

Caractéristiques des Pluies et ravinement dans la ville de Kinshasa de 1961 à 2010

Fils MAKANZU^{1,2,3}, Pierre OZER⁴, Jan MOEVERSONS³

Laboratoire de Géomorphologie et Télédétection, CRGM, RD.Congo

Département de Géosciences, UNIKIN, RD.Congo

Unité de risques naturels, Dpt. de Sciences de la Terre, MRAC, Belgique

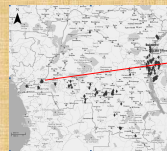
Dpt. de Sciences et Gestion de l'Environnement, ULg, Belgique

filmakanzu@yahoo.fr

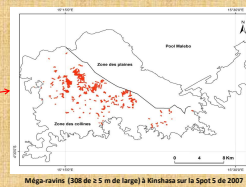
00243 82 102 45 63



1. Ravinement: processus important de l'érosion des sols en Afrique centrale et surtout en milieu urbain



Villes gravement touchées par le ravinement en Afrique et situation de Kinshasa. Source: Vandecasteele et al., 2011.



Méga-ravins (308 de > 5 m de large) à Kinshasa sur la Spot 5 de 2007



Zone des collines : 350-710 m d'alt.

Zone de plaine : 272-300 m d'alt.

1. Ravinement : processus important de l'érosion des sols en Afrique centrale et surtout en milieu urbain



Types d'érosion en ravine inventoriés à Kinshasa



2. Justification, problématique et hypothèse

Fort probable que la **fréquence des épisodes de fortes précipitations** ait **augmenté** dans la plupart des régions du monde (IPCC/GIEC, 2013).

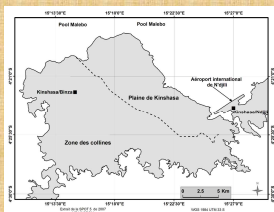
Réponse au manque de publications sur les tendances des variables pluviométriques et des extrêmes climatiques à Kinshasa.

Recherche et évaluation des preuves des changements dans l'intensité des événements pluvieux extrêmes quotidiens qui causeraient l'érosion en ravine. Enfin, estimation et caractérisation des périodes de retour des événements pluvieux extrêmes.

Si le régime pluvial a changé à Kinshasa et s'il est la cause principale du ravinement urbain observé.

Deux raisons de l'augmentation des pics de débits du ruissellement à Kinshasa : **augmentation due à l'urbanisation** (concentration et imperméabilisation) et **au changement climatique**.

3. Matériels et méthodes



Localisation des deux stations synoptiques de Kinshasa

Kinshasa/Binza (OMM ID : 64220 ; 4,37 S ; 15,25 E ; Alt. 445 m) située à l'ouest ; et

Kinshasa/N'Djili (OMM ID : 64210 ; 4,38 S ; 15,43 E ; Alt. 309 m) située à l'est et gérée au quotidien par la Régie de Voies Aériennes.

Base des données : 1^{er}/01/1961- 31/12/2010 excepté l'an 1964 à Kinshasa/Ndjili

Indice utilisés dans l'analyse des événements extrêmes

ID	Nom de l'indice	Définition	Unité
POT	Précipitation annuelle	Précipitation totale annuelle	(mm)
JP	Jour de pluie	Nombre total de jours humides (= jours)	(jours)
IDE	Simple day intensity index	Laire d'eau moyenne précipitée par jour de pluie	(mm/jour)
XCP	Jours humides consécutifs	Nombre total de jours humides consécutifs (= jours)	(jours)
XCS	Jours secs consécutifs	Nombre total de jours secs consécutifs (= jours)	(jours)
Ph1	Pluie maximale quotidienne	Précipitation maximale quotidienne	(mm)
Ph5	Pluie maximale en 5 jours	Précipitation maximale en 5 jours	(mm)
Ph30	Pluie maximale en 30 jours	Précipitation maximale en 30 jours	(mm)
P10mm	Fréquence des pluies > 10 mm	Nombre de jours avec des précipitations > 10 mm	(jours)
P20mm	Fréquence des pluies > 20 mm	Nombre de jours avec des précipitations > 20 mm	(jours)
P50mm	Fréquence des pluies > 50 mm	Nombre de jours avec des précipitations > 50 mm	(jours)
P95p	Fréquence des pluies intenses	Nombre de jours avec des précipitations > 95 ^{ème} percentile calculé sur la période 1971-2000	(jours)
P99p	Fréquence des pluies extrêmes	Nombre de jours avec des précipitations > 99 ^{ème} percentile calculé sur la période 1971-2000	(jours)
P99.5p	Fréquence des pluies très extrêmes	Nombre de jours avec des précipitations > 99,5 ^{ème} percentile calculé sur la période 1971-2000	(jours)
P95p/100d	Intensité des pluies intenses	Précipitation annuelle de jours avec des précipitations > 95 ^{ème} percentile calculé sur la période 1961-2000	(mm)
P99p/100d	Intensité des pluies extrêmes	Précipitation annuelle de jours avec des précipitations > 99 ^{ème} percentile calculé sur la période 1971-2000	(mm)
P99.5p/100d	Intensité des pluies très extrêmes	Précipitation annuelle de jours avec des précipitations > 99,5 ^{ème} percentile calculé sur la période 1971-2000	(mm)

