

**OCCURRENCE DES INTENSITÉS DES PLUIES ET LEURS EFFETS
SUR L'ENVIRONNEMENT DANS UNE RÉGION TROPICALE
(Région de Lubumbashi, sud-est de la R.D. du Congo)**

**Occurrence of rains intensities
and impact on environment in a tropical region
Region of Lubumbashi, south-east of Congo R.D.**

KALOMBO K.*

ABSTRACT

This study is based on the research of relation between hours'intensities of rain and their impact on environment. The study shows that intensities'impact is related to their occurrence'period during the rainy season and the degree of environment'fragilisation by man.

Key-Words: Rainy intensities- Congo-D.R. Environment.

RÉSUMÉ

Cette étude recherche des relations pouvant exister tout au long de la saison des pluies entre les intensités horaires des pluies et leurs effets sur l'environnement. L'analyse montre que l'impact sur l'environnement des intensités horaires des pluies dépend de la progression de la saison pluvieuse et du degré de fragilisation de l'environnement par l'homme.

Mots-clés: Intensités des pluies - Congo (R.D.) - Environnement

* Université de Liège, Département de Géographie physique, Bat.B11, Sart-Tilman, 4000, Liège, Belgique.
E-mail: Kamutanda50yahoo.fr.

INTRODUCTION

Dans la région de la ville de Lubumbashi (fig. 1), les travaux portant sur les intensités des pluies, ont été menés à l'échelle annuelle et ont essentiellement porté sur les pluies de plus de 15 mm/jour (BULTOT, 1956, ; PIRE, *et al.*, 1960) ou sur des périodes exceptionnellement pluvieuses (KALOMBO, 1979). Or l'échelle annuelle et la prise en compte uniquement de fortes pluies, ne peuvent pas permettre un meilleur suivi, mois par mois, des différents processus de dégradation de l'environnement, notamment des problèmes hydrologiques (ALEXANDRE *et al.*, 1974; ALEXANDRE, 1977), la sédimentation des rivières (Alexandre *et al.*, 1964), la dénudation des sols suite à l'exploitation forestière et aux feux de brousse de plus en plus destructeurs (ALEXANDRE, 1967), la pollution de plus en plus grande des cours d'eau liée, notamment, à l'agriculture de plus en plus pratiquée en milieux urbain et périurbain (LOOTENS *et al.*, 1985).

D'autre part, la ville de Lubumbashi et son agglomération, comme la plupart des villes africaines, connaît une croissance démographique très rapide (BRUNEAU, 1983), actuellement estimée à plus de 1 millions d'habitants. Plus de 50 % de cette population consomme l'eau des puits pouvant être facilement contaminée en période de forte pluie. Cette hausse de la population urbaine s'accompagne de l'expansion de l'habitat urbain favorisant ainsi le ruissellement des eaux, un des principaux processus par lequel l'eau des pluies dégrade l'environnement. Actuellement la situation s'est davantage dégradée du fait du dynamisme de la population urbaine elle-même et de l'afflux, ces dernières années, des populations rurales fuyant les guerres. Cette recherche pourrait donc permettre aux décideurs et aux planificateurs d'intégrer la dimension environnementale dans leur prise de décision en matière d'aménagement.

CADRE GÉOGRAPHIQUE ET PRINCIPAUX TRAITS DU CLIMAT.

La région de la ville de Lubumbashi (11°40'S ; 27°29'E ; 1250 m) est caractérisée par un relief monotone de plateau (1200 à 1300 m) mais rompu par quelques reliefs résiduels et surtout par la présence d'un grand nombre de hautes termitières: 8 à 10 m de hauteur et une densité de 2.7 à 4.9 à l'hectare (LOOTENS-DE-MYNCK *et al.*, 1980). Ces termitières, dont le sol est très argileux et relativement fertile, sont devenues très sensibles à l'érosion pluviale suite aux fréquents labours et à l'exploitation de leur sol pour la fabrication des briques.

