

ANALYSE DE LA PLUVIOSITE A LUBUMBASHI  
ET DANS SES ENVIRONS IMMEDIATS

Contribution à l'étude de l'écosystème forêt claire (Miombo)

F. MALAISSE\*, M. MALAISSE-MOUSSET & G. SCHORROCHOFF\*\*

ABSTRACT

*The authors present a short historical account of meteorological observations carried out in Shaba Region, in Zaïre. They analyse the rainfall in the vicinity of Lubumbashi. Mean total yearly rainfall amounts to 1231 mm with a standard deviation of 147 mm and absolute extremes of 716 and 1551 mm. It was not possible to make the existence of rainfall periodicity conspicuous. Analysis of monthly rainfall data indicates that only December, January and February always yield over 100 mm, February being the rainiest month. Regarding showers' intensity, heavy rainfalls over 50 mm represent only 7,8% of total volume of rainfall, the 15-20 mm class being the mode. The local nature of showers is confirmed, being present in 80% of the cases. Using a five days period representation, the authors insist on the interest of a five seasons' distinction. Finally they reject the short dry season notion, although short periods without any rain may be observed in January, at an average of once upon four years.*

RESUME

*Les auteurs dressent un bref historique des observations météorologiques effectuées dans la Région du Shaba, au Zaïre. Ils analysent ensuite la pluviosité pour les environs de Lubumbashi. Les précipitations moyennes annuelles sont de 1231 mm avec un écart type de 147 mm et des extrêmes absolus de 716 et 1551 mm. Il n'est pas possible de mettre en évidence l'existence de cycles pluvio-métriques. L'examen des précipitations mensuelles fait ressortir que seuls décembre, janvier et février présentent toujours une cote udométrique supérieure à 100 mm, février étant le mois le plus pluvieux. Du point de vue de l'intensité des averses, on retiendra que les pluies journalières supérieures à 50 mm ne représentent que 7,8% du volume total des précipitations, tandis que le mode est réalisé par la classe 15-20 mm. Le caractère local des averses est confirmé, il se vérifie dans 80% des cas. Utilisant un mode*

---

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

\*\* Laboratoire de Physique expérimentale, Université nationale du Zaïre, B.P. 1825, Lubumbashi, Zaïre.

*de représentation des précipitations par période pentadai-  
re, les auteurs insistent sur l'intérêt de la distinction  
de cinq saisons. Enfin ils rejettent la notion de petite  
saison sèche, mettant toutefois en évidence que de brèves  
périodes sans précipitations se manifestent en janvier, en  
moyenne, un an sur quatre.*

## INTRODUCTION

L'établissement du bilan de l'eau est un des thèmes d'étude inscrit au programme de recherches sur l'écosystème forêt claire, le Projet Miombo (MALAISSE 1973). ALEXANDRE (1977) l'a établi à partir des données du bassin de la Lufira. Toutefois de nombreuses valeurs résultent encore d'estimations et l'analyse de la pluviosité constitue une connaissance préalable pour des études ultérieures plus approfondies de divers postes du bilan de l'eau. C'est l'objet de la présente note.

## BREF HISTORIQUE DES OBSERVATIONS METEOROLOGIQUES AU SHABA

Si les observations de chutes de pluies ont été au Shaba le fait de militaires, de missionnaires, de colons, d'ingénieurs agronomes, de Sociétés minières et hydroélectriques et enfin plus récemment de techniciens météorologistes, les synthèses des données ont été réalisées par des mathématiciens (VANDENPLAS 1943, BERNARD 1951, BULTOT 1956 et 1957) et des ingénieurs agronomes (BERCE 1934, MULLENDERS 1954, SCHMITZ 1971).

Il semble bien que les premières observations météorologiques au Shaba aient été réalisées par le Capitaine LEMAIRE à Lukafu en 1899 (LEMAIRE 1902). DE WILDEMAN (1913) rapporte les valeurs observées à l'Etoile du Congo, aujourd'hui Mine de l'Etoile, en 1910. Ces valeurs sortent de l'ordinaire avec un total de 2035,2 mm et respectivement 522,2 et 435,2 mm en janvier et décembre!