Analyse des tendances

Usage d'un **modèle de régression linéaire** pour déterminer les coefficients de **tendance** des précipitations représentant le taux de croissance (hausse) ou de diminution (baisse) de l'indice donné.

La procédure de régression fournit un **test statistique t de Student** et sa **probabilité p-niveau** de signification résultante pour analyser l'hypothèse selon laquelle la pente est égale à 0. Ce niveau-p a été utilisé comme critère pour définir les limites de la classe.

Chaque pente (positive ou négative) a été classée dans trois catégories ; à savoir :

- très significative : $p \leq 0,01$
- significative : $0,01 \geq p \geq 0,05$
- non significative : $p \geq 0,05$

Caractérisation des périodes de retour (Loi de Gumbel)

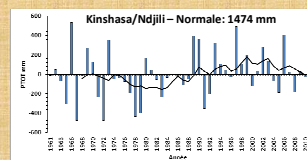
Pour **caractériser les périodes de retour des précipitations journalières** auxquelles on doit s'attendre dans la région de Kinshasa, la méthode d'**ajustement graphique de Gumbel** (1958) a été appliquée.

Cette application a été retenue aux seuils de:

- ❖ 6 ans : anormal
- ❖ 10 ans : très anormal
- ❖ 30 ans : exceptionnel
- ❖ 100 ans : très exceptionnel

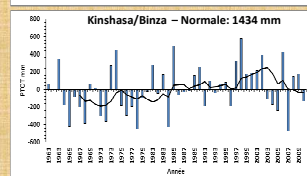
4. Résultats

Evolution des précipitations saisonnières par rapport à la normale pluviométrique



Augmentation du volume pluviométrique et surtout une recrudescence de l'intensité des pluies dans l'avenir (Ntombi et al., 2009)

Si la tendance à l'augmentation devait se confirmer dans les décennies à venir, la haute ville de Kinshasa ferait face à un risque d'érosion en ravine énorme au regard de la situation présente depuis ces 50 dernières années.



Caractéristiques et tendances linéaires de 17 indices de pluies à Kinshasa de 1961/2010

Indices pluviométriques	Unités	N'Djili			Binza		
		Moyennes = écart- type	p- niveau	Valeur de a	Moyennes = écart- type	p- niveau	Valeur de a
PTOT	[mm]	1474±242	0.19	3.1832	1434±264	0.11	4.1526
JP	[jours]	90 ± 10	0.94	-0.0081	86 ± 12	0.13	0.1784
SDII	[mm/jour]	16 ± 2	0.05	0.0403	17 ± 2	0.60	0.0139
JCP	[jours]	6 ± 2	0.50	-0.0116	5 ± 2	0.73	-0.0059
JCS	[jours]	82 ± 26	0.90	0.0388	87 ± 25	0.21	0.3053
Px1J	[mm]	95 ± 24	0.80	-0.0701	98 ± 29	0.69	-0.1161
Px3J	[mm]	148 ± 30	0.72	-0.1111	147 ± 36	0.91	0.0407
Px30J	[mm]	375 ± 65	0.85	-0.1246	380 ± 86	0.43	0.6695
P10mm	[jours]	44 ± 7	0.05	0.1281	42 ± 8	0.03	0.1652
P20mm	[jours]	25 ± 5	0.11	0.0781	25 ± 5	0.10	0.0869
P50mm	[jours]	6 ± 2	0.11	0.0366	6 ± 3	0.99	-0.0003
P95p	[jours]	5 ± 2	0.40	0.0175	4 ± 2	0.85	0.0038
P99p	[jours]	1 ± 1	0.65	0.0048	1 ± 1	0.27	-0.0097
P99.5p	[jours]	0.4 ± 1	0.53	0.0043	0.4 ± 1	0.92	-0.0008
P99pSOM	[mm]	343 ± 144	0.47	1.6888	329 ± 138	0.95	0.3788
P99pSOM	[mm]	98 ± 109	0.60	0.5461	91 ± 103	0.33	-0.8018
P99.5pSOM	[mm]	55 ± 73	0.56	0.4752	51 ± 86	0.97	0.1313