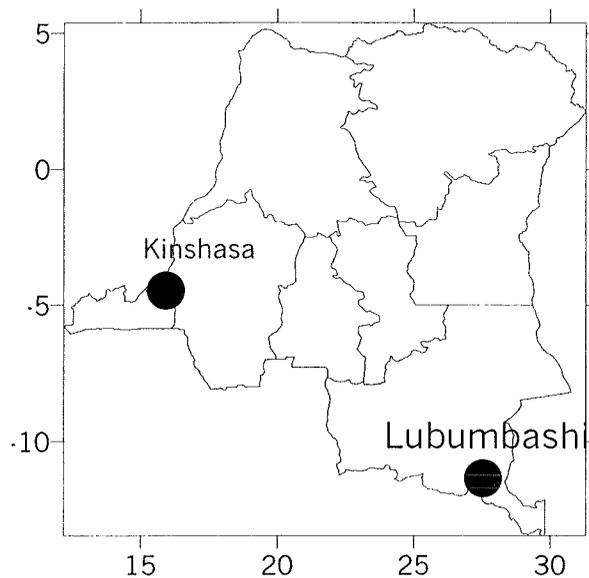


Fig.1. Localisation de la ville de Lubumbashi et sa région en R.D. du Congo.

La période des années 80 jusqu'au milieu des années 90 a été marquée dans la région de Lubumbashi par un déficit pluviométrique (KALOMBO, 1995) comme conséquence de la sévère sécheresse qui a affecté l'Afrique australe. Durant cette période, il est tombé en moyenne 1127 mm par an contre 1282 mm au cours des années 60 et 1319 mm durant la décennie 70; (respectivement 12 et 15 % d'écart).

A l'échelle journalière, la période des années 80 a été marquée par un nombre de jours sans pluie supérieur aux valeurs normales (1930 - 1959) et à celles des décennies 60 et 70. De même les épisodes secs de trois à quatre jours ont été plus fréquents durant la décennie 80 (19 à 25% contre 10 à 24% au cours des deux décennies précédentes). Les hauteurs pluviométriques journalières supérieures à 20 mm ont été particulièrement moins fréquentes: 8 à 10% contre 11 à 13% au cours des années 70 et 7 à 15% au cours de la décennie 60.

Cependant, malgré le caractère déficitaire de cette période, les pluies nocturnes (entre 18 h à 6 h du matin) ont été plus fréquentes que d'habitude (entre 49% en janvier et plus de 80% en octobre contre 56% en période normale). Ces pluies nocturnes qui surviennent en l'absence de toute évaporation, favorisent le décapage du sol par ruissellement bien qu'elles jouent un rôle important dans le maintien des potentialités agricoles de la région par humectation du sol.

C'est donc dans un contexte d'une période marquée par une péjoration pluviométrique que les effets des intensités des pluies sur l'environnement sont recherchés.

ASPECTS METHODOLOGIQUES

Les quantités des pluies et leurs durées pour le calcul des intensités horaires des pluies ont été extraites des pluviogrammes enregistrés sur la période "1980 - 1988" au niveau d'un champ de maïs (LOOTENS, 1982).

Le dépouillement de ces pluviogrammes a été fait aux pas de temps de 1', 5', 10', 15', 30', 45', 60', 75', 90', 120') en vue de tracer les courbes "Intensités - durée - fréquences" de fortes pluies et "Intensités - durée - probabilités". Les quartiles des intensités horaires mensuelles ont été calculés afin de mettre en évidence la fréquence des valeurs dépassant le seuil théorique d'érosivité (HUDSON, cité par LOOTENS, Op. Cit., 1982 : $I > 25$ mm/h) souvent utilisé comme référence dans la région.

Plusieurs références bibliographiques, notamment celles citées ci-dessus, nous ont permis de mettre en évidence, au fur et à mesure du déroulement de la saison des pluies, des relations soupçonnées entre les intensités des pluies et les désagréments environnementaux.

PRINCIPAUX RÉSULTATS OBTENUS.

DURÉE DES PRÉCIPITATIONS

La durée la plus fréquente des pluies était comprise entre une et deux heures (tableau 1); donc sensiblement la même que celle généralement observée dans la région (HARJOABA *et al.*, 1978). Cependant l'impact de ces pluies sur l'environnement est de plus en plus important du fait de sa fragilisation.