C'est en 1911 que la Direction générale de l'Agriculture du Ministère des Colonies du Royaume de Belgique entreprend de réorganiser le réseau du Zaïre, alors Congo belge. Le nombre des stations météorologiques est pour le Zaïre, respectivement de 74 en 1911, 50 en

1925, 700 en 1939. C'est à cette dernière époque que Lubumbashi, alors Elisabethville, devient la première station du pays.

Pour celui qui souhaite retrouver les observations anciennes (période 1927-1939), il y a lieu de se tourner vers le Bulletin agricole du Congo belge. De 1940 à 1949 les données sont reprises sous forme de tableaux synthétiques dans les "Chutes de pluie au Congo belge et au Ruanda-Urundi pendant la décade 1940-1949" publié par l'Institut national pour l'Etude agronomique du Congo belge (I.N.E.A.C.).

Enfin de 1950 à 1959 paraissent dix fascicules du "Bulletin climatologique annuel du Congo belge et Ruanda-Urundi" également publié par le bureau climatologique de l'I.N.E.A.C. Les observations les plus récentes sont centralisées par l'I.N.E.R.A. à Yangambi.

#### ANALYSE DE LA PLUVIOSITE POUR LES ENVIRONS DE LUBUMBASHI

Afin de caractériser la pluviosité pour les environs de Lubumbashi nous passerons successivement en revue :

- les précipitations annuelles, leur variabilité, leur périodicité
- les précipitations mensuelles, leur variabilité
- les précipitations journalières, la fréquence des diverses intensités, leur importance relative dans le volume annuel des précipitations
- le caractère local des averses
- la définition des saisons
- la notion de petite saison sèche

#### Les précipitations annuelles, leur variabilité, leur périodicité

Les graphiques 1 et 2 illustrent la variation des cotes udométriques annuelles(\*) relevées au Poste de la Gécamines à Lubumbashi.

---

(\*) Afin que les précipitations correspondant à une saison des pluies soient considérées comme une entité, les années hydrologiques débutent le 1er juillet et se terminent le 30 juin.

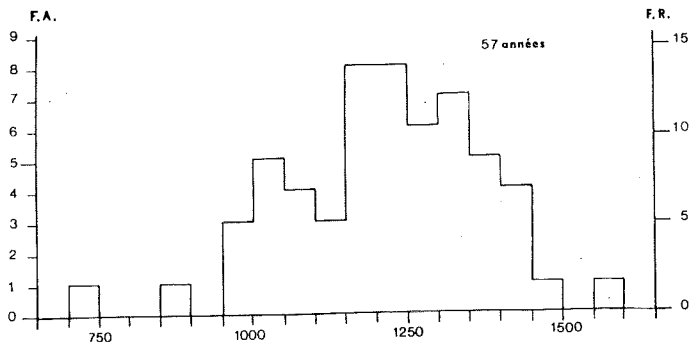


Figure 1 : Fréquences absolue (F.A.) et relative (F.R.) des classes de précipitations annuelles au Poste de la Gécamines à Lubumbashi (période 1916-1973).

Pour la période comprise de 1918 à 1971(\*), la moyenne se situe à 1231,4 mm. La distribution a un écart-type  $\sigma = 147$  mm.

Les écarts à la moyenne caractérisés par  $\sigma$  ne représentent que quelques 12% de la moyenne et ne sont pas très importants par rapport à ce qui est observé ailleurs au Zaïre (BERCE 1934, BULTOT 1957). Le régime pluvial est ainsi caractérisé par une relative stabilité avec alternance de 2 à 3 années supérieures à la moyenne, 2 à 3 années inférieures à la moyenne.

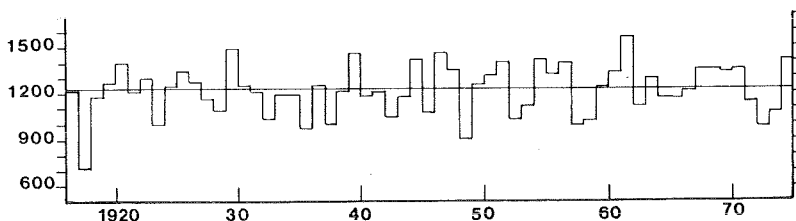


Figure 2 : Précipitations annuelles observées au Poste de la Gécamines à Lubumbashi (période 1916-1975).

Dès 1957, BULTOT, considérant que la distribution des fréquences des cotes udométriques annuelles en un point peut être considérée com-

... le réseau de ...

