Geo-Eco-Trop, *1983*, 7 (1-4) 49-65

ESSAI CARTOGRAPHIQUE SUR L'ENVIRONNEMENT ET SA DYNAMIQUE EN MILIEU TROPICAL HUMIDE : LES MOYENS PLATEAUX DU SHABA MERIDIONAL

Cartographic study of the environment and its dynamics in a tropical moist milieu : the intermediate plateaux of Upper Shaba in south-east Zaïre

F. MALAISSE*, BATUBENGA K.*, BINZANGI K.*, IPANGA T.* & KAKISINGI M.**

ABSTRACT

Having briefly described the macroclimate in the Lubumbashi region, the authors list the main features of the relief and hydrography in the study area. The environment and its dynamics are then defined and mapped out from four different lines of approach. The first of these concerns natural and semi-natural vegetation types, 8 being retained, among which the open forest which covers 84 % of the study area. Agriculture forms the second theme. It only covers 0.5 % of the territory, the two main cultivations being maize (63.9 %) and cassava (16.7 %). The nature and importance of deforestation are similarly analysed through three types of products (construction wood, fire wood and charcoal). Lastly the localization of industrial river pollution and the main sites of acquatic bilharzia vector molluscs are defined.

RESUME

Après avoir brièvement décrit le macroclimat de la région de Lubumbashi, les auteurs signalent les traits majeurs du relief et de l'hydrographie du territoire étudié. L'environnement et sa dynamique sont ensuite définis puis cartographiés à partir de quatre approches différentes. La première approche concerne les groupements végétaux naturels et semi-naturels pour lesquels huit unités sont retenues dont la forêt claire qui couvre 84 % du territoire. L'agriculture constitue le second thème. Elle n'occupe que 0,5 % du territoire et les deux cultures principales sont le maïs (63,9 %) et le manioc (16,7 %). La nature et l'importance du déboisement sont également analysés selon trois catégories de produits (bois d'oeuvre, de feu et de carbonisation).

* Laboratoire de Botanique et d'Ecologie, Université de Lubumbashi, B.P. 3429, Lubumbashi, Zaïre.

** Laboratoire de Géographie Physique, Université de Liège, Place du 20-Août, 4000 Liège, Belgique.

Enfin, la localisation des pollutions industrielles de rivière et des gîtes principaux des mollusques aquatiques vecteurs de bilharzioses sont précisés.

INTRODUCTION

Comme l'a rappelé JOURNAUX (1980) la cartographie de l'environnement se veut prospective et applicable à un aménagement volontaire du territoire. Elle vise à permettre :

- une amélioration de la qualité de la vie,
- un accroissement des quantités de richesses produites (tout en participant à la conservation des sols et en sauvegardant l'équilibre économique des éléments de la région). Et le même auteur ajoute : "C'est dans les auréoles de métamorphisme péri-urbain que l'enquête est peut être la plus utile, sinon, la plus urgente". C'est à cette tâche que s'est attaché le groupe de travail de l'U.G.I. sur la cartographie de l'environnement et de sa dynamique dans les colloques de Lagos (août 1978), de Caen (juin 1979), de Lubumbashi (octobre 1983).

Dans le Sud-Est du Zaïre, Lubumbashi d'abord, Kolwezi et Likasi ensuite, sont les trois pôles dont émanent une menace de déséquilibre qu'il importe de saisir, de quantifier, de cartographier.

Cette menace prend plusieurs aspects :

- déboisement,
- activités minières (déplacements de terre, boues d'épandage, terrils, etc ...),
- pollutions (atmosphérique, aquatique, etc ...),
- grandes endémies parasitaires (bilharziose, malaria, etc ...).

auxquels s'ajoutent d'autres activités amenant des modifications profondes de l'environnement, telles que l'agriculture.

Nous proposons dans la présente étude de rechercher une approche méthodologique pour trois des aspects énumérés ci-dessus, à savoir l'agriculture, le déboisement, la pollution de l'eau. Ces thèmes seront situés dans le cadre actuel de l'environnement des moyens plateaux du Shaba; c'est pourquoi la couverture végétale actuelle a également fait l'objet d'une cartographie détaillée.

Conditions climatiques

Le macroclimat de la région de Lubumbashi est caractérisé par une saison des pluies (novembre à mars), une saison sèche (mai à septembre) et deux mois de transition (octobre et avril). Les précipitations annuelles sont de l'ordre de 1270 mm, mais on observe de grandes différences d'une année à l'autre (716 à 1758 mm). De très rares averses dépassent 100 mm. Une moitié des averses journalières sont inférieures à 5 mm, mais elles représentent moins de 10 % du montant total des précipitations; les pluies journalières supérieures à 50 mm représentent par contre 24 % de ce total, avec une fréquence de 4,3 jours. Les pluies se répartissent en moyenne sur 118 jours.