Dans cet intervalle de temps, c'est Novembre qui enregistre le plus fréquemment (1 an sur 3) les pluies les plus intenses (19 mm/h). Cette situation augmente le risque d'érosion du sol, lequel à cette période de l'année dans la région, est encore mal protégé par la végétation. De même, Avril qui constitue la transition vers la saison sèche, enregistre aussi, les intensités du même ordre de grandeur (18 mm/h). Ces fortes pluies de fin de saison affectent la production agricole suite aux pertes par pourrissement et aux divers dégâts causés aux cultures.

D'autre part, la ville qui occupait 1000 ha (avec 100.000 habitants) en 1948, s'étendait déjà sur plus de 7000 ha (plus de 800.000 habitants) 35 ans après (BRUNEAU, Op. Cit., 1983). Le temps de réponse aux pluies des différents bassins versants de la région urbaine a de ce fait avoir été raccourci.

Tab.I. Fréquences absolues des pluies en fonction de leur durée pour différents mois de la saison pluvieuse (1980 - 1988) dans la région de Lubumbashi.

Mois	- de 5'	5-15'	15-30'	30-45'	45'-1h	1-2h	2-3h	3-4h	4-5h	5-6h	>6h
Oct.	1	2	1	0	2	2	4	7	2	1	5
Nov.	6	8	12	6	6	35	10	13	9	7	13
Déc.	3	18	11	13	6	34	30	12	15	9	30
Jan.	1	8	18	8	18	31	21	12	17	6	25
Fév.	7	15	11	10	11	27	19	15	17	9	24
Mars	8	7	7	4	6	25	25	6	7	9	16
Avril	1	2	4	1	2	3	5	5	1	4	9
Σ	27	60	64	42	51	147	114	70	68	45	77

CARACTÉRISATION DES INTENSITÉS HORAIRES DES PLUIES

Les Quartiles des intensités horaires mensuelles des pluies.

Si on se réfère au seuil d'érosivité pris en compte dans la région ($I > 25$ mm/h), seuls quelques cas du troisième quartile (tableau 2) présentent des intensités horaires supérieurs au seuil considéré. Mais ces fortes valeurs sont observées à des périodes (décembre à mars) où le sol est déjà relativement bien protégé par la végétation (ALEXANDRE, Op. Cit., 1967). Leur impact sur la dégradation des sols reste donc relativement limité.

Tab.II.- Quartiles des intensités horaires mensuelles des pluies (1980 - 1988) dans la région de Lubumbashi.

Quartiles (I = mm/h)	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril
Q1	1.0	1.5	1.5	1.7	1.3	1.5	1
Q2	1.6	3.0	2.8	3.5	3.2	3.0	2.5
Q3	3.8	8.1	6.7	7.0	8.5	5.8	6
Imax	17	48	96	31	66	60	19

Enfin on notera dans le même tableau II, l'intensité maximale horaire relativement faible en janvier, mois du milieu de la saison pluvieuse. La période sans pluie (10 à 15 jours) quelquefois observée durant ce mois «petite saison sèche» expliquerait cette absence.

Relations Intensité-durée-fréquence de fortes précipitations.

La figure 2 montre l'évolution de ces intensités en relation avec leur durée. Ces valeurs sont faibles si on les compare à celles de la période "1977 - 1979" (figure 3) laquelle a été particulièrement pluvieuse (plus de 1500 mm de moyenne pour 1250 mm de normale). D'autre part la même figure 2 montre que les fortes intensités horaires (plus de 100 mm/h) sont engendrées par les pluies de courte durée. Ces pluies tombent généralement les après-midi, période de forte évaporation. Mais leur impact sur

l'environnement dépend surtout de la période (mois) de leur occurrence au cours de la saison pluvieuse. On note aussi une faible variabilité des intensités horaires des pluies de longue durée (plus de 5 heures). Ces pluies tombent surtout la nuit (dans 80 % des cas) et se prolongent parfois pendant les premières heures de la journée; favorisant ainsi le ruissellement responsable des inondations dans les fonds de vallées et les désagréments de circulation.

