGO A (2006): Diversité et dynamique de la végétation ligneuse de la partie orientale du Burkina faso. – Thèse de doctorat, Université de Ouagadougou, 195p.
- OUÉDRAOGO O (2004): Etude de la phytodiversité de la forêt de Bansié (zone sud soudanienne). – Mémoire de DEA, Université de Ouagadougou, 76p.
- OUBA P (2006): Flore et végétation de la forêt classée de Niangoloko, sud-ouest du Burkina Faso. – Thèse de doctorat de l'Université de Ouagadougou, 144p.
- SOBEY D G (1978): Anogeissus groves on abandoned village sites in the Mole National Park, Ghana. Biotropica 10 (2): 21-48.
- SOKPON N & AGBO V (1999): Sacred groves as tools for indigenous forest management in Benin, Ann. sci. agronom. Bénin, 1(2): 161-175.
- SOKPON N, AMETEPE A & AGBO V (1998): Forêt sacrées et conservation de la biodiversité au Bénin: Cas du plateau Adja au sud ouest du Bénin. Ann. sci. agronom. Bénin, 1(1): 47-64.
- Solidarité Agricole et Alimentaire (1993): Biodiversité: le fruit convoité. L'accès aux ressources génétiques végétales: un enjeu de développement. Acte des journées d'études de juin 1993, 102p.
- SOW M (2003): Pratiques culturelles et conservation de la Biodiversité en Guinée. Education relative à l'environnement. Faculté des sciences, Université de Conakry 4, 289-295.
- TCHOUAMO I R (1998): La protection de la biodiversité en Afrique par des forêts sacrées. Le Flamboyant 46: 18- 23.
- TERRIBLE M (1984): Essai sur l'écologie et la sociologie d'arbres et arbustes de Haute-Volta. – Librairie de la savane. Bobo Dioulasso, Burkina Faso, 257p.

THIOMBIANO A (1996): Contribution à l'étude des Combretaceae dans les formations végétales de la région est du Burkina Faso. – Thèse de doctorat du 3^e cycle, Université de Ouagadougou, 220p.

THIOMBIANO A (2005): Les Combretaceae du Burkina Faso: Taxonomie, écologie, dynamique et régénération des espèces. – Thèse de doctorat d'Etat, Université de Ouagadougou, 290p.

THIOMBIANO A, OUOBA P & GUINKO S (2002): Place des Combretaceae dans la société gourmantché à l'est du Burkina Faso. – Etude flor. vég. Burkina Faso 7: 17-22.

TRAORÉ L (2007): Bois sacrés, étude de la végétation ligneuse, mode de gestion dans les terroirs de Tiansky, région de la boucle du Mouhoun. – Mémoire de DEA, Université de Ouagadougou, 50p.

WANGARI E O (1996): Sacred sites and biodiversity conservation for sustainable development in Africa. – In WANGARI EO (ed): Les aires et sites sacrés en Afrique: leur importance dans la conservation de l'environnement. Unesco-Breda, Dakar, 3-32.

WILMANNNS O (1989): Ökologische Pflanzensoziologie. 4. Aufl. – UTB 269, Quelle & Meyer, Heidelberg, 378p.

ADRESSE DES AUTEURS:

Salfo Savadogo
Prof. Dr. Amadé Ouédraogo
Prof. Dr. Adjima Thiombiano

Laboratoire de biologie et écologie végétales,
Unité de Formation et de Recherche en Sciences de la Vie et de la Terre, Université de Ouagadougou, 09 BP 848 Ouagadougou 09 Burkina Faso

eMail:
asalfosav@yahoo.fr
o_amade@yahoo.fr
adjimathiombiano@yahoo.fr

Effects of Human Impact on Miombo Woodland in Northern Malawi

Tina Vanadis Bundschuh, Rüdiger Wittig & Karen Hahn

Summary: Miombo woodland is found throughout the Zambezian regional centre of endemism where most of the rural population make use of its wild plant species. This article presents the results of a study on the composition of the woody vegetation and its anthropogenous alteration in northern Malawi with particular respect to the impact caused by the collection of wild plants. The main vegetation type in this area is miombo woodland which is composed of 80 woody species. The collection of wild plants does not show an effect on the plant diversity but effects are visible in the decreasing number of tall trees.

Key words: vegetation, collection of wild plants

LES EFFETS DE L'IMPACT HUMAIN SUR LES FORÊTS CLAIRES MIOMBO AU NORD DU MALAWI

Résumé: Les forêts claires du type « miombo » prévalent dans le centre régional d'endémisme zambézien où la plupart de la population rurale utilise des plantes sauvages. Dans cet article les résultats des premières études botaniques dans cette région au nord de Malawi sont présentés. On a étudié et analysé la végétation en rapport avec les influences de son utilisation. La végétation principale de la région est la forêt claire du type « miombo ». Elle est composée par des 80 espèces de plantes ligneuses. Tandis qu'un effet sur la prévalence des arbres peut être observé, la composition floristique n'est pas altéré par l'utilisation des plantes sauvages.

Mots clés: végétation, utilisation, forêt claire

ANTHROPOGENE VEGETATIONSVERÄNDERUNGEN DER MIOMBO-SAVANNEN IN NORDMALAWI

Zusammenfassung: Miombo Woodland ist die häufigste Vegetationsformation in der Sambesischen Florenregion, wo ein Großteil der Bevölkerung Wildpflanzen zu diversen Zwecken nutzt. In diesem Artikel werden die Ergebnisse einer in Nord-Malawi durchgeführten Untersuchung zur Zusammensetzung der Gehölzvegetation und deren anthropogenen Beeinflussungen vorgestellt. Die Hauptvegetationsformation der Region ist Miombo Woodland, das sich im Untersuchungsgebiet aus 80 Gehölzarten zusammensetzt. Die Artenzusammensetzung ist nicht durch die Nutzung der Wildpflanzen verändert, jedoch sind Einflüsse auf das Vorkommen von hohen Bäumen ersichtlich.

Schlagworte: Vegetation, Wildpflanzennutzung

1 INTRODUCTION

WHITE (1983) describes the vegetation of Malawi as wet miombo woodland. The name miombo derived from the local name "muombo" (plural "miombo") for some *Brachystegia* species in the Zambezian regional centre of endemism (SMITH & ALLEN 2004). Miombo woodland is dominated by the genera *Julbernardia*, *Isoberlinia* or *Brachystegia* and differs in its species composition from region to region.