La température moyenne est de l'ordre de 20° C. La température est la plus basse au début de la saison sèche, de mi-mai à mi-juillet. Le minimum nocturne est atteint le plus fréquemment aux environs de 6 heures. Des minimums absolus de 0° C sont très rares, mais s'observent certaines années. Octobre, parfois novembre, est le mois le plus chaud, avec un maximum journalier de 31-33° C. L'amplitude thermique journalière est faible en saison des pluies et importante en saison sèche. L'humidité de l'air dépend des précipitations; elle est minimale en octobre et maximale en février. Enfin, le rayonnement global annuel est de $16,8 \times 10^9$ KCAL/ha, dont 61 % pour le rayonnement direct.

En conclusion, le macroclimat est un climat tropical du type Cw de Köppen, avec une saison sèche d'une durée moyenne de 186 jours et des précipitations moyennes de 1270 mm (MALAISSE, 1979).

Situation, relief et hydrographie

Le degré carré de Lubumbashi s'étend du 27° au 28° de longitude Est et du 11° au 12° de latitude Sud. Il est essentiellement formé de moyens plateaux dont le relief appartient à l'arc plissé du Shaba méridional. Les roches y dessinent des alignements en relief et en dépression, correspondant respectivement à des anticlinaux et des synclinaux.

La surface de Lubumbashi et de ses environs forme un plateau (1200-1300 m d'altitude) faiblement creusé par les cours d'eau et d'où surgissent quelques monts pouvant dépasser 1450 m. Le point le plus élevé de la carte est Sokoroshe (1485 m) situé au N.W., tandis que le point le plus bas, situé dans le même secteur, est réalisé par la vallée de

la Kafila (1070 m). Comme pour l'ensemble du Shaba méridional, les principaux aspects physiques sont réalisés par des "dembo" (voir le tapis végétal), des collines résiduelles (SOYER & KAKISINGI, 1981), des surfaces d'aplanissement (ALEXANDRE-PYRE, 1967) et des vallées très larges.

Le degré carré de Lubumbashi est drainé par des cours d'eau appartenant au bassin du Luapula, dont le principal est la Kafubu. Signalons parmi ses affluents la Lubumbashi, la Muniama, la Ruashi, la Luiswishi, etc... Les rivières situées au nord-ouest et au nord de la carte appartiennent au bassin de la Lufira.

L'ENVIRONNEMENT ET SA DYNAMIQUE

Tapis végétal et cartographie écologique

Différents travaux renseignent sur la végétation du Shaba méridional (LHOAS, 1957, SCHMITZ, 1962, 1963, STREEL, 1963, MALAISSE, 1975) et en particulier sur celle des environs de Lubumbashi (SYS & SCHMITZ, 1959).

Pour le degré carré de Lubumbashi, nous avons retenu huit groupements végétaux différents dont la distinction repose principalement sur la notion de formation végétale et sur celle de série de végétation. Quatre de ces groupements - la forêt dense ripicole, la végétation marécageuse, les savanes alluviales et les dembos - se trouvent principalement sous l'influence du facteur eau. Ces groupements relèvent de près ou de loin de l'hydrosère. Les autres groupements de cette série présentent des étendues trop faibles pour être cartographiés à l'échelle du 1/200.000.

Trois groupements s'insèrent dans la série régressive observée sur terre ferme, à savoir : forêt dense sèche - forêt claire - savane boisée. Les caractéristiques écologiques de ces trois stades ont été récemment définies en détail (MALAISSE, 1982). Un dernier groupement correspond à des sols présentant une teneur anormale en cuivre; il relève de la chalcosère.

Nous passerons rapidement en revue les unités de végétation retenues.

1. La forêt dense ripicole : c'est une forêt d'une vingtaine de mètres de hauteur, à strate supérieure fermée, sempervirente et où les lianes sont fréquentes. Sa largeur est très variable, de quelques mè-

très à plusieurs dizaines de mètres dans les larges dépressions alluviales,

2. La forêt dense sèche : elle est souvent considérée comme la végétation climacique du Shaba méridional (SCHMITZ, 1962). FANSHAWE (1969) y a reconnu trois groupements. Dans la dition on observe le groupement à *Entandrophragma delevoyi* dont l'écologie est bien connue (MALAISSE, 1984),

3. La forêt claire : c'est une formation mixte à strate arborée discontinue mais dont le recouvrement est supérieur à 60-70 % et à strate herbacée fermée, assez courte (80-100 cm). Le type "miombo" est dominant et a été décrit en détail (MALAISSE, 1979),

4. Les savanes boisées, arborées et arbustives : elles ont été définies au Colloque de Yangambi (CCTA, 1956). Elles sont relativement rares en conditions naturelles, mais leur importance croît avec l'augmentation des activités anthropiques,

5. Les savanes herbeuses et à *Acacia* : elles sont très communes dans les vallées alluviales. *A. polyacantha* y est habituellement dominant (STREEL, 1962, 1963),

