

## ESTIMATION ET SPATIALISATION DES DURÉES DE RETOUR DES FORTES PLUIES EN CENTRAFRIQUE

S. NDJENDOLE W<sup>(1)</sup> ET J. PERARD<sup>(2)</sup>

Département de Géographie, Université de Bangui, BP. 1037, Bangui, RCA,  
E-mail : [ndjendole@caramail.com](mailto:ndjendole@caramail.com)

W Centre de Recherches de Climatologie, Université de Bourgogne,  
6 Bd Gabriel, 21000 Dijon, E-mail : [perardi@u-bourgogne.fr](mailto:perardi@u-bourgogne.fr)

### Résumé

L'étude des fortes pluies en République Centrafricaine est réalisée à partir des données journalières sur la période 1951-1990. On a retenu les 40 maxima journaliers annuels correspondant aux 36 stations étudiées fournissant chacune une fréquence expérimentale  $F_e(x)$ . Cette fréquence traduit la probabilité de non-dépassement de la valeur pluviométrique journalière  $x$  en un an. Pour chaque station, on a déterminé par la méthode de Kimball une loi théorique  $F$  la plus proche possible de  $F_e$  pour estimer la durée de retour ( $T$ ) d'une valeur pluviométrique  $x$ . L'analyse a montré qu'avec cet ajustement, on obtient de meilleurs résultats pour de faibles durées de retour (2, 5, 10 ans) pour l'ensemble des stations de la République Centrafricaine. En revanche, pour des durées de retour élevées (50, 100 ans), les valeurs attendues sont relativement basses.

### Abstract

The study of the daily rainfall in Central African Republic has been realised on the period 1951-1990. One retained 40 annual daily maximum precipitation for 36 stations giving each one an experimental frequency  $FJ(x)$  corresponding to the probability of nogoing beyond of the daily rainfall  $x$  in one year. For each station, one determined by the method of Kimball a theoretical law  $F$  nearest possible to  $F_e$  to estimate the duration of return ( $T$ ) of a given value of rainfall ( $x$ ). The analysis showed that with this adjustment, one obtains better results for reduced duration of return of 2, 5, 10 years for all the stations of Central African Republic. For long duration of return (50, 100 years), the awaited values are relatively low.

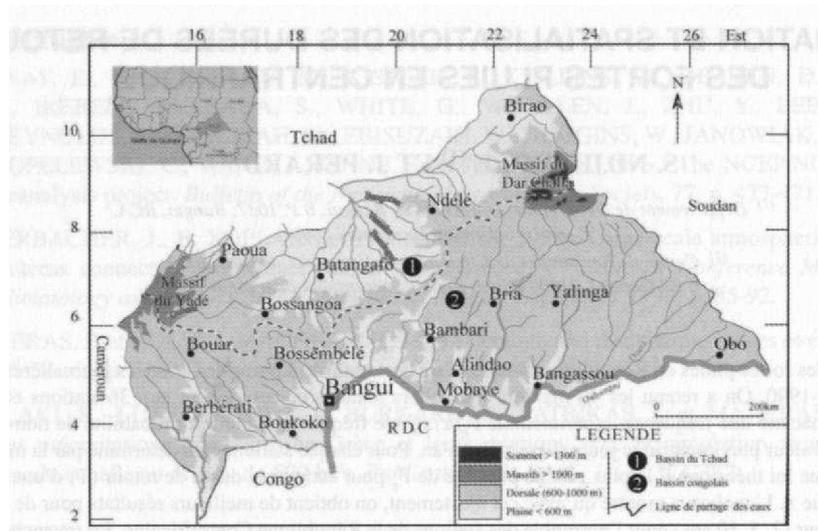
**Mots-clés** : Fortes pluies journalières, méthode Kimball, durée de retour, République Centrafricaine.

**Keywords** : Extreme daily rainfall, method of Kimball, duration of return, Central African Republic.

### Introduction

L'espace centrafricain partage ses frontières avec le Tchad au nord, le Cameroun à l'ouest, les deux Congo au sud et le Soudan à l'est (**figure 1**). Il couvre une superficie de 623000 km<sup>2</sup> et s'étire entre 2°16' et 11°20' de latitude nord et entre 14°30' et 27°30' de longitude est. Globalement, cet espace se caractérise par un relief peu élevé dont l'altitude varie entre 650 à 1420 m et comprend trois grandes unités orographiques : massifs montagneux du nord-ouest et du nord-est et au centre, une vaste pénéplaine monotone située de part et d'autre de la dorsale centrafricaine (**figure 1**). Bien que d'altitude peu différenciée dans l'ensemble, mais profondément disséqué par un réseau hydrographique dense où alternent vallées encaissées et interfluves mis en saillie par l'érosion différentielle, le relief centrafricain semble jouer un rôle climatique déterminant notamment par rapport aux vents dominants humides du sud-ouest ou aux flux desséchants du nord-est. Aussi, Suchel (1972) a montré que le contraste topographique entre les plateaux de la Ouaka et de la Kotto à l'est, et le massif du Yadé à l'ouest semble favoriser localement la thermoconvection.