Today, 61 % of the country of Malawi is covered by farmland, 27 % by miombo woodland (MACMILLAN 2005). Deforestation continues at a rate of 2.8 - 3.4 %. In Malawi, 85 % of the population live in rural areas (HALLE & BURGESS 2006). The energy demand is covered by the use of wood fuel or charcoal in 93 % of the rural households.

Due to these facts, a general impression of a "fuel wood crisis" arose in the regions of dry tropical woodlands (HALLE & BURGESS 2006). However, various studies showed that this impression was not verifiable in general but a sustainable use of woody resources could be possible if the consumption does not exceed a certain quantity (ABBOT & HOMEWOOD 1999, BANDA et al. 2006, DEWEES 1989, FOLEY 2001). The importance of woodland for the local population and the use of miombo species remains a subject of research and management issues (DEWEES et al. 2010).

In northern Malawi, where miombo woodlands still occur, collection of wild plants is widespread and woodland is an important source for fuel wood, timbers, fruits and herbal medicines. First surveys about the most important woody species and their use in the area of Karonga and its surroundings indicate a high demand for harvesting of wild plant species (KAUNDA 2007). Thus, it is of specific interest to evaluate the effects of woody plant harvesting on the species composition of miombo woodlands. As basic information on miombo woodland, vegetation is lacking for northern Malawi. Therefore, the study was aimed as a first step at inventorying and documenting miombo woodland species composition.

Karonga and its surroundings are subject of international (geological/ paleontological) research since the 1980s, which advanced considerably when hominid fossils were found near Karonga in 1991 (SCHRENK et al. 1993). A museum was built at Karonga (Cultural and Museum Centre Karonga/ CMCK) and the excavation camp (Malema Camp) was turned into a research camp.

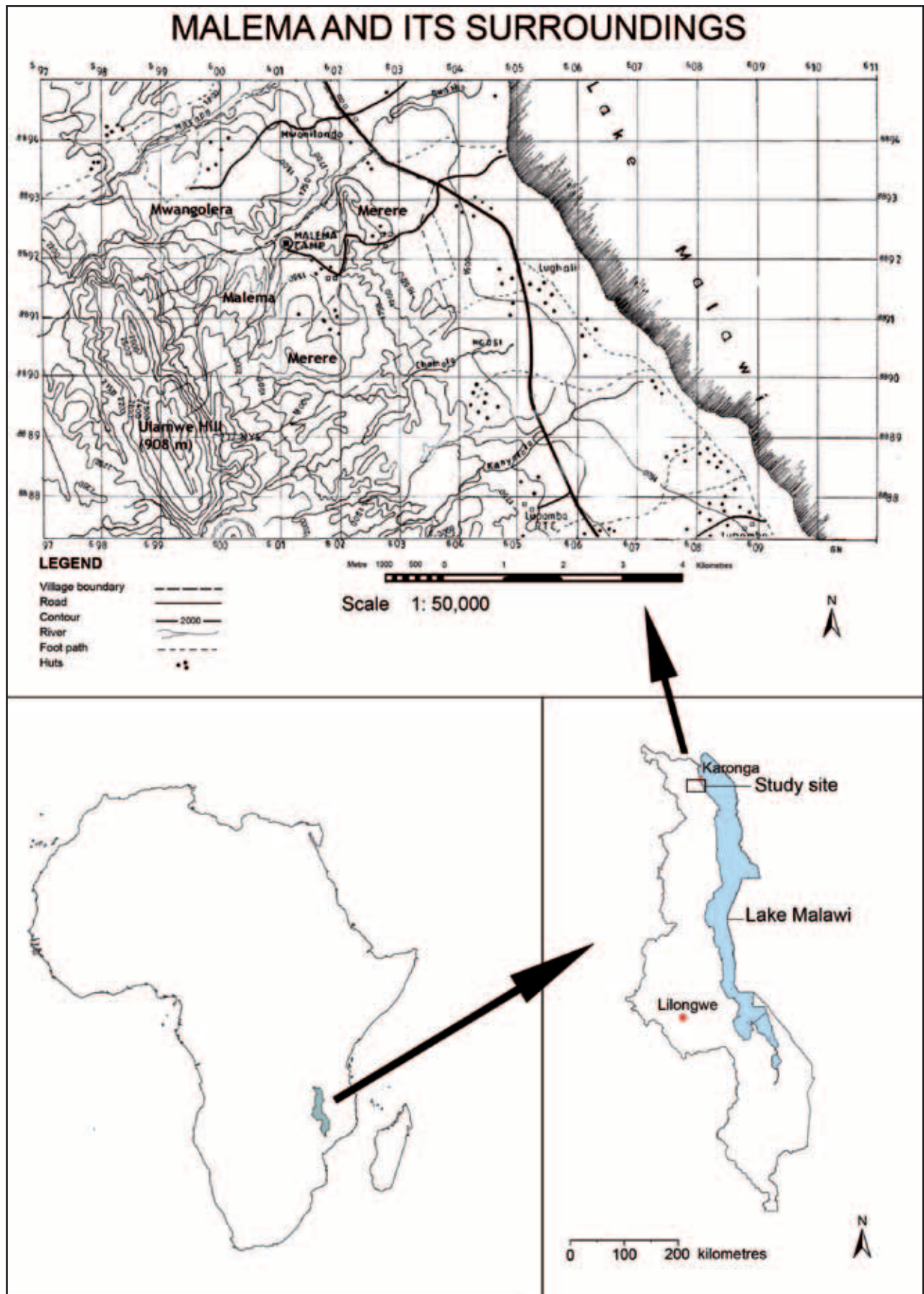


Fig. 1: The location of the study site in Malawi | La position du terrain d'étude en Malawi | Lage des Untersuchungsgebiets in Malawi



Fig. 2: Overview of the study site | Vue d'ensemble du terrain d'étude | Überblick des Untersuchungsgebiets

2 STUDY SITE

The study site (Fig. 1 and 2) is located in the northern part of Malawi, about 10 km south of the city of Karonga (Karonga District). It has a surface area of 25 km² and covers parts of the territories of the villages of Malema and Merere and as parts of the protected area Ulamwe hill. Its highest peak reaches 908 m above sea level and the lake level of Lake Malawi is situated at an altitude of 500 m a.s.l.