6. Les savanes périodiquement inondées et exondées ou "dembo" : ce sont de larges vallées planes, ayant la forme générale d'une raquette, mal drainées, situées en tête des ruisseaux. Le sol en est généralement argileux. Plusieurs études géomorphologiques leur ont été consacrées (ACKERMANN, 1936, MACKEL, 1974, 1975),

7. La végétation marécageuse : ces groupements herbacés sont habituellement dominés par des espèces sociales telles que *Typha australis*, *Cyperus dives* et *Leersia hexandra*. *Cyperus papyrus* est par contre rare,

8. La savane steppique cuprifère : des sols à teneurs anormales en cuivre (plus de 500 µg par g de sol sec) affleurent localement : gisements de l'Etoile, Ruashi, Luiswishi, Lukuni, Sokoroshe. Un groupement végétal particulier s'y développe caractérisé par sa taille basse et sa richesse en espèces endémiques. Il a fait l'objet d'études détaillées (DUVIGNEAUD, 1958, DUVIGNEAUD & DENAEYER-DE SMET, 1963).

La partie zaïroise du degré carré de Lubumbashi couvre 1.056.168 ha soit 87,68 %. L'importance relative des diverses unités cartographiées avant l'installation des agglomérations et des cultures est reprise au tableau I.

Unité	Superficie (ha)	%
1. Forêt claire	884.675	83,76
2. Savane arbustive, arborée et boisée	80.695	7,64
3. Dembo	39.429	3,73
4. Savane alluviale herbeuse ou à *Acacia*	34.920	3,31
5. Forêt dense ripicole	7.877	0,75
6. Végétation marécageuse	3.907	0,37
7. Eaux libres	3.840	0,36
8. Savane steppique cuprifère	565	0,05
9. Forêt dense sèche	260	0,02
Total	1.056.168	99,99

Tabl. I : Superficie et importance relative des unités cartographiées pour le degré carré de Lubumbashi.

Le choix des couleurs fut délicat. Il a fallu tenir compte et ensuite fusionner deux approches différentes. Un premier choix possible des teintes repose sur les principes développés par plusieurs équipes d'écologues (Toulouse, Grenoble, Montpellier) et notamment par GAUSSEN (1958), REY (1958), OZENDA (1974) et l'UNESCO (1973).

Comme le rappelle très justement BRUNEAU (1980); "les groupements végétaux sont des intégrateurs très précis des facteurs du milieu. Un groupement végétal suppose en effet des conditions écologiques déterminées : régime thermique, insolation, régime hydrique, sol, action humaine, ... Ces conditions ne varient qu'à l'intérieur de fourchettes bien définies". Et plus loin le même auteur écrit : "ces zones isopotentielles ou homo-écologiques aux limites stables ont une valeur prospective du point de vue de l'aménagement parce qu'elles expriment l'existence d'un certain nombre de contraintes résultant d'un milieu écologique".

Au Shaba méridional, ces directives avaient déjà été appliquées avec succès à la carte de la végétation du bassin de la Luanza, un affluent du Luapula (MALAISSE, 1975).

D'autre part, une série de recommandations relatives à la cartographie de l'environnement et de sa dynamique figurent dans divers travaux récents et notamment JOURNAUX (1975, 1980).

Notre choix tient compte de ces deux approches. Il nous a paru peu indiqué de cartographier les huit groupements retenus avec des nuances

de la seule couleur verte. Nous avons préféré élargir quelque peu l'éventail des teintes. Outre le vert, couleur de base, nous avons retenu le bleu pour l'humidité, le jaune et le brun pour la réduction de la taille du couvert végétal et l'augmentation de l'amplitude thermique. Ce choix a rendu plus aisé la distinction des grandes unités :

- bleu-vert pour les forêts denses,
- vert pour les groupements mixtes : forêts claires et savanes boisées à arbustives,
- vert-jaune à olive pour les groupements herbacés fermés,
- gris-vert sombre pour la savane steppique cupricole dont la faible étendue nécessitait une teinte aisée à identifier.

Agriculture

Les études relatives à l'agriculture dans les environs de Lubumbashi sont assez peu récentes (DE PRETER, 1950; VANDERMISSEN, 1950; LAMBRECHT & BERNIER, 1961; WILMET, 1963; DE WILDE, 1972; DARCIS, 1972, 1975; ALONI *et al.*, 1980) et de plus celle-ci subit actuellement une mutation profonde qui fera l'objet d'une étude particulière (MALAISSE & IPANGA, 1984). C'est pourquoi une enquête a été menée systématiquement dans tous les établissements humains du degré carré de Lubumbashi en 1982-1983. Dans chaque village tous les champs furent mesurés au triple décamètre et leur affectation notée. Pour la représentation des activités agricoles nous avons choisi la teinte marron. Un cercle est figuré dont la surface est proportionnelle à l'étendue totale des champs. Sa surface est 4 fois supérieure à la superficie réelle. Le cercle est divisé en plusieurs quartiers qui traduisent l'importance des diverses cultures. Nous avons retenu le maïs, le manioc et l'arachide. La catégorie divers regroupe les autres cultures. Ce sont la patate douce, le soja, le sorgho, la canne à sucre, etc ... Un pointillé noté en surcharge, signale les cultures mécanisées. La faible étendue des champs cultivés aux alentours de certains villages nous a amené à réaliser des regroupements. Ceux-ci sont localisés au village dont les cultures sont les plus étendues et sont signalés par un cercle tracé en ligne interrompue; un chiffre signale le nombre de villages regroupés.