Le climat centrafricain varie du type équatorial à régime pluviométrique bimodal au sud du 4<sup>ème</sup> parallèle au type tropical sec à régime pluviométrique unimodal à l'extrême nord. Entre ces extrêmes pluviométriques majeurs, s'insèrent des secteurs de transition où l'on passe du régime subéquatorial au tropical humide et semi humide selon la dynamique saisonnière de la zone de convergence intertropicale (ZCIT). Durant la saison sèche qui va de novembre à février, les condi-



**Figure 1 : Localisation de la RCA par rapport à l'Afrique Centrale.**  
Schéma orohydrographique de l'espace centrafricain avec quelques stations pluviométriques  
(d'après carte IGN, reprise par Mainguet, 1984, puis modifiée).

tions aérologiques sont marquées dans les basses couches de l'atmosphère (850 hPa), par l'influence des hautes pressions subtropicales continentales du Sahara et de l'Arabie. La circulation est marquée au nord de l'équateur météorologique par les alizés de secteur nord-est caractérisés par la température de l'air élevée et par une faible valeur d'humidité relative inférieure à 50 %. Sur cet espace, la pluviométrie moyenne annuelle varie du simple au double entre 1600 mm à la station de Obo au sud à 800 mm à Birao au nord.

Cet article tente d'analyser les fortes pluies sur l'espace centrafricain en estimant leurs durées de retour. La prise en compte des événements pluvieux exceptionnels est nécessaire pour évaluer les risques climatiques par rapport aux différents secteurs d'activité. En hydrologie, par exemple, les valeurs extrêmes de la pluviométrie journalière sont utilisées pour prévoir les crues potentielles et pour permettre notamment le dimensionnement des évacuations d'eau (Mizrahi, 1998). En agrométéorologie, on tente de prévoir les fortes pluies qui peuvent causer des dégâts aux cultures.

Cette recherche présente les données et méthodes puis estime les durées de retour des valeurs extrêmes des précipitations avant de montrer leur spatialisation

## 1. Données et méthodes d'études

Les données pluviométriques journalières utilisées nous ont été fournies pour partie par le C IRAD -AMIS de Montpellier. Il faut noter qu'en Centrafrique, la rareté des données climatologiques est un fait majeur. Quand elles existent, elles comportent de nombreuses lacunes et leur fiabilité est problématique. Ainsi, un travail de comparaison et d'élimination a été opéré pour homogénéiser les séries (Bigot et *al.* 1994). Finalement, nous avons travaillé sur la période 1951 à 1990, commune à trente six stations.

La méthode utilisée ici est basée sur la méthode du maximum de vraisemblance (Sneyers, 1975) pour l'ajustement de la loi de Gumbel. D'après Mizrahi (1998), cette méthode permet d'obtenir des résultats moins dépendants de la période d'étude. Mais son inconvénient est de fournir des valeurs relativement modérées pour les durées de retour élevées. L'analyse a permis de retenir 40 maxima journaliers annuels correspondant aux 36 stations étudiées fournissant pour chaque station une

fréquence expérimentale  $F_e(x)$ . Celle-ci traduit la probabilité de non-dépassement de la valeur pluviométrique  $x$  en 1 an. L'ajustement consiste à déterminer par la méthode de Kimball pour chaque station, la loi théorique  $F$  la plus proche possible de  $F_e$ . A partir de  $F$ , la durée de retour ( $T$ ) d'une valeur pluviométrique  $x$  (en année) est alors par définition :

$$T = \frac{1}{1 - F(x)}$$

C'est à dire la période moyenne qui s'écoule entre deux dépassements de  $x$ .

L'étude des valeurs extrêmes a permis de montrer que cette loi  $F(x)$  pouvait s'écrire sous la forme :

$$F(x) = e^{-e^{-\lambda(x-u)^\alpha}} \quad (\text{Gumbel, 1958 ; Sneyers, 1975 ; Zahar et al. 1999}).$$

## 2. Résultats

### 2.1. Validation statistique de l'ajustement de la loi de Gumbel : méthode du maximum de vraisemblance

Cet ajustement a permis d'obtenir de meilleurs résultats sur l'ensemble des stations étudiées pour de faibles durées de retour de 2, 5 et 10 ans. En revanche, pour des durées de retour élevées de 50 et 100 ans, les valeurs attendues sont relativement basses. C'est le cas par exemple sur la **figure 2a** où les cinq maxima journaliers les plus élevés de la station d'Obo se distinguent nettement des autres maxima. Ainsi, pour cette station, les valeurs correspondant à des durées de retour supérieures à 10 ans sont quelque peu sous-estimées. Ce n'est pas le cas à la station de Bouar où le maximum est au contraire inférieur à ce qu'on aurait pu estimer au vu de l'ajustement. Dans la plupart des stations,