According to BRECKLE (1999), the area belongs to the zoniobiome of savannas, deciduous forests and grasslands. The climate is characterised by a rainy season from mid - November to April followed by a dry season (Fig. 3). According to data (1971 to 2000) from the nearby weather station "Karonga Aerodrome", the average annual precipitation was 620 mm, with lowest monthly precipitation of 0 mm (November) and highest precipitation of 540 mm (March). Mean lowest daily temperature was 17.2 °C (July), highest temperature was 32.9 °C (November).

There are different types of soil found in the region. In general, the soils of the lake basin in lower altitudes consist of calcimorphic alluvial deposits (AGNEW & STUBBS 1972). Reaching towards the inner countryside, precambrian basement rocks form hills and mountains mainly of granite, quartz and mica schist which provide shallow horizons of lithosol. Ulamwe hill is such a structure of basement rock. There is another plateau of mica schist towards the lake shore before the area slopes and passes over to the lakeshore plain. In between those structures a plateau of calcimorphic alluvial deposits remains. This soil has a shallow fertile horizon and therefore is entirely used as arable land.

The zonal natural vegetation of most parts of Malawi is formed by Miombo woodland (COLE 1986). WHITE (1983) distinguishes between two types of miombo woodland: a humid and a dry one. In the study site miombo woodland dominates in the protected area on the lithosol of Ulamwe Hill. On the more profound sandy soils of the region sloping

towards Lake Malawi, there is a pattern of farmland and woodlands, thickets, scrubs and parklands which form small island-like thickets between the cultivated fields.

Termite mounds are found throughout the region. The activity of termites and other organisms alter the soils and, subsequently, also the vegetation structure (BACHELIER 1978). Bushfires occur frequently, even in the protected area. They are set and controlled by the residents in order to facilitate the hunting of small mammals, improve the fertility of the soil and to keep the area "tidy".

In the investigated villages, the main ethnic groups are Tumbuka and Ngonde. Most people live from agriculture or breeding of cattle and pigs. Most important crops are maize,

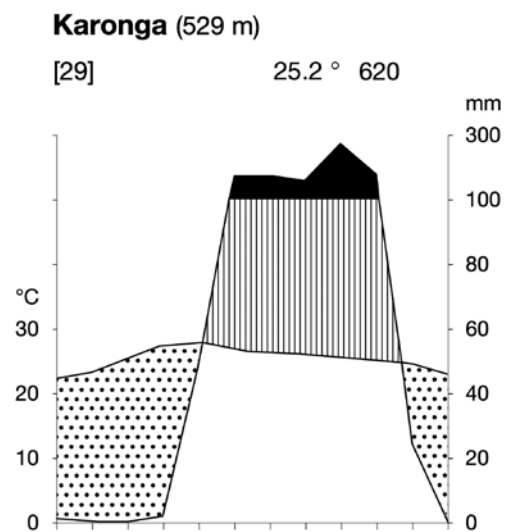


Fig. 3: Climate diagram of Karonga | Diagramme climatique de Karonga | Klimadiagramm von Karonga

cassava, cotton, borassus palm and sesame. Wild plants are collected for many purposes: as fuel, for the construction of buildings and furniture, as alimentation and spices and for medicinal application.

3 METHODS

The aim of the study was a first assessment of the impact of harvesting of wild plants on the vegetation composition and structure. Therefore, the landscape was classified in three areas for comparison. These zones are:

- Protected area at the slopes of Ulamwe hill (Zone 1)
- Transition zone bordering on the protected area (Zone 2)
- Area near villages (Zone 3; favoured for wild plant collection)

The vegetation was analysed in 10 relevés per defined area. The relevés consist of plots sized 30 m x 30 m each. The plots were selected according to their homogeneity and apparent soil features.

Due to the common occurrence of termite-mounds, they were included in the study and analysed in 10 plots adapted to the size of the termite-mound.

The coverage of the tree and shrub layer was recorded according to BRAUN-BLANQUET (1951). The tree layer was defined as the layer of woody species reaching above 5 m in height, the shrub layer as reaching from 1 – 5 m.

For identification, “Trees of Southern Africa (COATES-PALGRAVE 2002), the “Field Guide to the Trees and Shrubs of the Miombo Woodlands” (SMITH & ALLEN 2004) and the Flora Zambesiaca (KEW ROYAL BOTANIC GARDENS 2004) were used. Voucher specimens were collected from species which could not be clearly identified. They were determined and verified by staff members of the National Herbarium and Botanic Gardens of Malawi in Zomba and later on submitted to the Herbarium Senckenbergianum Frankfurt/M. (FR). Nomenclature follows African Plant Database (<http://www.ville-ge.ch/musinfo/bd/cjb/africa/recherche.php>).

4 RESULTS

In total, 80 woody species were identified in the relevés, the tree layer consisting of 32 species and the shrub layer being composed of 77 species. According to the species composition, the main vegetation type of the study site has to be classified as dry miombo woodland including elements of “rupicolous bushland and thicket” and “termite mound thicket” (WHITE 1983).

Table 1 shows the floristic composition of the miombo woodland. Figures 4, 5 and 6 highlight the differences between protected area (Fig. 4), transition zone (Fig. 5) and the surrounding of the villages (Fig. 6). Two variants of the miombo woodland were identified. The variant represented by relevés 11 to 30 of Table 1. is differentiated by a high number of differential species showing more or less high presence (*Margaritaria discoidea*, *Rytigynia adenodonta*



Fig. 4: Miombo woodland in the protected area (Zone 1) | Miombo woodland dans la zone protégée (Zone 1) | Miombo woodland im Schutzgebiet (Zone 1)



Fig. 5: Miombo woodland in the transition zone (Zone 2) | Miombo woodland dans la zone de transition (Zone 2) | Miombo woodland im Übergangsgebiet (Zone 2)



Fig. 6: Miombo woodland in the area near the villages (Zone 3) | Miombo woodland dans la zone près des villages (Zone 3) | Miombo woodland im siedlungsnahen Gebiet (Zone 3)



Fig. 7: Vegetation of a typical termite mound | Végétation sur une termitière typique | Vegetation auf einem typischen Termitenhügel

plants is 8.2 m, with 7.4 m on termite mounds. The highest trees found in the plots reach 12 m and 13 m on the termite mounds.

The species composition is similar in the area near the villages compared to the protected area. Yet a difference can be found in the tree layer of the area favoured for harvesting of wild plants. Near the villages, trees rarely reach heights of over 5 m in contrast to the protected area where they often reach 10 m (compare Figures 4, 5 and 6).