Les renseignements obtenus auprès de 64 villages ont permis d'estimer la superficie des champs cultivés pour le degré carré de Lubumbashi à 5777 hectares pour l'année agronomique 1982-1983, soit 0,47 % du territoire. Le maïs est la principale culture, il occupe 3691 hectares soit

Localités enquêtées	Superficie en ha	Affectation en ha			
		Maïs	Manioc	Arachide	Autres cultures
1. Mangombo	1749	(1631)	-	-	(118)
2. Katanga	892	760 (700)	24	27	81
3. Kiembe	354	200 (260)	4	27	43
4. Lubumbashi	330	239 (179)	6	49	36
5. Mwenge	260	26	174	12	48
6. Ngandubesa (Kalemba)	201	14	143	9	35
7. Mulandi	172	80	5	17	70
8. Kafubu	143	(109)	2	2	30 (29)
9. Minga	127	18	89	6	14
10. Malambwe	106	23	67	7	9
11. Sofumwango	106	43	31	13	19
12. Sambwa	76	42 (30)	7	8	19 (9)
13. Lubombo	74	13	47	5	9
14. Masambala	64	13	41	5	5
15. Dilanda	60	6	30	3	21
16. Kaniaka	59	23	6	13	17
17. Kaloko	58	12	38	4	4
18. Kawama	57	45 (30)	2	3	7
19. Sioni	55	20	15	8	12
20. Baya	50	19	12	9	10
21. Luishia	49	21	5	6	17
22. Kipushi	44	20	1	7	16
23. Shilatembo	43	19	6	7	11
24. Mututa	39	8	18	6	7
25. Musonge 1	38	7	17	5	9
26. Kisolombo	37	7	23	2	5
27. Shindaika	36	19	9	3	5
28. Luamisamba	32	6	8	5	13
29. Kaponda	29	11	4	5	9
30. Kikanda	27	12	0,1	3,5	11,4
31. Kibuye	24	3	12	4	5
32. Mwangalala	24	9	6	2	7
33. Yandisha	24	12	7	2	3
34. Kasongo 2	23	4	10	4	5
35. Futuka	22	7	3	3	9

36. Mumena	21	2	9	3	7
37. Mimbulu	20	8	2	2	8
38. Tumbwe	19	11	4	2,5	1,5
39. James	18	9	6	1	2
40. Kanoke	18	8	7	1	2
41. Muelemuka	18	9	5,4	2	1,6
42. Kiswishi	17	(12)	-	-	(5)
43. Mululu	15	1	9	1	4
44. Kisangwa	15	5	4	1	5
45. Kiandebemba	12	1	6	1	4
46. Mansa	12	6	3,6	1	1,4
47. Mantabwa	12	1,2	6	1	3,8
48. Monse	12	6	4	1	1
49. Munama	10	1	5	1	3
50. Kasongo 1	8	1	5	-	2
51. Dilefwe	7	3,5	1,5	1	1
52. Kapenda	6	3	1,5	0,3	1,2
53. Luiswishi	6	4	0,5	0,3	1,2
54. Musompo	6	3	1,5	0,6	0,9
55. Nsakania	6	3	1	0,5	1,5
56. Alex	5	2,5	1	0,5	1
57. Amano	5	2,5	1,5	0,5	0,5
58. Kalobondo	5	0,5	2,5	0,2	1,8
59. Muka	5	2,5	1	0,5	1
60. Musonge 2	5	-	3	-	2
61. Mwamba	4	2	0,8	0,2	1
62. Defeti	3	1,5	0,5	0,5	0,5
63. Mutanko	2	0,2	1	-	0,8
64. Sonka	1	0,5	0,2	-	0,3
Total	5777	3690,9	965,6	315,1	805,4
Pourcentage	100,0	63,9	16,7	5,4	14,0

Tabl. II : Superficie cultivée et affectation des champs dans les environs des localités dans les arrières-pays immédiat et proche de Lubumbashi (année agricole 1982-1983). Les chiffres entre parenthèses représentent la superficie mécanisée dans la culture considérée. Les localités sont classées par ordre d'importance décroissante de la superficie cultivée.