(\* ) Les périodes de référence utilisées varient parfois quelque peu, en elles sont précisées pour chaque caractère envisagé.

me approximativement gaussienne, avait déterminé, entre autres pour Lubumbashi, les percentiles 10 et 90 de la distribution, c'est-à-dire les cotes udométriques annuelles non atteintes et celles égalées ou dépassées dans 10% des cas. Il trouva respectivement pour la période 1930-1954 :  $x_{10} = 1046,0$ ;  $x_{90} = 1431,8$ ;  $x_{2,5} = 943,5$  et  $x_{97,5} = 1534,3$ . Rappelons que les extrêmes observés sont actuellement de 716,4 (1917-18) et de 1551,1 mm (1961-62).

La possibilité de cycles pluviométriques a été envisagée par divers auteurs avec des conclusions contradictoires : possible pour les uns (BERCE l.c.), inexistant pour les autres (BULTOT 1957).

L'analyse visuelle du graphique 2 ne fait certes pas ressortir de périodicité marquante. On peut cependant remarquer la présence de deux périodes particulières : 1932-43 caractérisé par une moyenne basse et 1962-71 caractérisé par une relative stabilité. Que ces effets soient dûs à une périodicité de l'ordre de dix ans ne semble cependant pas confirmé par l'ensemble des données :

1922-1931	$m = 1247$ mm	$\sigma = 140$
1932-1941	$m = 1169$ mm	$\sigma = 138$
1942-1951	$m = 1237$ mm	$\sigma = 185$
1952-1961	$m = 1240$ mm	$\sigma = 192$
1962-1971	$m = 1250$ mm	$\sigma = 95$

On pourrait également remarquer que souvent sur une période de 6 ans, la cinquième ou sixième année est relativement sèche. De nouveau cet effet ne se confirme pas quantitativement de manière significative, si l'on range les données en un groupe des 4 ans et un groupe des 2 ans qui leur font suite :

groupe des 4 ans	$m = 1250$ mm	$\sigma = 145$
groupe des 2 ans	$m = 1193$ mm	$\sigma = 147$

Il nous semble, que sur la base des données envisagées ci-dessus, et en l'absence de longues séries d'observations, il est inopportun d'envisager l'existence d'une périodicité des pluies pour les environs de Lubumbashi, ainsi que le suggérait déjà BULTOT (1957).

## Les précipitations mensuelles, leur variabilité

Le graphique 3 donne, pour chacun des mois de l'année, les moyennes des précipitations ainsi que les extrêmes observés au Poste Gécamines à Lubumbashi pour la période 1916-1974. Février apparaît comme le mois le plus pluvieux, d'autant plus qu'il compte trois (deux) jours de moins que décembre et janvier auxquels il s'apparente fortement, seuls ces trois mois présentent toujours des précipitations supérieures à 100 mm.

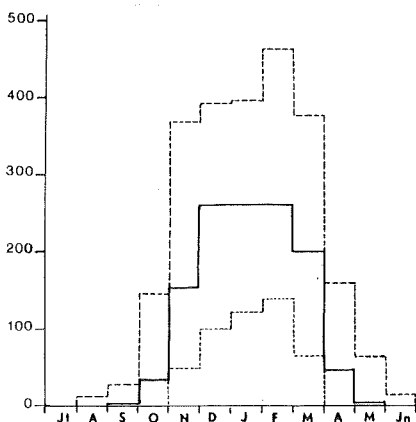


Figure 3 : Extrêmes et moyenne des précipitations mensuelles au Poste de la Gécamines à Lubumbashi (période 1916-1974).

La figure 4 donne la variabilité du nombre de jours de pluie mensuel à Lubumbashi pour la période 1922-1976. Janvier (24 jours) présente le mode le plus élevé, suivi de près par février (23 jours). Le nombre moyen de jours de pluie traduit toutefois une légère prédominance du mois de décembre :

Jt	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	Jn	Total
0,0	0,1	0,6	4,6	17,2	22,5	22,2	21,3	18,7	6,4	0,7	0,1	114,4

La figure 5 signale la variabilité des précipitations mensuelles à Lubumbashi pour la période 1916-1976. Elle confirme l'existence de cinq mois de saison des pluies (novembre à mars), de cinq mois de saison sèche (mai à septembre) et de deux mois de transition (avril et octobre). Cette distinction apparaît dans plusieurs travaux relatifs au Shaba (ALEXANDRE 1977).