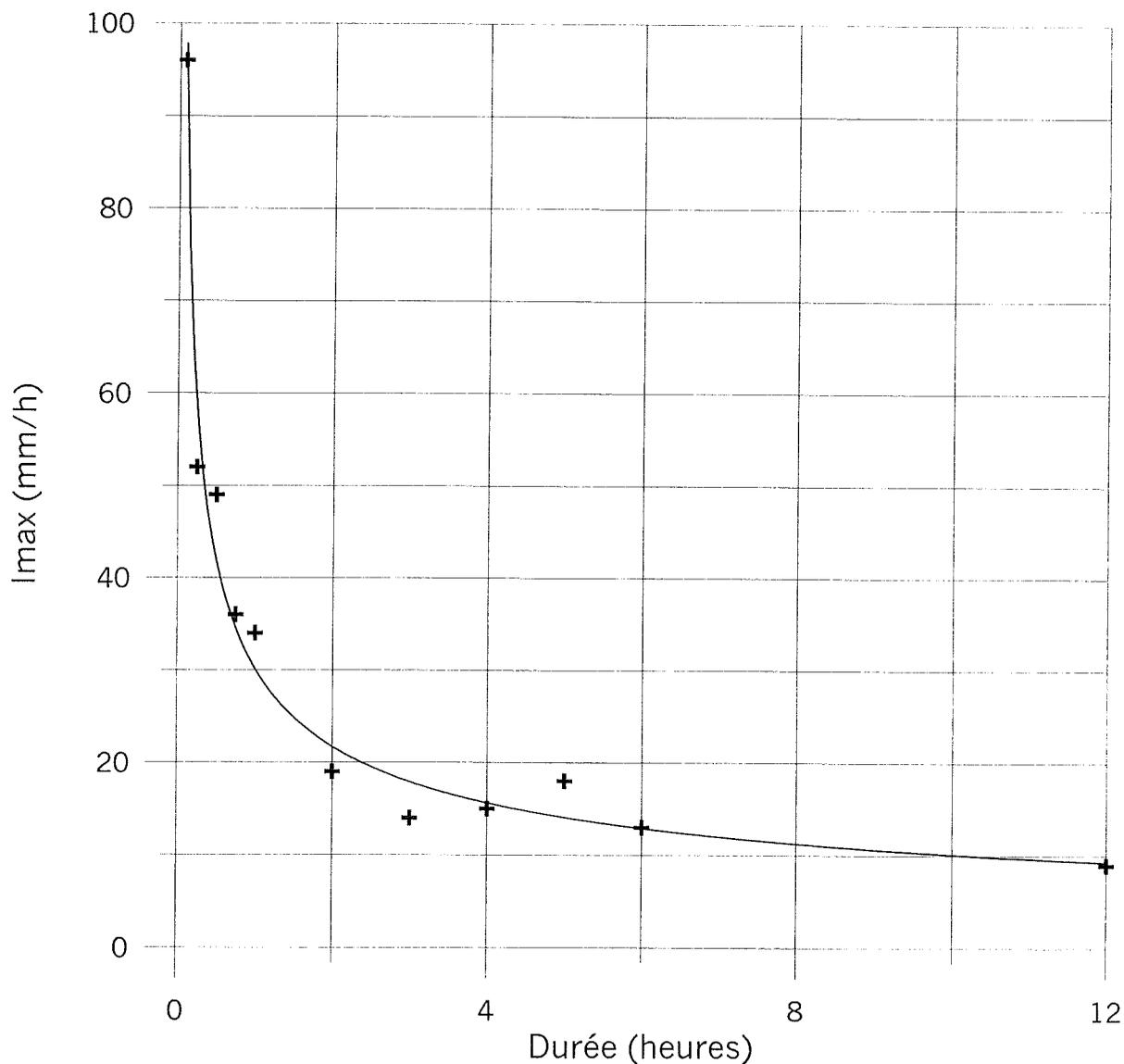


Figure 2. Intensités maximales des pluies horaires dans la région de Lubumbashi (1980 - 1989)