5 DISCUSSION

Geographically and thus floristically, Malawi represents a transition region between Eastern, Southern and Central Africa. Miombo woodland occurs throughout this region but shows differences in its floristic composition. In all variants of miombo woodland the dominating species belong to the genera *Julbernardia*, *Isoberlinia* or *Brachystegia*. Termite mounds occur all over the Sudano-Zambezian savanna belt, but local variation of their floristic composition is not yet very well studied.

The floristic composition of miombo woodland in the study site is more related to the Tanzanian types of miombo (BACKÉUS et al. 2006, BOALER 1966, BURTT 1942) than to the Zambian miombo woodland (CHIDUMAYO 1987, TRAPNELL 1959). This can be explained by the local geomorphology and soils (see below). In addition, the East African Rift escarpment separates the north Malawian woodland from the south western (Zambian) woodlands. The fact that our study area in the map of White (1983) is assigned to the wet miombo woodland while we stated dry miombo woodland is not really contradictory but might be a matter of scale.

Apart from anthropogenic influences which comprise most of the frequent bushfires, soil conditions are of importance

for the structure and species composition of the vegetation. Miombo woodland species in general prefer shallow soils rich in minerals, a condition which exists more or less equally in our study area. Bushfires however, occur most frequently in Zone 2 which might explain the lower cover of the shrub layer observed in this zone. In the study site a variant including *Combretum adenogonium* is found. *C. adenogonium*, which WHITE (1983) characterises as belonging to the general type of the undifferentiated miombo woodland, was observed in our case only in a particular subtype. This might be explained by the observations of BOALER (1966), who considered *C. adenogonium* as a typical species of disturbed habitats. This is not contradictory to our findings where *C. adenogonium* mainly occurs on soils with high moisture content, because higher moisture means higher productivity and thus a higher degree of disturbance by grazing animals.

Some relevés on termite mounds show a remarkable tree layer in combination with a higher number of species. As in general only dead termite mounds are colonised by plant species, this indicates that the mounds were abandoned by the termites a long time ago. Three of the five species restricted to termite mounds belong to the family Cappara-ceae. These species prefer base-saturated soils as found on termite mounds (FANSHAW 1986). The species are characteristic for these specific soil conditions and apparently those species, if found in other relevés, could indicate the former occurrence of a termite mound already eroded or another type of soil with similar conditions as provided by the activity of termites. These results underline the importance of termites and termite mounds for the vegetation composition and plant diversity of the region.

The diversity of the miombo woodland in the study area shows no clear differences in regard to the use of wild

Table 2: Floristic composition of the woody vegetation on termite mounds (c = constancy)

Tableau 2: Composition floristique de la végétation ligneuse sur les termitières (c = constance)

Tabelle 2: Floristische Zusammensetzung der Gehölzvegetation auf Termitenhügeln (c = Stetigkeit)

No. of relevé	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	c
Tree cover (%)	0	90	3	40	30	20	75	25	50	0	
Shrub cover (%)	60	20	90	50	90	90	50	80	80	90	
No. of species	6	12	11	14	13	13	6	8	4	7	
Area	3	1	3	1	1	1	1	3	1	3	
Tree layer (>5 m)											
<u>Differential species</u>											
<i>Combretum apiculatum</i>	.	3	1	1	2	+	.	.	.	.	III
<i>Commiphora eminii zimmermannii</i>	.	+	.	1	.	+	.	.	.	.	II
<i>Sterculia africana</i>	.	.	.	3	.	2	.	.	.	.	I
<u>Companions</u>											
<i>Bauhinia petersiana</i>	.	3	.	.	.	.	.	2	.	.	I
<i>Commiphora mollis</i>	.	.	.	.	1	.	4	.	.	.	I
<i>Tarenna neurophylla</i>	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Julbernardia globiflora</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Lannea discolor</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Maerua angolensis</i>	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	I
<i>Azelia quanzensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	I
Shrub layer (1-5 m)											
<u>Differential species</u>											
<i>Vepris stolzii</i>	1	1	+	1	1	.	.	.	.	.	III
<i>Canthium glaucum frangula</i>	1	2	1	.	1	.	.	.	.	.	II
<i>Ormocarpum kirkii</i>	+	+	.	1	1	.	.	.	.	.	II
<i>Azanza garckeana</i>	+	.	.	+	2	+	.	.	.	.	II
<i>Asparagus setaceus</i>	.	.	+	1	1	+	.	.	.	.	II
<i>Acacia nilotica</i>	.	.	2	2	.	2	.	.	.	.	II
<u>Steady companions</u>											
<i>Gardenia resiniflua</i>	3	1	1	3	3	3	2	2	3	+	V
<i>Grewia stolzii</i>	1	1	+	2	1	1	2	1	.	+	V
<u>Other companions</u>											
<i>Margaritaria discoidea</i>	.	.	.	+	2	.	.	1	1	.	II
<i>Boscia angustifolia</i> var. <i>corymbosa</i>	.	.	+	.	.	.	.	+	.	+	II
<i>Grewia bicolor</i>	.	.	.	.	.	2	1	2	.	.	II
<i>Allophylus chaenostachys</i>	.	.	.	.	.	1	.	1	.	2	II
<i>Tannea neurophylla</i>	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Commiphora africana</i>	.	.	.	1	2	.	.	.	.	.	I
<i>Commiphora mossambicensis</i>	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	I
<i>Rhynchosia caribaea</i>	.	.	.	.	1	.	1	.	.	.	I
<i>Boscia mossambicensis</i>	.	.	.	.	.	+	1	.	.	.	I
<i>Cadaba kirkii</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	I
<i>Cassipourea mollis</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Rourera orientalis</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	I
<i>Julbernardia globiflora</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	I
<i>Hymenodictyon parvifolium</i>	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	I
<i>Diplorhynchus condylocarpon</i>	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	I
<i>Combretum apiculatum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	I
<i>Dombeya angulata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	I
<i>Phytolacca dodecandra</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	I

plants. However, the tree layer is strongly affected by human activities such as bushfires and browsing. Many woody species are adapted to bushfires and damage caused by browsing animals by the ability to produce new coppice shoots. This can be observed throughout the study area. Many plants can survive after felling by this adaptation as well. Thus, the diversity is currently not influenced by harvesting of wild plants. It is more influenced by the predominating soils and the occurrence of bushfires. In contrast the physiognomic aspect of the vegetation is altered and an influence can be perceived.