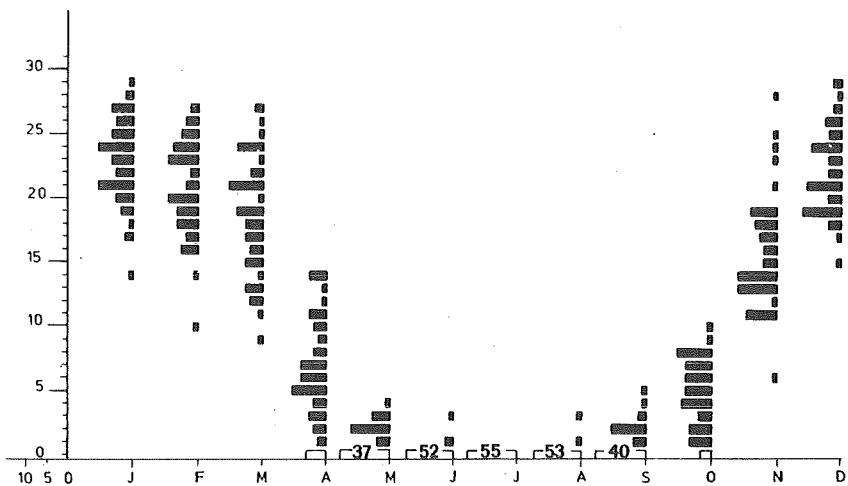


Figure 4 : Variabilité du nombre de jours de pluie mensuel à Lubumbashi (1922-1976). En ordonnée, le nombre de jours de pluie par mois. Les rectangles noirs indiquent la fréquence de chaque nombre de jours de pluie pour les différents mois de la période (échelle dans le coin inférieur gauche). Dans les rectangles blancs est inscrit le nombre de fois où le mois considéré n'a reçu aucune pluie pour la même période.

Les précipitations journalières, la fréquence des diverses intensités, leur importance relative dans le volume annuel des précipitations

Nous avons analysé quelques 5676 pluies journalières enregistrées au Poste de la Gécamines à Lubumbashi. Le graphique 6 donne la répartition des fréquences pour les différentes classes d'intensité. Cette distribution ne laisse pas apparaître de loi mathématique simple, pour autant que l'on prenne en considération toutes les valeurs.

On se souviendra à ce propos que BULTOT (1957), ne prenant en considération que les pluies supérieures à 15 mm avait constaté que celles-ci se répartissaient selon une exponentielle négative.

Du point de vue de l'importance relative du volume en eau apporté par les pluies journalières de diverses intensités (graphique 7), il apparaît que la classe 15-20 mm constitue le mode; les pluies supérieures à 50 mm ne représentant que 7,8% du total. Enfin rappelons que des périodes de jours consécutifs de pluies ont été observées. Les plus longues séries sont les suivantes : 44 (1938), 40 (1933), 39 (1931, 1936, 1951), 35 (1969) et 34 (1953) jours. L'averse la plus violente, enregistrée au Poste de la ville de Lubumbashi, a eu lieu

en avril 1923 où 160,0 mm sont tombés en 2h40'.