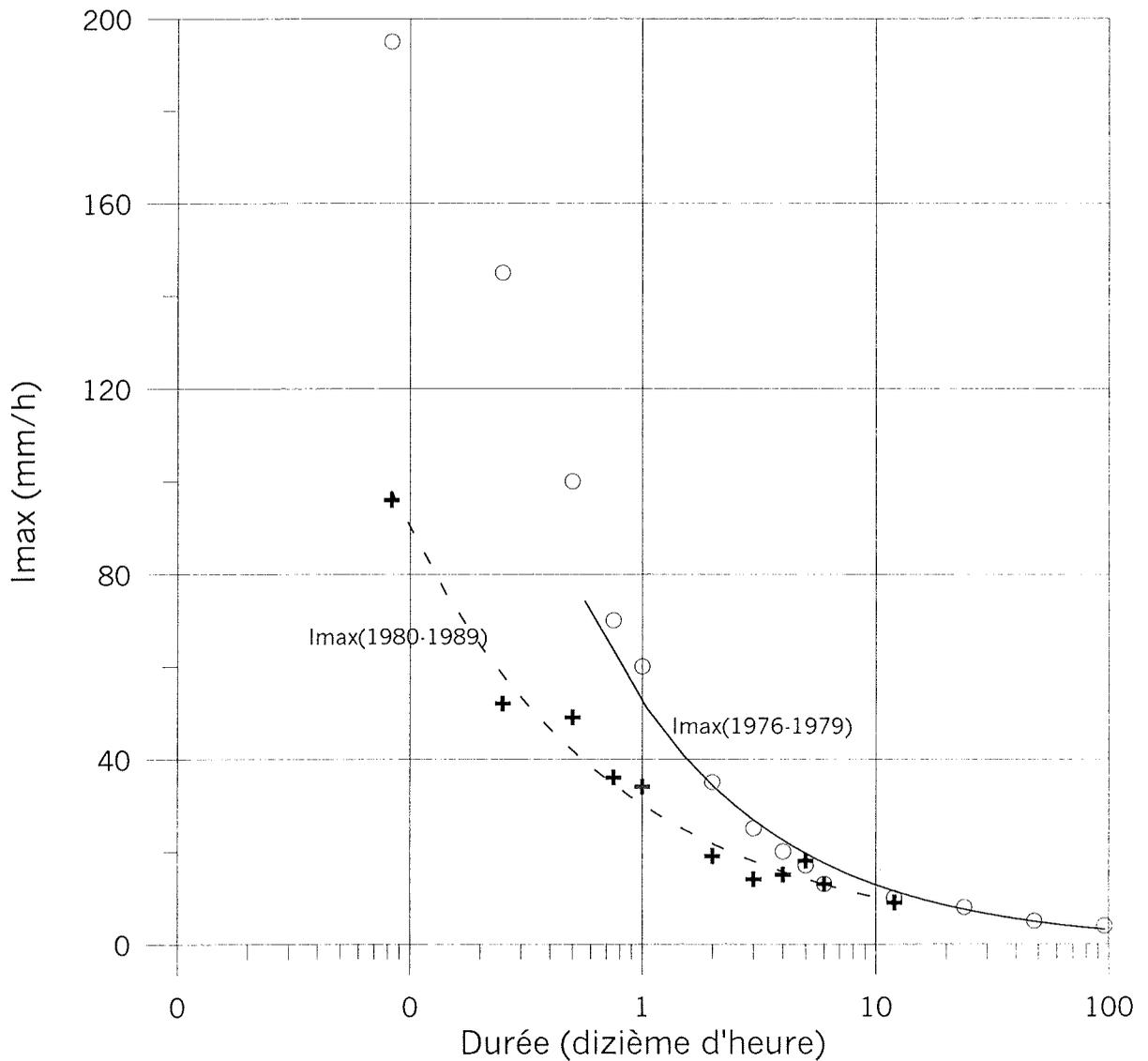


Fig. 3. Intensités horaires maximales des pluies. Comparaison sur les périodes « 1977 – 1979 » (excédentaire) et « 1980 – 1988 » (déficitaire) dans la région de Lubumbashi.