63,9 % des champs cultivés. Cinq villages concentrent les 4/5 de ceux-ci. La culture du manioc, malgré ses adversités récentes (cochenille et mosaïque) occupe encore la seconde position; mais ses champs ne représent plus que 966 hectares ou 16,7 % des champs cultivés. L'arachide vient en troisième position avec 315 hectares et 5,4 %. Les autres cultures n'interviennent que pour 14 % (MALAISSE & IPANGA, 1984).

Le déboisement

Au début du siècle plus de 90 % du Shaba méridional était couvert de forêts claires au sein desquelles étaient disséminés des îlots importants de forêts denses sèches, qui constituent, au moins sur les meilleurs sols, la végétation climacique. La densité humaine était alors de 2 à 3 habitants au kilomètre carré, ce qui provoquait depuis longtemps déjà une certaine pression sur l'environnement. Il a en effet été suggéré qu'une densité inférieure à 1 homme au km² permettait seule une activité en équilibre avec le milieu dans le cadre d'une économie de cueillette (MALAISSE, 1979).

Avec la création de trois métropoles minières (Lubumbashi, Likasi et Kolwezi) ces déséquilibres vont s'accentuer. Depuis 1920 apparaissent les premiers commentaires relatifs au déboisement (DELEVOY, 1928-1929) que viendront étoffer les études ultérieures (SCHMITZ, 1947; DELEVOY, 1948; MISSON, 1952, 1954; SCHMITZ & MISSON, 1960; SCHMITZ, 1974; SYMOENS, 1974). Aujourd'hui le déboisement est important et fournit différentes catégories de bois. Celles-ci ont été revues par MALAISSE *et al.* (1980). Nous avons retenu pour la cartographie les trois catégories principales suivantes :

- le bois d'oeuvre : récolté sous forme de grumes de quelques essences nobles,
- le bois de feu : produit en stères, fagots, perches de raffinage, etc.,
- le bois de carbonisation : utilisé pour produire du charbon de bois.

Nous avons encore distingué l'aspect de la coupe après l'exploitation forestière. Celle-ci peut en effet être partielle suite à la catégorie de bois produit. L'écrémage des grumes ou la production du bois de feu laisse habituellement un couvert arbustif plus ou moins important auquel viendra rapidement s'ajouter les rejets de souche. Au contraire l'exploitation totale favorisera un développement de hautes graminées et l'installation d'une savane herbeuse parcourue chaque année par un feu violent. L'un d'entre nous a montré les différences écologi-

Dénomination du chantier	Bois de feu		Charbon de bois		
	Nombre de bûcherons	Stères shabiens (Bikoto)*	Nombre de charbonniers	Nombre de sacs (normaux)	Tonnage (T)
Bikoto-Zaïre	31	9.300	31	3.441	165,168
Makondo	15	4.500	15	2.685	128,880
Kangongo	22	6.600	22	6.666	319,968
Tumbwe et environs	120	25.200	400	106.800	5.126,400
Kawama	Activité terminée en 1981		150	28.050	1.346,400
Masikini	Activité terminée en 1981		5	1.200	57,600
Shindaika	Activité terminée en 1981		30	1.170	56,160
Kakulabajike	Activité terminée en 1981		40	6.840	328,320
Kiposa	Activité terminée en 1981		10	1.110	53,280
Total	188	45.600 (= 114.000 st classiques)	685	157.962	7.582,176

Tabl. III : Production annuelle des différents chantiers des environs de Lubumbashi en 1981 (BINZANGI, 1983). * Le "stère shabien" ("kikoto" en dialecte swahili) correspond à 2,5 stères classiques.

ques profondes qu'entraîne la dégradation du couvert forestier (MALAISSE, 1982) tant au point de vue du régime thermique, du bilan de l'eau que de la quantité de matière organique produite et accumulée.

La couleur rouge a été choisie pour le déboisement qui constitue une agression puissante contre l'environnement. L'importance de celui-ci a été appréciée en estimant le nombre moyen d'artisans engagés dans les chantiers les 2 à 3 dernières années. Les observations effectuées sur le terrain de façon suivie depuis 1979 par l'un d'entre nous (B.K.) ont permis de représenter, pour le degré carré de Lubumbashi, les principales zones d'exploitation forestière. Le tableau III signale les valeurs de la production du bois de feu et du charbon de bois en 1981. On notera l'importance prépondérante actuelle du chantier de Tumbwe. D'importants chantiers existent également juste en périphérie du degré carré de Lubumbashi, notamment Kidimudilo-Kikeka et Lumata. Hormis quelques îlots de boisements naturels (INERA Kipopo, Concession de l'Evêché à la Mission Kafubu) et les maigres plantations de pins au nord-ouest et au nord de la ville, on peut dire que la forêt a totalement disparu autour de Lubumbashi. Les formations végétales naturelles ou semi-naturelles forestières (principalement les forêts claires) ne s'observent plus qu'à 25-30 km de la ville, où elles sont systématiquement en cours d'exploitation. Cette auréole se dégage de l'observation de la carte. Les grands axes routiers (Lubumbashi-Likasi, Lubumbashi-Kasenga et Lubumbashi-Kasumbalesa) constituent autant de fronts de progression du déboisement.