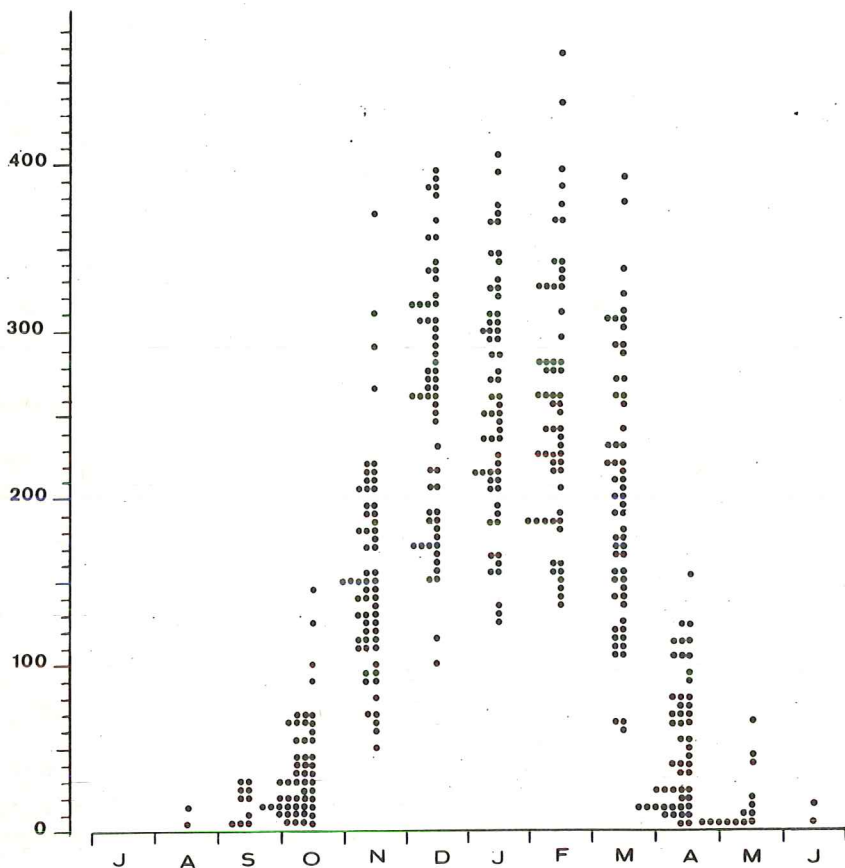


Figure 5 : Variabilité des précipitations mensuelles à Lubumbashi (1916-1976). Les valeurs des précipitations mensuelles exprimées en mm sont portées en ordonnées par classe de 25 mm d'intervalle; chaque point représente un mois des années juillet 1916 à juin 1976.

#### Le caractère local des averses

Les habitants de la région de Lubumbashi observent fréquemment des averses très localisées. Nous avons voulu vérifier et quantifier cette constatation et voir si le caractère local constituait une propriété générale du régime pluvial dans notre région. Nous avons choisi quatre stations situées à 4 kilomètres l'une de l'autre, sur une droite qui coupe la ville suivant une direction N.N.E.-S.S.W.



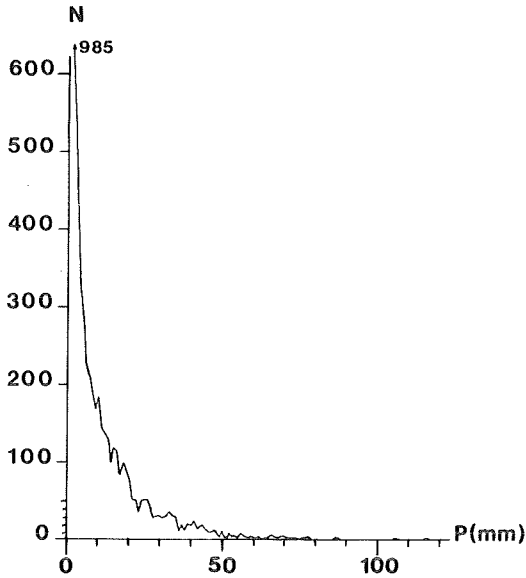


Figure 6 : Répartition des fréquences absolues des classes d'intensité pour 5676 pluies journalières à Lubumbashi.

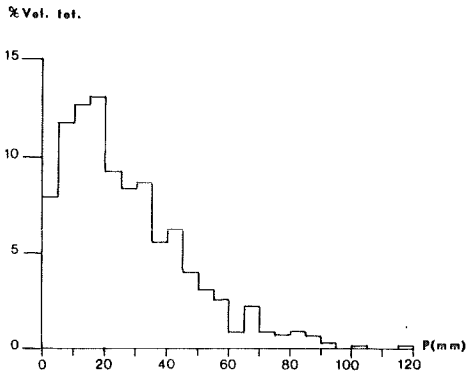


Figure 7 : Importance relative du volume en eau apporté par les pluies journalières de diverses intensités à Lubumbashi.

Le tableau 1 donne la répartition mensuelle des précipitations pour l'année 1972-1973, pour les quatre stations retenues.

Nous avons comparé, pour les quatre stations, les précipitations quotidiennes sur une période de trois mois : décembre, janvier et février 1972-73. Sur les 90 jours de la période envisagée nous avons relevé 34 jours, soit environ 40% où une des stations enregistrait un écart de plus de 10 mm par rapport à l'une des trois autres stations.