These study results are in concordance with those of other authors stating that the collection of wild plants does not necessarily result in a degradation of the vegetation (ABBOT & HOMEWOOD 1999, BANDA et al. 2006, DEWEES 1989, FOLEY 2001). However, succession in miombo woodland is not fully understood (TRAPNELL 1959) and a long-term impact cannot be out ruled. BANDA et al. (2006), though on a larger scale, provide results similar to this study and even show that a strict protection can result in a decrease of species. It would be important would be to quantify harvesting intensities and the valuation of woodlands in economical terms (DEWEES et al. 2010) for developing possibilities of a sustainable management, including the provision of an income and poverty reduction for the local populace.

ACKNOWLEDGMENTS

We are especially grateful to our field assistant Oswald Mwantende who proved to be an experienced and dedicated hobby botanist. Special thanks as well to Friedemann Schrenk, Prof. of Palaeoanthropology at the University of Frankfurt and the Senckenberg Research Institute, who facilitated our study in the area of Karonga, Dick Byer for a language check and Edwin Kathumba of the National Herbarium and Botanic Gardens of Malawi in Zomba for helping with plant identification.

REFERENCES

ABBOT J I & HOMEWOOD K (1999): A history of change: Causes of miombo woodland decline in Malawi. – J. Appl. Ecol. 36: 422-433.

AGNEW S & STUBBS M (1972): Malawi in Maps. – University of London Press.

BACHELIER G (1978): La faune des sols: son écologie et son action. – O.R.S.T.O.M., Paris.

BACKÉUS I, PETERSSON B, STRÖMQUIST L & RUFFO C (2006): Tree communities and structural dynamics in the miombo (*Brachystegia-Julbernardia*) woodland, Tanzania. – Forest Ecol. Managem. 230: 171-178.

BANDA T, SCHWARTZ M W & CARO T (2006): Woody vegetation structure and composition along a protection gradient in a miombo ecosystem of western Tanzania. – Forest Ecol. Managem. 230: 179-185.

BOALER SB (1966): Ecology of a Miombo Site, Lupa North Forest Reserve, Tanzania: II. Plant Communities and Seasonal Variation in the Vegetation. – J. Ecol. 54: 465-479.

- BRECKLE S-W (1999): Walter's Vegetation of the Earth. – Springer Verlag, Berlin.
- BUNDSCHUH TV (2008): Einfluss der Nutzungsintensität auf die Häufigkeit von Medizinalpflanzen in der Umgebung von Malema. – Diplomarbeit am Fachbereich Biologie der J.W. Goethe-Universität Frankfurt am Main.
- BURTT BD (1942): Some East African vegetation communities. – J. Ecol. 30: 65-146.
- CAMPBELL B (1996): The Miombo in Transition: Woodlands and Welfare in Africa. – Bogor, Indonesien: Center for International Forestry Research.
- CHIDUMAYO EN (1987): Woodland Structure, Destruction and Conservation in the Copperbelt Area of Zambia. – Biol. Conservation 40: 89-100.
- COATES-PALGRAVE M (2002): Keith Coates-Palgrave Trees of Southern Africa. – Struik Publishers, Cape Town.
- COLE MM (1963): Vegetation and Geomorphology in Northern Rhodesia: An Aspect of the Distribution of the Savanna of Central Africa. – Geogr. J. 129: 290-305.
- DEWEES PA (1989): The woodfuel crisis reconsidered: observations on the dynamics of abundance and scarcity. – World Development 8: 1159-1172.
- DEWEES PA, CAMPBELL BM, KATERERE Y, SITO A, CUNNINGHAM AB & WUNDER S (2010): Managing the Miombo Woodlands of Southern Africa: Policies, Incentives and Options for the Rural Poor. – J. Nat. Resources Policy Res. 1: 57-73.
- FANSHAWE DB (1968): The vegetation of Zambian termitaria. – Kirkia: Botany of Zimbabwe 6: 169-179.
- FOLEY G (2001): Sustainable Woodfuel Supplies from the Dry Tropical Woodlands. – Energy Sector Management Assistance Programme (ESMAP). Washington: World Bank.
- HALLE B & BURGESS J (2006): Country Environmental Profile for Malawi. – Commission of the European Communities. Les Isnes (Belgien): AGRIFOR Consult.
- KAUNDA YL (2007): Rapid appraisal report on the use of wild plant species by ethnic groups in the Malema nature trail project catchment area. – Unpubl. (CMCK), Karonga.
- MACMILLAN MALAWI LTD. (2005): Senior Secondary Atlas. – Macmillan Publishers Limited, Blantyre
- ROYAL BOTANIC GARDENS, KEW (2004): Flora Zambesiaca. – Accessed in August 2008 through <http://apps.kew.org/efloras/search.do>.
- SCHRENK F, BROMAGE TG, BETZLER CG, RING U & JUWAYEYI YM (1993): Oldest *Homo* and Pliocene biogeography of the Malawi Rift. – Nature 365: 833-836.
- SMITH P & ALLEN Q (2004): Field Guide to the Trees and Shrubs of the Miombo Woodlands. – Kew: Royal Botanic Gardens.
- TRAPNELL CG (1959): Ecological Results of Woodland and Burning Experiments in Northern Rhodesia. The Journal of Ecology 47: 129-168.
- WHITE F (1983): The vegetation of Africa. – UNESCO, Paris.

ADDRESSES OF THE AUTHORS

Tina Vanadis Bundschuh

Rüdiger Wittig

Karen Hahn

Institute of Ecology, Evolution and Diversity
Goethe-Universität
Siesmayerstraße 70
D-60323 Frankfurt am Main
Germany

eMail: tina.bundschuh@gmx.net

eMail: r.wittig@bio.uni-frankfurt.de

eMail: karen.hahn@bio.uni-frankfurt.de

APPENDIX

A I: List of woody plants species and their local names (in alphabetical order of the scientific names).

Liste des espèces ligneuses et leurs noms locaux (en ordre alphabétique des noms scientifiques).

Liste der Gehölzarten und ihrer Lokalnamen (in alphabetischer Reihenfolge der wissenschaftlichen Namen).