Les probabilités d'occurrence des intensités horaires des pluies (figure 4), montrent des écarts assez significatifs entre les courbes de probabilités annuelles (10, 50 et 100%). En effet, si l'ensemble de la période considérée (1980 - 1988) a été moins pluvieux, la variabilité des intensités horaires sur l'ensemble de la période étudiée a été relativement forte.

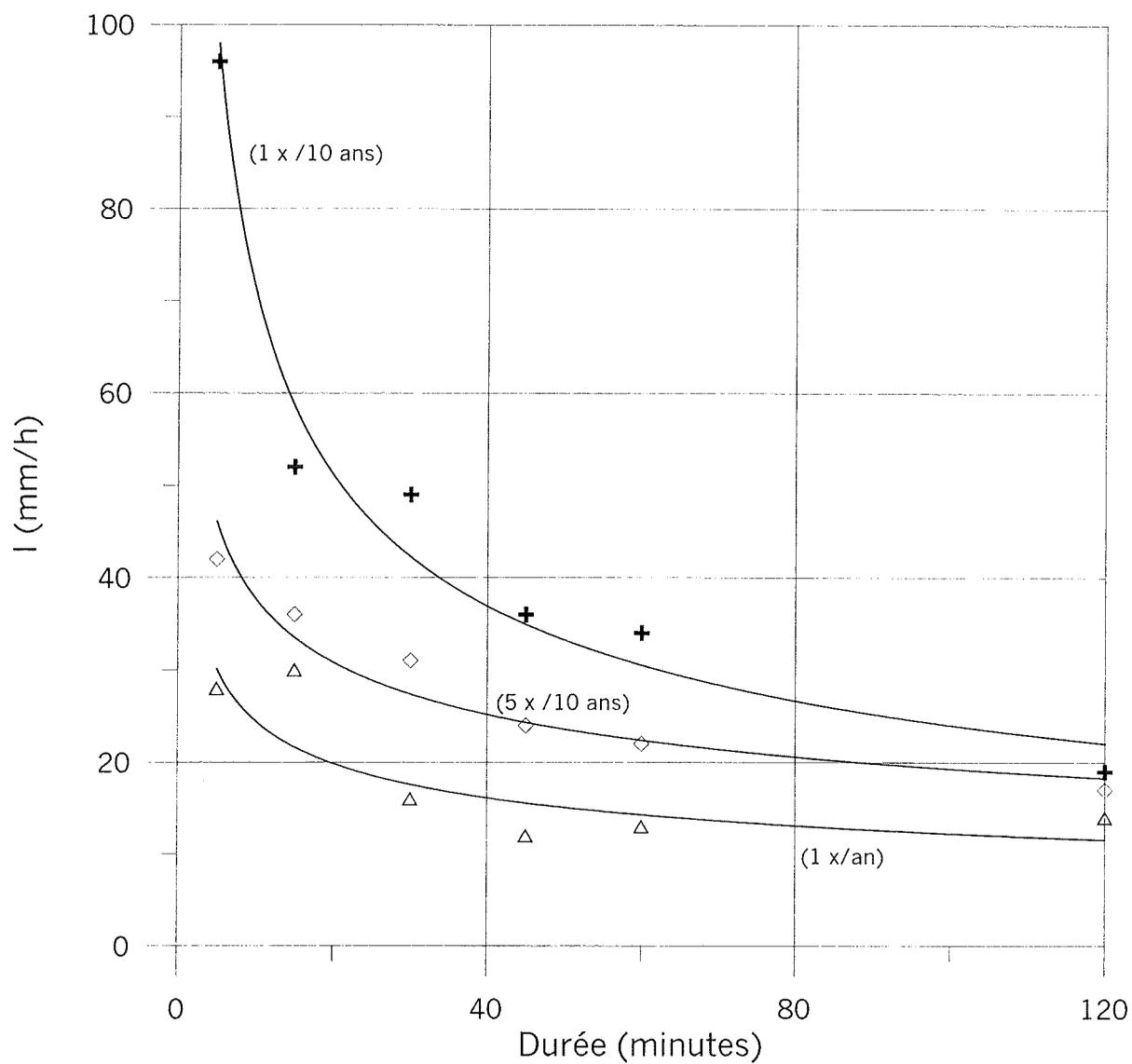


Figure 4. Courbes Intensités-Durée-Probabilités des pluies (durée inférieure à 2 heures) dans la région de Lubumbashi (1980-1989)