Des écarts supérieurs à 20 mm ont été relevés pour 14 jours.

	GE CAMINES COLLEGE IMARA	ROND-POINT DE LA REVOLUTION	AEROPORT DE LA LUANO
Septembre	4,1	3,1	3,5
Octobre	67,8	65,8	69,5
Novembre	215,2	218,5	186,5
Décembre	169,9	165,6	157,0
Janvier	161,4	177,4	170,3
Février	227,0	193,7	167,0
Mars	104,7	134,0	104,4
Avril	37,5	84,9	89,5
Total	987,6	1043,0	947,7

Tableau n° 1 : Précipitations pour quatre stations voisines des environs de Lubumbashi (période 1972-1973).

Si on se limite aux journées où la cote udométrique quotidienne est supérieure à 10 mm (43 jours) la probabilité d'observer un écart supérieur à 10 mm est de 34/43, soit de l'ordre de 80%. Comme on peut s'en douter, puisque les cotes mensuelles des quatres stations sont très voisines, aucune des stations n'est privilégiée et la possibilité qu'une des stations enregistre la plus haute ou la plus basse cote quotidienne est équiprobable pour les quatre stations.

Gécamines	8 maxima	7 minima
Collège Imara	10 maxima	13 minima
Carrefour de la Révolution	9 maxima	10 minima
Aéroport de la Luano	8 maxima	10 minima

Le caractère local des averses pour les environs de Lubumbashi est ainsi confirmé et quantifié.

#### La définition des saisons

Climat soudanien (Bl) selon la classification de DE MARTONNE

(1934), climat Cw6s selon KOPPEN (1931), climat katangien selon AUBREVILLE (1949), climat xérothérique selon GAUSSEN (1955), climat tropical à pluies d'été (II 2C) selon WALTER et LIETH (1960), climat sub-humide, mésothermique à saison sèche d'hiver (C B'w) selon THORNTHWAITE (1948), le climat régional des environs de Lubumbashi est avant tout caractérisé par l'alternance d'une saison des pluies et d'une saison sèche.

Cette distinction ne satisfait totalement ni les écologistes, ni les bioclimatologistes, qui souhaitent posséder un système plus subtil, rendant mieux les rythmes observés. Ceci explique pourquoi différentes subdivisions ont été proposées (MISSION 1950, MALAISSE 1974). MISSION propose de distinguer quatre stades au cours de la saison sèche; le stade I est celui de l'assèchement progressif de l'air et du sol en fin de saison des pluies, le stade II est caractérisé par une température nocturne basse qui maintient la végétation en état de repos, le stade III correspond à une remontée de la température et une reprise de l'activité de la végétation, le stade IV enfin, consiste dans la prolongation du stade précédent et présente un danger de sécheresse écologique en cas de retard dans le retour des pluies.

Confirmant les observations de BOALER (1966) pour un miombo tanzanien, l'un de nous a défini, à partir d'observations phénologiques portant sur la végétation du Shaba méridional, cinq saisons, à savoir : saison sèche froide (mai-juillet), saison sèche chaude (août-septembre), saison des pluies précoces (octobre-novembre), pleine saison des pluies (décembre-février) et saison des pluies tardives (mars-avril); chacune de ces saisons correspondant grosso modo aux mois notés entre parenthèses.

Le graphique 8 indique, pour la période 1922-1974, les périodes pentadaires pour lesquelles des précipitations ont été observées. Il met en évidence l'existence de variations sensibles dans la date d'installation des traditionnelles saisons des pluies et saisons sèches. Il permet en outre de mieux saisir les raisons de la distinction d'une saison des pluies précoces et d'une saison des pluies tardives.

#### La notion de petite saison sèche

L'existence d'une petite saison sèche en janvier est un concept bien ancré dans l'esprit des habitants de Lubumbashi. Dès que le ciel