L'importance de l'activité forestière ressort d'ailleurs de nos statistiques récentes (MALAISSE *et al.*, 1980). Dans les environs de Lubumbashi on dénombre plus de 1000 "coupes" de bois et plus de 1800 artisans. L'approvisionnement journalier de Lubumbashi serait de l'ordre de 2800 sacs de charbon de bois, de 550 m^3 de bois de chauffe, de 100 m^3 de bois d'oeuvre et de quelques 400 fagots.

Les altérations du milieu aquatique

Les caractéristiques physiques et chimiques des eaux des environs de Lubumbashi sont bien connues. Pour les lacs on dispose de travaux relatifs tant au lac de retenue de la Lufira (DAMAS *et al.*, 1959, MAGIS, 1962) qu'à celui de la Lubumbashi (FRESON, 1972). Quant au milieu lotique il est étudié en détail dans la très belle synthèse de SYMOENS (1968), tandis que MALAISSE (1969 a) a distingué, du point de vue chimique, cinq types d'eau. Dans l'ensemble, le réseau hydrographique du

degré carré de Lubumbashi est parcouru par des eaux carbonatées calcico-magnésiennes. Ces eaux sont rarement polluées. Seuls MALAISSE & BROOKS (1982) rapportent la pollution des rivières Panda et Mulunguishi aux environs de Likasi, suite à l'activité minière. Pour le degré carré de Lubumbashi il convient de signaler la pollution du cours inférieur de la Lubumbashi suite à son passage dans les usines de la Société minière Gécamines; dès sa confluence avec la Kafubu cet effet s'estompe. De nombreuses petites rivières font l'objet, une fois par an, d'une pêche collective par empoisonnement à la téphrosine extraite du "buba" et voisine par ses effets de la roténone (MALAISSE, 1969 b). Cet effet est fugace. Le bief pollué industriellement a été cartographié en mauve.

Du point de vue biologique, deux études précisent la répartition des mollusques aquatiques vecteurs des bilharzioses, à savoir *Biomphalaria pfeifferi* et *Bulinus globosus* principalement (MANDAHL-BARTH *et al.*, 1972, LEBLANC & MALAISSE, 1978). Nous avons repris cette information en violet sur la carte et nous l'avons complétée par des observations sur le terrain pour plusieurs biefs non étudiés jusqu'à présent.

CONCLUSION

L'examen de la carte permet aisément de dégager deux ensembles de teintes nettement contrastées. Un premier ensemble s'étale du bleu-vert au jaune-vert en passant par différentes nuances du vert. Il informe sur le milieu naturel et semi-naturel. Les unités choisies correspondent essentiellement à la notion de formation végétale, chacune étant rapportée à sa série évolutive. Cette notion peut facilement être dégagée de l'examen des photographies aériennes, contrôlées sur le terrain. Elle n'exige pas une formation botanique approfondie et au Shaba résume bien les caractéristiques principales de l'écotope. Un second ensemble de teintes va du violet au marron en passant par le mauve et le rouge. Ces teintes cartographient les agressions commises par l'homme contre l'environnement aquatique (violet et mauve) ou terrestre (rouge), ainsi que les territoires livrés à l'agriculture (marron).

Les formations herbacées de dégradation et les champs se substituent toujours davantage aux forêts autour de la ville de Lubumbashi et ensuite principalement le long des axes routiers. Cette irradiation en étoile qui prolonge une zone centrale de forme générale circulaire est à la fois soulignée sur notre carte par les symboles rouges relatifs

au front de progression des coupes forestières et par les surfaces en teinte vert pâle en arrière de ceux-ci. La dynamique des modifications de l'environnement pour les environs de Lubumbashi où sont situés pas mal des moyens plateaux du Shaba méridional, est ainsi dégagée.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient le Centre de formation doctorale Bepuza de Lubumbashi pour la mise à leur disposition d'un véhicule de terrain. Les cartes ont été dessinées par KAYEMBE B. Qu'ils en soient vivement remerciés.

Les Professeurs JOURNAUX, ALEXANDRE et SOYER ont discuté une première esquisse de la présente carte, ce dont nous leur sommes très reconnaissants.

BIBLIOGRAPHIE

ACKERMANN, E., 1936. Dambos in Nordrhodesien. *Wiss. Veröff. Dt. Mus. Länderkde.* Leipzig, N.F., 4, 147-157.

ALEXANDRE-PYRE, S., 1967. Les processus d'aplanissement de piémont dans les régions marginales du plateau des Biano. *Publ. Univ. off. Congo*, Lubumbashi, 16, 1-52.

ALONI, K., BUSHABU, M. & TSHIBASU, K., 1980. Flux de quelques produits alimentaires d'origine végétale à Lubumbashi. *Geo-Eco-Trop*, 4 (1-4), 103-121.