Accepted scientific name (African Plant Data Base)	Plant family	Local name (Chitumbuka/ Chinkhonde)	Synonyms
<i>Acacia gerrardii</i> Benth.	Fabaceae		
<i>Acacia nigrescens</i> Oliv.	Fabaceae	Mkuntu	
<i>Acacia nilotica</i> (L.) Willd. ex Del.	Fabaceae	Chibiriri	
<i>Azelia quanzensis</i> Welw.	Fabaceae	Kamilang'onga	
<i>Allophylus chaunostachys</i> Gilg	Sapindaceae	Nyatatu	
<i>Asparagus setaceus</i> (Kunth) Jessop	Asparagaceae	Mkhorankhanga	
<i>Azanza garckeana</i> (F. Hoffm.) Exell & Hillc.	Malvaceae	Mtowo	
<i>Bauhinia petersiana</i> Bolle	Fabaceae	Mpapa	
<i>Boscia angustifolia</i> A.Rich. var. <i>corymbosa</i> (Gilg) DeWolf	Capparaceae	Luvwi	
<i>Boscia mossambicensis</i> Klotzsch	Capparaceae	Luvwi	
<i>Brachystegia allenii</i> Hutch. & Burt Davy	Fabaceae	Nguti	
<i>Brachystegia microphylla</i> Harms	Fabaceae	Msalasala	<i>Brachystegia tamarindoides</i> ssp. <i>microphylla</i> (Harms) Chikuni
<i>Brackenridgea zanguebarica</i> Oliv.	Ochnaceae		
<i>Bridelia cathartica</i> G.Bertol.	Euphorbiaceae	Mguzabango	
<i>Cadaba kirkii</i> Oliv.	Capparaceae	Mbozga	
<i>Canthium glaucum</i> ssp. <i>frangula</i> (S.Moore) Bridson	Rubiaceae	Kamyong'onyo	
<i>Canthium oligocarpum</i> Hiern	Rubiaceae		
<i>Cassia singueana</i> Delile (accepted in FTA)	Fabaceae	Kamemena	<i>Senna singueana</i> (Delile) Lock
<i>Cassipourea mollis</i> (R.E.Fr.) Alston	Rhizophoraceae	Kafulankhwale	
<i>Catunaregam spinosa</i> (Thunb.) Tirveng.	Rubiaceae	Mvunganjati	<i>Catunaregam obovata</i> (Hochst.) A.E. Gonç.
<i>Cissus cornifolia</i> (Baker) Planch.	Vitaceae	Mlewe ("male")	
<i>Clerodendrum glabrum</i> E. Mey.	Verbenaceae	Kawingawazimu	
<i>Combretum adenogonium</i> Steud. ex A.Rich.	Combretaceae	Kansewe	<i>Combretum fragrans</i> F. Hoffm.
<i>Combretum apiculatum</i> Sond.	Combretaceae	Mlama	
<i>Commiphora africana</i> (A. Rich.) Engl.	Burseraceae	Nyatatu	
<i>Commiphora eminii</i> subsp. <i>zimmermannii</i> (Engl.) J.B.Gillett	Burseraceae	Chitonto ("green")	<i>Commiphora puguensis</i> Engl.
<i>Commiphora mollis</i> (Oliv.) Engl.	Burseraceae	Chitonto	
<i>Commiphora mossambicensis</i> (Oliv.) Engl.	Burseraceae	Chitonto	
<i>Crossopteryx febrifuga</i> (Afzel. ex G.Don) Benth.	Rubiaceae	Chiwaja chikhowo	
<i>Cussonia arborea</i> Hochst. ex A.Rich.	Araliaceae	Chimpombwe	
<i>Dalbergia nitidula</i> Baker	Fabaceae	Luwewa	
<i>Dichrostachys cinerea</i> (L.) Wight & Arn.	Fabaceae	Mphangala	
<i>Diospyros kirkii</i> Hiern	Ebenaceae	Chigulya	
<i>Diplorhynchus condylocarpon</i> (Müll. Arg.) Pichon	Apocynaceae	Mnthalembe	
<i>Dombeya acutangula</i> Cav.	Sterculiaceae		<i>Dombeya cincinnata</i> K. Schum.
<i>Eminia antennulifera</i> (Baker) Taub.	Fabaceae		
<i>Euphorbia matabelensis</i> Pax	Euphorbiaceae	Wulimbo	
<i>Ficus natalensis</i> Hochst.	Moraceae	Mvumu	
<i>Flacourtia indica</i> (Burm.f.) Merr.	Flacourtiaceae	Ndawi	
<i>Gardenia resiniflua</i> Hiern	Rubiaceae	Nyatatu	
<i>Grewia bicolor</i> Juss.	Tiliaceae	Lusako	
<i>Grewia stolzii</i> Ulbr.	Tiliaceae		
<i>Holarrhena pubescens</i> (Buch.-Ham.) Wall. ex G.Don	Apocynaceae	Njenje	
<i>Hymenodictyon floribundum</i> (Hochst. & Steud.) Robbr.	Rubiaceae	Chitechitechi	