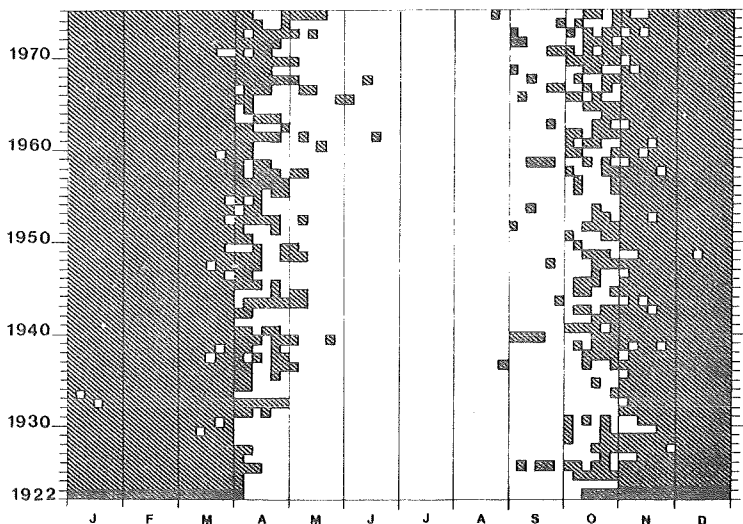


Figure 8 : Périodes pentadaires de précipitations à Lubumbashi (1922-1974), d'après MALAISSE (1975).

est serein en janvier, on entend cette affirmation : "C'est la petite saison sèche". Nous nous sommes efforcés de vérifier le bien fondé de ce concept, soutenu par divers auteurs (SCHMITZ 1971, THOEN *et al.* 1974), mais considéré comme non fondé par d'autres (VANDENPLAS 1943, ALEXANDRE *in litt.*). En fait il n'y a pas, pour la région de Lubumbashi, de petite saison sèche à proprement parler.

Toutefois une tendance à une certaine sécheresse se fait parfois sentir. Si l'on tente de mettre en évidence cette tendance en recherchant les périodes d'au moins cinq jours sans pluies (ou encore d'au moins six jours avec au maximum une pluie inférieure à 1 mm, 7 jours avec 2 pluies inférieures à 1 mm ou une pluie inférieure à 3 mm), on constate que pour les 53 dernières années (période 1922-1974) seuls 4 années présentent cette tendance avec respectivement 8 jours en 1973, 10 jours en 1928, 13 jours en 1933 et deux périodes de 9 à 10 jours en 1932. Toutefois si l'on se contente de 4 jours sans pluies ou de 5 jours sans précipitations supérieures à 1 mm, neuf autres années satisfont ce dernier critère, à savoir 1925, 1931, 1936, 1938, 1945, 1946, 1948, 1949 et 1970. Il apparaît donc que seules treize années sur 53, soit environ 25%, présentent de brèves périodes sans précipitations pendant le mois de janvier. En conclusion

nous rejettons la notion de petite saison sèche pour les environs de Lubumbashi.

#### REMERCIEMENTS

L'Ir. DE BLONDE et Mr. VAN WALLEGHEM du Bureau climatologique de la Gécamines, le R.P. DETHIER du Collège Imara, Mr. L. LEMAIRE (Carrefour de la Révolution) et le citoyen OLINGO ODIMBA du Centre météorologique de la Karavia ont facilité l'accès aux observations qu'ils ont réalisées. La citoyenne LUWANA HATIANA KITESO, chargée de pratiques professionnelles, nous a apporté son aide pour le dépouillement des données. Que tous soient ici vivement remerciés.

#### BIBLIOGRAPHIE

- ALEXANDRE, J., 1977. Le bilan de l'eau dans le miombo (forêt claire tropicale). *Bull. Soc. géogr. Liège*, 13, 107-126.
- AUBREVILLE, A., 1949. *Climats, forêts et désertification de l'Afrique tropicale*. Paris, 351 p.
- BAGNOULS, G. & GAUSSEN, H., 1953. Saison sèche et indice xérothermique. *Bull. Hist. nat. Toulouse*, 88 (3-4), 193-239.
- BERCE, R., 1930. A propos d'une périodicité des pluies dans le Bas-Congo et à Elisabethville. *Bull. agr. Congo belge*, 21 (2), 551-559.
- BERNARD, E., 1950. Aperçus fondamentaux sur la climatologie du Katanga. *C.R. Journ. Scient. Elisabethville, C.S.K. (Ed.)*, 4 (1), 56-69.
- BOALER, S., 1966. Ecology of a miombo site, Lupa North Forest Reserve, Tanzania. II. Plant communities and seasonal variation in the vegetation. *Journ. Ecol.*, 54, 465-479.
- BULTOT, F., 1950. Carte des régions climatiques du Congo belge établie d'après les critères de Köppen. *Publ. I.N.E.A.C., Bur. clim.*, 2, 15 p.
- BULTOT, F., 1954. Saisons et périodes sèches et pluvieuses au Congo belge et au Ruanda-Urundi. *Publ. I.N.E.A.C., Bur. clim.*, 9, 70 p.
- BULTOT, F., 1956. Etude statistique des pluies intenses en un point et sur une aire au Congo belge et au Ruanda-Urundi. *Publ. I.N.E.A.C., Bur. clim.*, 11, 90 p.