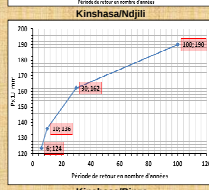
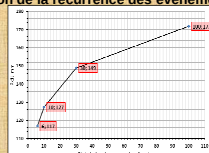
De 17 indices :
Kinshasa/N'djili: 5 à la baisse et 12 à la hausse
Kinshasa/Binza: 6 à la baisse et 11 à la hausse

Caractéristiques et tendances linéaires de 17 indices de pluies à Kinshasa de 1961/2010

Indices pluviométriques	Unités	N'Djili			Binza		
		Moyennes = écart- type	p- niveau	Valeur de a	Moyennes = écart- type	p- niveau	Valeur de a
PTOT	[mm]	1474±242	0.19	3.1832	1434±264	0.11	4.1526
JP	[jours]	90 ± 10	0.94	-0.0081	86 ± 12	0.13	0.1784
SDII	[mm/jour]	16 ± 2	0.05	0.0403	17 ± 2	0.60	0.0139
JCP	[jours]	6 ± 2	0.50	-0.0116	5 ± 2	0.73	-0.0059
JCS	[jours]	82 ± 26	0.90	0.0388	87 ± 25	0.21	0.3053
Px1J	[mm]	95 ± 24	0.80	-0.0701	98 ± 29	0.69	-0.1161
Px3J	[mm]	148 ± 30	0.72	-0.1111	147 ± 36	0.91	0.0407
Px30J	[mm]	375 ± 65	0.85	-0.1246	380 ± 86	0.43	0.6695
P10mm	[jours]	44 ± 7	0.05	0.1281	42 ± 8	0.03	0.1652
P20mm	[jours]	25 ± 5	0.11	0.0781	25 ± 5	0.10	0.0869
P50mm	[jours]	6 ± 2	0.11	0.0366	6 ± 3	0.99	-0.0003
P95p	[jours]	5 ± 2	0.40	0.0175	4 ± 2	0.85	0.0038
P99p	[jours]	1 ± 1	0.65	0.0048	1 ± 1	0.27	-0.0097
P99.5p	[jours]	0.4 ± 1	0.53	0.0043	0.4 ± 1	0.92	-0.0008
P99pSOM	[mm]	343 ± 144	0.47	1.6888	329 ± 138	0.95	0.3788
P99pSOM	[mm]	98 ± 109	0.60	0.5461	91 ± 103	0.33	-0.8018
P99.5pSOM	[mm]	55 ± 73	0.56	0.4752	51 ± 86	0.97	0.1313

De 17 indices :
Kinshasa/N'djili: 5 à la baisse et 12 à la hausse
Kinshasa/Binza: 6 à la baisse et 11 à la hausse

Estimation de la récurrence des événements pluvieux extrêmes



5. Discussions

Les pluies qui provoquent ces érosions ravinentes et inondations ne sont pas toujours extrêmes :

❖ à Kinshasa, une pluie anormale (PR > 10 ans) est estimée à 124 mm. La pluie catastrophique de 96,7 mm enregistrée le 20 mai 1990 est une pluie normale. Elle a été précédée d'une pluie de 142,3 mm enregistrée le 13 mai 1990, qui a une récurrence de 13 ans.

❖ Pluie du 17 mai 2001 qui a endeuillé la ville, le pluviomètre a enregistré 212 mm ; ce qui marque un temps de retour > 200 ans ; la pluie séculaire et donc, très exceptionnelle étant estimée à 190 mm dans cette partie de la ville.

Pourtant, on aperçoit de nouvelles têtes de ravins à chaque saison de pluie et donc chaque année.

Pluie, occupation des sols et coefficient de ruissellement dans la haute ville de Kinshasa

Routes = les plus grands producteurs de ruissellement. Pas besoin d'autres apports pour être puissants.

Surfaces de sol nu en général et surfaces de sols nus moyennement compacts en particulier, ne produisent un grand coefficient de ruissellement que pour les pentes supérieures à 0,08 m m⁻¹ (Makanzu et al., en préparation).

Sur un site, le coefficient de ruissellement n'est pas seulement fonction de l'utilisation du sol, de la compaction du sol et de la pente, de la lame d'eau tombée mais aussi et surtout de l'intensité de la pluie.

Ceci indique que les changements de régime des pluies peuvent induire des changements dans l'alimentation des ravins.

→ le régime de plus grandes pluies et d'intensité moyenne supérieure va créer plus de ruissellement → de ravinement.

6. Conclusion