Tab.III.- Valeurs mensuelles (quartiles) des intensités horaires des pluies et désagréments environnementaux y associés (Lubumbashi et ses environs).

Mois	Intensités horaires mensuelles	Effets environnementaux et socioéconomiques	Milieus les plus touchés: (champs, villes, sols et végétations)
Septembre (plus au Nord) et Octobre	Q1 = 1 mm/h Q2 = 1.6 mm/h Q3 = 3.8 mm/h Avec Imax de 17 mm/h	1. Erosion pluviale (Splash) 2. Feux de brousse tardifs: combustion rapide et complète	1. Champs : période de labours Campagnes et villes (agriculture urbaine et périurbaine). 2. Formations végétales; sols plus exposés à l'érosion
Novembre	Q1 = 1.5 mm/h Q2 = 3 mm/h Q3 = 8 mm/h (Imax = 48 mm/h)	1. Inondations suite à l'augmentation des surfaces bâties ; au déboisement et aux feux de brousse tardifs 2. Ruissellement et érosion en rigoles sur sols encore mal protégés	1. Milieux ruraux de fonds des vallées (pêcheurs); vallées inondables dans les villes. 2. Champs: suite à l'hersage (avant semailles) Villes: suite à l'extension de l'habitat sans infrastructure d'évacuation.
Décembre	Q1 = 1.5 mm/h Q2 = 2.8 mm/h Q3 = 6.3 mm/h (Imax = 96 mm/h)	1. Risque de pollution de l'eau de consommation suite à l'affleurement de la nappe phréatique 2. Pullulation des moustiques vecteurs de la malaria. 3. Risques accrus des dégâts aux cultures en pleine croissance	1. Campagne et certains quartiers des villes (eau des puits). 2. Campagnes et villes 3. Couverture de plus en plus efficace du sol par les cultures (égouttement de 90 %) mais risque de déchaussement de jeunes plantes
Janvier	Q1 = 1.7 mm/h Q2 = 3.5 mm/h Q3 = 7 mm/h (Imax = 31 mm/h)	1. Sols bien protégés et dégâts limités.	1. au niveau des champs (campagnes et villes)
à	Q1 = 1.3 mm/h Q2 = 3.2 mm/h Q3 = 8.5 mm/h (Imax = 66 mm/h)	2. Détérioration continue des infrastructures routières (en terres)	2. routes de desserte agricole et routes en terres dans les villes (effets cumulés)
Février			

Tab.III.-.(suite). Valeurs mensuelles (quartiles) des intensités horaires des pluies et désagréments environnementaux y associés (Lubumbashi et ses environs).

Mois	Intensités horaires mensuelles	Effets environnementaux et socioéconomiques	Milieus les plus touchés: (champs, villes, sols et végétations)
Mars	Q1 = 1.5 mm/h Q2 = 3.0 mm/h Q3 = 5.8 mm/h (Imax = 60 mm/h)	Excès d'eau: retard dans la maturation; apparition de certaines maladies; chute de certaines tiges de maïs sous le poids de leur épis.	Surtout dans les campagnes (vastes champs exposés au vent)
Avril	Q1 = 0.9 mm/h Q2 = 2.5 mm/h Q3 = 6 mm/h (Imax = 19 mm/h)	Pluies tardives: retard de la période de récolte; diminution de la production suite aux pertes par pourrissement.	Campagnes et villes.
Saison sèche: de mai à août ou septembre.	Période de récolte et de labourage	feux de brousse hâtifs: moins destructeurs, déboisement accéléré pour la conservation du poisson Pollution atmosphérique (poussières)	Dans les campagnes

CONCLUSION.