Approved scientific name	Plant family	Local name	Synonyms
<i>Hymenodictyon parvifolium</i> Oliv.	Rubiaceae		
<i>Indigofera emarginella</i> Steud. ex A.Rich.	Fabaceae	Mwafongo	
<i>Julbernardia globiflora</i> (Benth.) Troupin	Fabaceae	Kamphoni	
<i>Kigelia africana</i> (Lam.) Benth.	Bignoniaceae	Mfungwe	
<i>Kirkia acuminata</i> Oliv.	Simaroubaceae	Mzumbazumba	
<i>Lannea discolor</i> (Sond.) Engl.	Anacardiaceae	Kaumbweumbwe	
<i>Maerua angolensis</i> DC.	Capparaceae		
<i>Maerua parvifolia</i> Pax	Capparaceae	Luvwi	
<i>Maerua triphylla</i> A.Rich.	Capparaceae		<i>Maerua caffra</i> (DC.) Pax
<i>Manilkara obovata</i> (Sabine & G.Don) J.H.Hemsl.	Sapotaceae		
<i>Margaritaria discoidea</i> (Baill.) G.L. Webster	Euphorbiaceae		
<i>Olax dissitiflora</i> Oliv.	Olacaceae	Foka	
<i>Ormocarpum kirkii</i> S.Moore	Fabaceae	Mbankho	
<i>Phytolacca dodecandra</i> L'Hér.	Phytolaccaceae		
<i>Pseudolachnostylis maprouneifolia</i> Pax	Euphorbiaceae	Msolo	
<i>Psychotria kirkii</i> Hiern	Rubiaceae		
<i>Rhus natalensis</i> Bernh. ex C.Krauss	Anacardiaceae	Nyatatu	
<i>Rhynchosia caribaea</i> (Jacq.) DC.	Fabaceae		
<i>Rourea orientalis</i> Baill.	Connaraceae	Mwawani	<i>Byrsocarpus orientalis</i> (Baill.) Bak.
<i>Rytigynia adenodonta</i> var. <i>reticulata</i> (Robyns) Verdc.	Rubiaceae	Mpokuso	
<i>Rytigynia bugoyensis</i> (K.Krause) Verdc.	Rubiaceae		
<i>Rytigynia macrura</i> Verdc.	Rubiaceae		
<i>Rytigynia monantha</i> (K.Schum.) Robyns	Rubiaceae	Mpokuso	
<i>Rytigynia reticulata</i> Robyns	Rubiaceae	Mpokuso	<i>Rytigynia adenodonta</i> var. <i>reticulata</i> (Robyns) Verdc.
<i>Schrebera trichoclada</i> Welw.	Anacardiaceae	Mpioka	
<i>Sclerocarya birrea</i> subsp. <i>caffra</i> (Sond.) Kokwaro	Anacardiaceae	Msere	<i>Sclerocarya caffra</i> Sond.
<i>Steganotaenia araliacea</i> Hochst.	Apiaceae	Mnyongoloko	
<i>Sterculia africana</i> (Lour.) Fiori	Sterculiaceae	Muyamba	
<i>Sterculia quinqueloba</i> (Garcke) K.Schum.	Sterculiaceae	Mosha	
<i>Strychnos madagascariensis</i> Poir.	Loganiaceae	Kamira walumba	
<i>Tarenna neurophylla</i> (S.Moore) Bremek.	Rubiaceae		<i>Coptosperma neurophyllum</i> (S. Moore) Degreef
<i>Terminalia kaiseriana</i> F.Hoffm.	Combretaceae	Mpululu	
<i>Terminalia stenostachya</i> Engl. & Diels	Combretaceae	Mpokwa	
<i>Vepris stolzii</i> I.Verd.	Rutaceae	Foka	
<i>Vitex payos</i> (Lour.) Merr.	Lamiaceae	Mfuru	
<i>Xerophyta splendens</i> (Rendle) N.L.Menezes	Velloziaceae	Chisuche	
<i>Ximenia caffra</i> Sond.	Olacaceae	Mlewe (edible)	

A II: List of the plant families and the associated species. | Liste des familles des plantes et des espèces correspondantes. | Liste der Pflanzenfamilien und ihnen zugehöriger Spezies

Anacardiaceae

Lannea discolor
Rhus natalensis
Schrebera trichoclada
Sclerocarya birrea caffra

Apiaceae

Steganotaenia araliacea

Apocynaceae

Diplorhynchus condylocarpon
Holarrhena pubescens

Araliaceae

Cussonia arborea

Asparagaceae

Asparagus setaceus

Bignoniaceae

Kigelia africana

Burseraceae

Commiphora africana
Commiphora mollis
Commiphora mossambicensis
Commiphora puguensis

Capparaceae

Boscia angustifolia
Boscia mossambicensis
Cadaba kirkii
Maerua angolensis
Maerua cafra
Maerua parvifolia

Combretaceae

Combretum apiculatum
Combretum adenogonium
Terminalia kaiseriana
Terminalia stenostachya

Connaraceae

Byrsocarpus orientalis

Ebenaceae

Diospyros kirkii

Euphorbiaceae

Bridelia cathartica
Euphorbia matabelensis
Margaritaria discoidea
Pseudolachnostylis maprouneifolia

Fabaceae - Caesalpinioideae

Bauhinia petersiana
Brachystegia allenii
Brachystegia tamarindoides
 ssp. *microphylla*
Julbernardia globiflora
Senna singueana

Fabaceae - Mimosoideae

Acacia gerrardii
Acacia nigrescens
Acacia nilotica
Afzelia quanzensis
Dichrostachys cinerea

Fabaceae - Papilionoideae

Eminia antennulifera
Indigofera emarginella
Ormocarpum kirkii
Rhynchosia caribaea
Dalbergia nitidula

Flacourtiaceae

Flacourtia indica

Lamiaceae

Vitex payos

Loganiaceae

Strychnos madagascariensis

Malvaceae

Azanza garckeana

Moraceae

Ficus natalensis

Ochnaceae

Brackenridgea zanguebarica

Olacaceae

Olax dissitiflora
Ximenia caffra

Phytolaccaceae

Phytolacca dodecandra

Rhizophoraceae

Cassipourea mollis

Rubiaceae

Canthium glaucum frangula
Canthium oligocarpum
Catunaregam obovata
Coptosperma neurophyllum
Crossopteryx febrifuga
Gardenia resiniflua
Hymenodictyon floribundum
Hymenodictyon parvifolium
Psychotria kirkii
Rytigynia adenodonta var. *reticulata*
Rytigynia bugoyensis
Rytigynia macrura
Rytigynia monantha

Rutaceae

Vepris stolzii

Sapindaceae

Allophylus chaunostachys

Sapotaceae

Manilkara obovata

Simaroubaceae

Kirkia acuminata

Sterculiaceae

Dombeya cincinnata
Sterculia africana
Sterculia quinqueloba

Tiliaceae

Grewia bicolor
Grewia stolzii

Velloziaceae

Xerophyta splendens

Verbenaceae

Clerodendrum glabrum

Vitaceae

Cissus cornifolia

Conseils aux auteurs

La collection « Flora et Vegetatio Sudano-Sambesica »

La collection « Flora et Vegetatio Sudano-Sambesica » publie en premier lieu des articles scientifiques originaux ainsi que des articles de synthèse d'un plus grand champ de recherche (à condition qu'une telle synthèse fait encore défaut).