- BULTOT, F., 1957. Risques d'années sèches et pluvieuses au Congo belge et au Ruanda-Urundi. *Publ. I.N.E.A.C., Bur. clim.*, 13, 22 p., 5 cartes.
- DE WILDEMAN, E., 1913. Note sur la flore du Katanga II. *Ann. Soc. scientif. Bruxelles*, 27 (1), 5-82.
- DE MARTONNE, E., 1934. *Traité de géographie physique*. Paris, Tome 1, 496 p.
- GASTHUYS, P., 1910. Observations pluviométriques faites à Kambove (Katanga). *Bull. agr. Congo belge*, 1 (2), 318.
- GASTHUYS, P., 1911. Observations pluviométriques à Baudouinville (Katanga). *Bull. agr. Congo belge*, 2 (3), 174-175.
- GASTHUYS, P., 1911. Service météorologique. Climat d'Elisabethville. *Bull. agr. Congo belge*, 2 (1), 174-175.
- GASTHUYS, P., 1911. Service météorologique. Observations faites à Elisabethville. *Bull. agr. Congo belge*, 2 (4), 757-760.
- GAUSSEN, H., 1955. Détermination des climats par la méthode des courbes ombrothermiques. *C.R. Ac. Sc.*, 240 (6), 642-643.
- KÖPPEN, W., 1936. Das geographische System der Klimate in Köppen & Geiger (Eds.), *Handbuch der Klimatologie*, Berlin, Bd 1, Teil C, 44 p.
- LEMAIRE, C., 1902. *Mission scientifique du Ka-Tanga. Journal de route Section Moliro -- M'pwéto -- Ka-Béca -- Lofoi -- chutes Ki-Oubo*. Bruxelles, xi + 344 p.
- MALAISSÉ, F., 1973. Contribution à l'étude de l'écosystème forêt claire (Miombo). Note 8 : Le projet Miombo. *Ann. Univ. Abidjan*, E, 6 (2), 227-250.
- MALAISSÉ, F., 1974. Phenology of the zambezian woodland area, with emphasis on the miombo ecosystem. *Ecological Studies*, 8, Phenology and seasonality modeling, Berlin, 269-286.
- MALAISSÉ, F., 1975. Carte de la végétation du bassin de la Luanza. In : *Symoens, J.J. (Ed.), Exploration hydrobiologique du Bassin du Lac Bangweolo et du Luapula*, XVIII (2), 41 p.
- MISSON, A., 1950. Note préliminaire sur l'importance du facteur "eau" dans le complexe écoclimatologique de la région d'Elisabethville (Haut-Katanga). *C.R. Journ. Scient. Elisabethville, C.S.K. (Ed.)*, 4 (1), 77-96.
- MULLENDERS, W., 1954. La végétation de Kaniama (Entre-Lubishi-Lubilash, Congo belge). *Publ. I.N.E.A.C., sér. sc.*, 61, 499 p.
- SCHMITZ, A., 1971. La végétation de la Plaine de Lubumbashi (Haut-Katanga). *Publ. I.N.E.A.C., sér. sc.*, 113, 388 pp.
- SMULDERS, G., 1915. Le climat du Sud-Katanga. *Bull. agr. Congo belge*, 6 (1-2), 116-134.

- THOEN, D., PARENT, G. & TSHITEYA, L., 1974. L'usage des champignons dans le Haut-Shaba. *Probl. Soc. zaïrois*, 100-101, 69-85.
- THORNTHWAITE, W., 1948. An approach toward a rational classification of climate. *The Geogr. Review*, 38 (1), 55-94.
- VANDENPLAS, A., 1943. La pluie au Congo belge. *Bull. agr. Congo belge*, 34 (3-4), 273-400.
- WALTER, H. & LIETH, H., 1960. *Klimadiagramm-Weltatlas*. Jena.