L'importance de l'impact de l'intensité horaire des pluies sur l'environnement (érosion des sols, ruissellement et inondations, dégâts aux cultures, etc) est relative et dépend de plusieurs autres facteurs (nature du sol, couvert végétal, relief et influences anthropiques). Dans le sud-est du Congo, si la nature du sol (argileux) et la morphologie du paysage (hauts plateaux) constituent des facteurs susceptibles de limiter les effets environnementaux des intensités horaires des pluies, le déboisement, le développement de l'agriculture urbaine et périurbaine, la croissance urbaine, rendent l'environnement très sensible aux intensités horaires des pluies. L'impact de ces intensités ne semble pas lié à leur nature, mais surtout à la période saisonnière de leur occurrence. Une analyse à l'échelle mensuelle et sur une période longue permettrait de mieux envisager les moyens de lutte contre les désagréments environnementaux engendrés par les intensités des pluies.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier Monsieur LOOTENS Marcel, ancien professeur au Département de Géographie de l'Université de Lubumbashi, pour avoir mis à notre disposition des pluviogrammes de la localité de Sambwa (région de Lubumbashi).

BIBLIOGRAPHIE

- ALEXANDRE J. et ALEXANDRE S. 1964. Action linéaire ou en surface du ruissellement dans la région de savane (Katanga méridional). Publ. UOC, Vol. VII, Elisabethville (Congo).
- ALEXANDRE J. 1967. L'action des animaux fousseurs et des feux de brousse sur l'efficacité érosive du ruissellement dans une région de savane boisée. Publ. UOC, Vol. VII, Elisabethville (Congo).
- ALEXANDRE J. et NZENGU J. 1974. Le régime hydrique dans les sols de la région de Lubumbashi (Haut-Shaba, Zaïre). *Pédologie*, XXIV, 1, pp. 49-63.
- ALEXANDRE J. 1977. Le bilan de l'eau dans le Miombo (forêt claire tropicale). *Bull. Soc. Géogr. de Liège*, n° 13, 13^{ième} année, pp. 107-126.
- BRUNEAU J.L. 1983. Cartographie de l'environnement et aménagement urbain à Lubumbashi (Zaïre). *GEO-ECO-TROP*, 1983, 7 (1 – 4), 19-47.
- 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., Com. N° 11 du Bureau Climat., Bruxelles 1956.
- KALOMBO K. 1979. Contribution à l'étude de l'intensité des pluies à Lubumbashi (Shaba, Zaire). *GEO-ECO-TROP*, 1979, 3 (3) 159 – 167.
- LOOTENS-de-MUYNCK M.T.; BRUNEAU J.C. ; LOOTENS M. et MALAISSE F. 1980. Lubumbashi en 1980 et ses relations avec son environnement régional. *GEO-ECO-TROP*, 1980, 4 (1-4), 3-29
- LOOTENS M. 1982. Processus d'érosion sur des champs de maïs dans le bassin de la Luamabwe (Shaba, Zaïre). *GEO-ECO-TROP*, 1982, 6 (2) 77 – 90.
- LOOTENS M.; BADIBANGA N. et BAMPENDE B. 1985. Quelques aspects de l'interception de la pluie par le maïs en milieu tropical humide. *GEO-ECO-TROP*, 1985, 9 (3-4), 123 – 132).

MALAISSÉ F. ; BATUBENGA K. ; BINZANGI K. ; IPANGA T. ET KAKISINGI M.
1983. Essai cartographique sur l'environnement et sa dynamique en milieu
tropical humide : les moyens plateaux du Shaba méridional. GEO-ECO-TROP,
1983, 7 (1-4), 49-65.

PIRE, J., BERRUEUX, M. et QUOIDBACH, J. 1960. L'intensité des pluies au Congo
et au Ruanda-Urundi, Mém. Acad. Roy. Sci. d'Outre-Mer, Cl. Sci. Techn., VI-1,
Bruxelles, 1960.