- ▶ Tous les articles seront revus par deux membres du Comité de lecture qui se réservent le droit de solliciter des modifications jugées nécessaires, voire de refuser un article.
- ▶ Les textes sont à soumettre de préférence en anglais, des textes français pouvant toutefois être acceptés. Les textes français doivent être accompagnés d'un résumé détaillé en anglais, les textes français respectivement d'un résumé anglais. Il serait en plus souhaitable de joindre un résumé allemande.
- ▶ Veuillez saisir vos textes sur un PC, sous format Word for Windows (jusqu'à Word for Windows 97-2003). A titre de repère, une page imprimée (dans le logiciel InDesign) correspond à environ 4.500 signes, veuillez en tenir compte quand vous planifier la longueur de votre texte.
- ▶ Lors de la saisie, ne **jamais** utiliser les fonctions telles que caractères gras, italiques, PETITES CAPITALES, etc., car tout cela se perd dans le formatage. Veuillez joindre une copie en papier de votre texte où vous aurez marqué en vert tous les passages à mettre en italiques (noms d'espèces scientifiques) et en jaune ceux à mettre en PETITES CAPITALES (les noms d'auteurs)
- ▶ Surtout ne **jamais** écrire les noms d'auteurs en majuscules, car il les faut reprendre manuellement pour les écrire en PETITES CAPITALES.
- ▶ Ne **jamais** utiliser la **division automatique en syllabes**, car celles-ci ne peuvent pas être maintenues lors du re-formatage, et ne pas non plus utiliser des **traits d'union** pour marquer des divisions manuellement (si vous devez diviser, faites-le par un **trait d'union limité** [Strg]+[Shift]+[-]).
- ▶ Pour des signes, qui ne doivent pas être séparés, comme p.ex. § 1, utilisez l'**espace protégé** ([Strg]+[Shift]+[barre d'espace]).
- ▶ Evitez des notes de bas de page.
- ▶ Figures et tableaux seront conçus pour pouvoir être cliqués directement par l'imprimeur, respectant le format de « Flora et Vegetatio Sudano-Sambesica », de préférence en largeur de la surface d'impression (16,8 cm) ou d'une colonne (8,1 cm). Toutefois, une largeur entre 9,5 et 12 est également possible. Veuillez les fournir sous forme d'un fichier numérique, de manière séparée du texte, c'est-à-dire les tableaux comme fichier excel (*.xls) et les illustrations dans un des formats suivants: *.tif, *.pcx, *.eps, *.bmp; de cette manière, ils pourront, si besoin est être ouverts et retravaillés par nous au niveau de la mise en forme. Veuillez accompagner le fichier numérique d'une copie papier de bonne qualité (où figure obligatoirement le nom de fichier).
- ▶ Rédigez les titres des figures et tableaux ainsi que toutes les inscriptions, annotations et légendes à l'intérieur des illustrations en français/anglais, et, si possible, aussi en allemand.
- ▶ En ce qui concerne l'organisation et les parties de votre article, veuillez vous respecter la dernière édition de la série.
- ▶ Les références bibliographiques seront présentées conformément à la dernière édition (ne pas utiliser des majuscules ni PETITES CAPITALES pour les noms d'auteur !).
- ▶ Envoyez votre texte sous forme d'un fichier numérique à la rédaction. Comme il sera évalué par deux membres du Comité de lecture, veuillez joindre deux exemplaires complets (texte, copies des illustrations et légendes, références). Dans ces copies, marquez en jaune tous les noms d'auteurs, en vert les désignations scientifiques des genres et espèces.
- ▶ Aucune indication typographique ne devra être mentionnée, à l'exception des noms latins des organismes (non pas des noms de syntaxe!!), soulignés d'un trait, et des noms d'auteurs, soulignés de deux traits. Les noms d'auteur seront écrits en minuscules
- ▶ Envoyez votre contribution à:

Flora et Vegetatio Sudano-Sambesica (Redaktion)
c/o Prof. Dr. R. Wittig
Institut für Ökologie, Evolution & Diversität
Ökologie und Geobotanik
Siesmayerstraße 70 | Haus B
60323 Frankfurt/M., Allemagne
eMail: r.wittig@bio.uni-frankfurt.de

Instructions for Authors

Publication Series «Flora et Vegetatio Sudano-Sambesica»

- ▶ The publication series «Flora et Vegetatio Sudano-Sambesica» publishes primarily original scientific articles as well as summaries of larger research areas (if such summaries have been lacking to date). All articles are reviewed by two members of the Editorial Board; they are then returned to the authors with recommended changes or a rejection note.
- ▶ English is the preferred language for articles submitted to “Flora et Vegetatio Sudano-Sambesica”. However, articles written in French are also accepted. Articles written in French must be accompanied by a detailed English summary, as well as by English titles of figures and tables – and vice versa. A German version of the summary as well as of titles of figures and tables is desirable, but not imperative.
- ▶ The article must be written on a PC using the program Word for Windows (Word for Windows 2003 and earlier versions). The type size must be 12 pt, linespacing 1 1/2, margins of 2,5 cm on each side; pages have to be numbered.
- ▶ Do **n o t** use any font formatting such as bold, italics, small capitals, etc.; this type of formatting is lost during text formatting. Please make a printout of your article; on this printout, indicate any text to be set in italics (e.g. names of species) or small capitals (names of authors) (Cf. instruction below).
- ▶ We particularly ask you **n o t** to enter any names of authors in CAPITAL LETTERS since we set authors’ names in SMALL CAPITALS. Any names typed in normal capitals have to be entered again manually.
- ▶ Do **n o t** hyphenate your text, unless the hyphen is part of a word. Any hyphenation entered by authors is lost during reformatting.
- ▶ Use a **protected space** instead of a normal space to separate numbers, letters or symbols which belong together, e.g. § 1 ([Ctrl]+[Shift]+[spacebar]).
- ▶ Avoid footnotes!
- ▶ Figures and tables must be provided in an electronic version, with a format corresponding to the type area. Ideally, the format should match the type area (16.8 cm) or the column width (8.1 cm). (Figures with a width of 9.5 to 12 cm are also acceptable). Please do **n o t** insert figures or tables into the text, but deliver each of them in a separate document: Tables in Excel-format (*.xls), figures only made with graphic programs *.tif, *.pcx, *.eps or *.bmp. Provide us with an excellent printed version of each table and figure, containing its title.
- ▶ Submit all captions for figures, titles of tables, and information within figures and tables in French, English and (if possible) German.
- ▶ Use the last volume of the series as a model when preparing the Outline of your article!
- ▶ Also follow the last issue when preparing the **Bibliography** (Do **n o t** enter authors’ names in capitals; do **n o t** format text with small capitals)!
- ▶ Include a CD containing the article in file form along with your submission. Since all submitted articles are sent to two reviewers, we ask you to include two printouts of your article. On these two printouts, please mark all authors’ names with yellow "highlight" and all genus and species names with green "highlight"!
- ▶ Identify the CD with a label showing **your name** (i.e. the name of the author).
- ▶ Mail your article to :

Flora et Vegetatio Sudano-Sambesica (Redaktion)
c/o Prof. Dr. R. Wittig
Institut für Ökologie, Evolution & Diversität
Ökologie und Geobotanik
Siesmayerstraße 70 | Haus B
60323 Frankfurt/M.
Germany
eMail: r.wittig@bio.uni-frankfurt.de