BINZANGI, K., 1983. La production du bois de feu et du charbon de bois dans l'arrière-pays de Lubumbashi : aspects techniques, sociaux et économiques. Diss. Dipl. Et. Sup., Univ. Lubumbashi, 127 p.

BRUNEAU, M., 1980. Deux approches d'une cartographie de l'environnement dans les pays tropicaux. In : A. JOURNAUX (Ed.), *Symposium international sur la cartographie de l'environnement et de sa dynamique*. Université de Caen, 163-280.

C.S.A./C.C.T.A., 1956. *Phytogéographie*. Yangambi, 22, 33 p.

DAMAS, H., MAGIS, N. & NASSOGNE, A., 1959. Contribution à l'étude hydrobiologique des lacs de Mwadingusha, Koni et Nzilo. *Bull. Centre Et. Probl. soc. ind.*, Elisabethville, 46, 1-49.

DARCIS, J., 1972. Les gîtes agricoles du Shaba méridional. *Problèmes sociaux zaïrois*, 98-99.

DARCIS, J., 1975. La recherche des terres à vocation agricole et leur étude au Cepse. *Bull. Centre Et. Probl. soc. éc.*, Lubumbashi, n° spécial, 133-146.

DELEVOY, G., 1928-1929. *La question forestière au Katanga.* Tomes I, II et III. Ed. Off. Publ., Bruxelles.

DELEVOY, G., 1948. *Notes de sylviculture katanguienne.* Publ. C.S.K., Off. Publ., Ed. Lebègue, Bruxelles, 121 p.

DE PRETER, E., 1950. Les cultures vivrières dans la province du Katanga. *C.R. du Congrès scientifique du C.S.K.*, Elisabethville, IV, 1, 233-241.

DE WILDE, J., 1972. Quelques aspects du ravitaillement en produits vivriers de la ville de Lubumbashi (République du Zaïre). Travaux et Documents de Géographie tropicale, *CEGET*, Bordeaux, 7, 219-224.

DUVIGNEAUD, P., 1958. La végétation du Katanga et de ses sols métallifères. *Bull. Soc. roy. Bot. Belg.*, 90, 127-286.

DUVIGNEAUD, P. & DENAEYER- DE SMET, S., 1963. Cuivre et végétation au Katanga. *Bull. Soc. roy. Bot. Belg.*, 93, 93-231.

FANSHAWE, D., 169. The vegetation of Zambia. *Kitwe, Min. Rural Dev., For. Res. Bull.*, 7, 67 p.

FRESON, R., 1972. Aspect de la limnochimie et de la production primaire au lac de la Lubumbashi. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 18, 661-665.

GAUSSEN, H., 1958. L'emploi des couleurs en cartographie. *Bull. Serv. Carte phytogéographique*, sér. A, III, 1, 5-10.

JOURNAUX, A., 1975. Légende pour une carte de l'environnement et de sa dynamique. *Publ. Fac. Sc. humaines, Univ. Caen*, 16 p.

JOURNAUX, A., 1980. Introduction - Présentation des actes du symposium. In : *Symposium international sur la cartographie de l'environnement et de sa dynamique. Université de Caen*, 5-10.

LAMBRECHTS, A. & BERNIER, G., 1961. *Enquête alimentaire et agricole dans les populations rurales du Haut-Katanga* (1957-1958). FULREAC, Liège, 236 p.

LEBLANC, M. & MALAISSE, F., 1978. *Lubumbashi, un écosystème urbain tropical.* Univ. nat. Zaïre, Lubumbashi, 166 p.

LHOAS, J., 1957. Monographie forestière de la Province du Katanga. *Publ. Dir. Agric. For. Elev.*, Bruxelles, 104 p.

MACKEL, R., 1974. Dambos : a study of morphodynamic activity on the Plateau Regions of Zambia. *Catena*, 1, 327-365.

MACKEL, R., 1975. Uber Dambos der zentralafrikanischen Plateauregionen. *Z. Geomorph.*, N.F., supp.-Bd 23, 12-25.

MAGIS, N., 1962. Nouvelle contribution à l'étude hydrobiologique des lacs de Mwadingusha, Koni et N'Zilo. *Bull. trim. Centre Et. Probl. soc. ind.*, Elisabethville, 57, 1-71.

MALAISSE, F., 1969 a. Ecologie et aménagement piscicole d'un cours d'eau tropical : la Luanza (Haut-Katanga, Rép. dém. Congo). *C.R. Reg. Meet. afric. Hydrobiol.*, Kampala, 121-128.

MALAISSE, F., 1969 b. La pêche collective par empoisonnement au "buba" (*Tephrosia vogelii* Hook. f.). Son utilisation dans l'étude des populations de poissons. *Les Naturalistes belges*, 50, 9, 481-500.

MALAISSE, F., 1975. Carte de la végétation du bassin de la Luanza. In : J.J. SYMOENS (Ed.) : *Exploration hydrobiologique du Bassin du lac Bangweolo et du Luapula*, XVIII, 2, 41 p.

MALAISSE, F., 1979. L'écosystème miombo. In : Ecosystèmes forestiers tropicaux, un rapport sur l'état des connaissances préparé par l'UNESCO, le PNUE et la FAO, UNESCO, Paris, *Recherches sur les ressources naturelles*, XIV, 641-659.

MALAISSE, F., 1982. Evolution of the woody structure in a regressive Zambezian succession : dry evergreen forest - open forest - wooded savanna (Luiswishi, Shaba, Zaïre). *Geo-Eco-Trop*, 6, 4 (sous presse).

MALAISSE, F., 1984. Structure d'une forêt dense sèche zambézienne des environs de Lubumbashi (Zaïre). *Bull. Soc. roy. Bot. Belg.*, 117, 428-458.

MALAISSE, F., BINZANGI, K. & KAPINGA, I., 1980. L'approvisionnement en produits ligneux de Lubumbashi (Zaïre). *Geo-Eco-Trop*, 4 (1-4), 139-163.

MALAISSE, F. & BROOKS, R.R., 1982. Colonisation of modified metalliferous environments in Zaïre by the copper flower *Haumaniastrum katangense*. *Pl. Soil*, 64, 289-293.

MALAISSE, F. & IPANGA, K., 1984. Evolution de l'agriculture et agroécosystèmes au Shaba méridional (en prép.).

MANDAHL-BARTH, G., MALAISSE, F. & RIPERT, C., 1972. Etudes malacologiques dans la région du lac de retenue de la Lufira : Distribution et écologie des mollusques aquatiques. Rôle épidémiologique des vecteurs des bilharzioses intestinale et urinaire. *Bull. Soc. Path. exot.*, 65, 146-165.

MISSON, A., 1952. Le développement de l'économie forestière au Katanga. *Bull. Soc. roy. for. Belg.*, 59, 5, 214-229.

MISSON, A., 1954. La carbonisation du bois au Katanga. *Bull. agr. Congo belge*, 45, 1, 68-93.

OZENDA, P., 1974. De la carte de la végétation à une carte de l'environnement. *Documents de cartographie écologique*, Grenoble, 13, 1-8.

REY, P., 1958. La cartographie botanique en couleurs. *Bull. Serv. Carte phytogéographique*, sér. A, III, 1, 11-19.

SCHMITZ, A., 1947. Quelques dégradations forestières provoquées par l'indigène du Haut-Katanga. *C.R. sém. agr. Yangambi*, comm. 86, publ. I.N.E.A.C., hors sér., 888-900.

SCHMITZ, A., 1962. Les muhulu du Haut-Katanga méridional. *Bull. Jard. Bot.*, Bruxelles, 32, 3, 221-299.

SCHMITZ, A., 1963. Aperçu sur les groupements végétaux du Katanga. *Bull. Soc. roy. Bot. Belg.*, 96, 2, 233-447.

SCHMITZ, A., 1974. L'homme et la végétation du Haut-Shaba (République démocratique du Zaïre). *Les Naturalistes belges*, 55, 10, 374-414.

SCHMITZ, A. & MISSON, A., 1960. La carbonisation du bois dans le Haut-Katanga industriel. Minist. Congo, Rwanda-Urundi, tract n° 45, Bruxelles.

SOYER, J. & KAKISINGI, M., 1981. Inselbergs des environs de Lubumbashi. Mém. Inst. géol. Univ. Louvain, 31, 85-97.

STREEL, M., 1963. *La végétation tropophylle des plaines de la Lufira moyenne (Katanga méridional)*. Publ. FULREAC, Liège, 242 p.

SYMOENS, J.J., 1968. La minéralisation des eaux naturelles. In : J.J. SYMOENS (Ed.) : *Expl. hydrobiol. bassin lac Bangweolo Luapula*, II, 1, 199 p.

SYMOENS, J.J., 1974. Les problèmes de l'environnement en région tropicale. *Les Naturalistes belges*, 55 (8-9), 317-354.

SYS, C. & SCHMITZ, A., 1959. *Carte des sols et de la végétation du Congo belge et du Rwanda-Urundi*, Livraison 9 : *Région d'Elisabethville (Haut-Katanga)*. Publ. I.N.E.A.C., 70 p.

UNESCO, 1973. Classification internationale et cartographie de la végétation. *Ecologie et Conservation*, 6, 93 p.

VANDERMISSEN, J.H., 1950. Aperçu sur l'évolution de l'agriculture indigène katangaise durant les vingt dernières années. *C.R. Congr. scient. C.S.K.*, Elisabethville, 1, 36-41.

WILMET, J., 1963. Les systèmes agraires et techniques agricoles au Katanga. *ARSOM, classe Sc. nat. méd.*, XIV, 96 p.