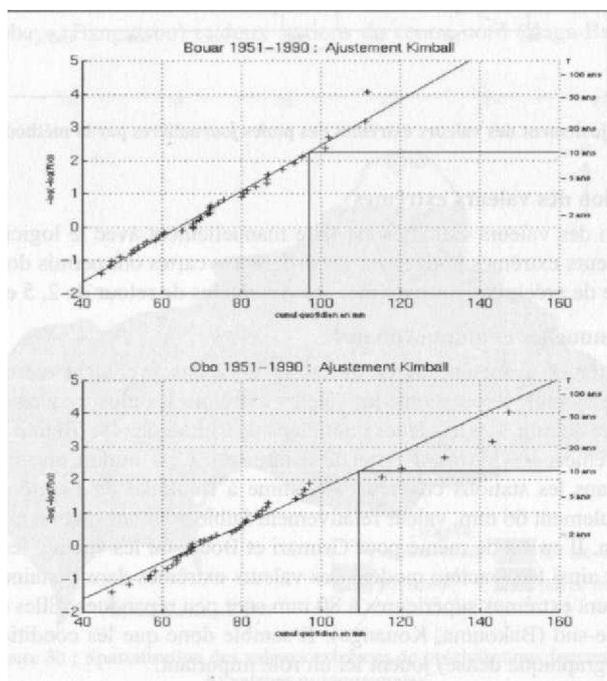


Figure 2a : Ajustement des valeurs extrêmes des pluies journalières par la méthode de Kimball.

celui-ci est plus proche de l'observation, comme à la station de Ndélé et dans celle de Bossangoa (**figure 2b**). Dans les stations du Nord, domaine où la pluviométrie est bien moins régulière, on remarque une forte concentration des valeurs extrêmes de pluie entre 50 et 80 mm pour une durée de retour de 2 ans (**figure 2b**, Ndélé, Bossangoa). Cette situation traduit le caractère orageux des averses liées aux phénomènes de convection et/ou à la convergence entre le flux humide issu du sud-ouest et le flux sec provenant du nord-est.

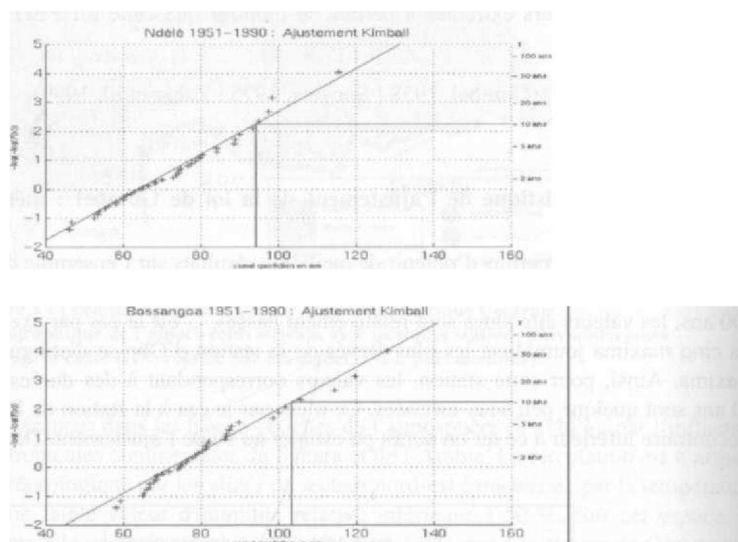


Figure 2b : Ajustement des valeurs extrêmes des pluies journalières par la méthode de Kimball.

## 2.2. La spatialisation des valeurs extrêmes

La spatialisation des valeurs extrêmes est faite manuellement avec le logiciel Adobe Illustrator version 9.0. Les valeurs extrêmes portées sur les différentes cartes ont permis donc de distinguer des régions à fort risque de précipitations extrêmes sur des durées de retour de 2, 5 et 10 ans.

### 2.2.1. Valeurs bi-annuelles et quinquennales

Les valeurs extrêmes ayant une durée de retour de 2 ans se situent entre 62 mm et 85 mm (**figure 3a**). Pour l'ensemble des stations, les valeurs extrêmes les plus fréquemment observées sont comprises entre 70 et 80 mm. Les extrêmes quotidiens de l'ordre de 60 à 70 mm sont irrégulièrement répartis entre l'extrême ouest, le nord-est et le centre-sud. Cela traduit une faiblesse relative des extrêmes absolus dans les stations concernées, comme à Boukoko où l'extrême quotidien le plus important atteint seulement 66 mm, valeur relativement faible pour une station qui reçoit en moyenne plus de 1600 mm/an. Il en est de même pour Grimari et Bouar où les valeurs respectives sont de 62 et 67 mm marquant ainsi le caractère modéré des valeurs extrêmes dans certaines stations du sud et de l'ouest. Les valeurs extrêmes supérieures à 80 mm sont peu répandues. Elles concernent le centre (Bakala) et le centre-sud (Bakouma, Kouango). Il semble donc que les conditions locales (massifs isolés, réseau hydrographique dense) jouent ici un rôle important.

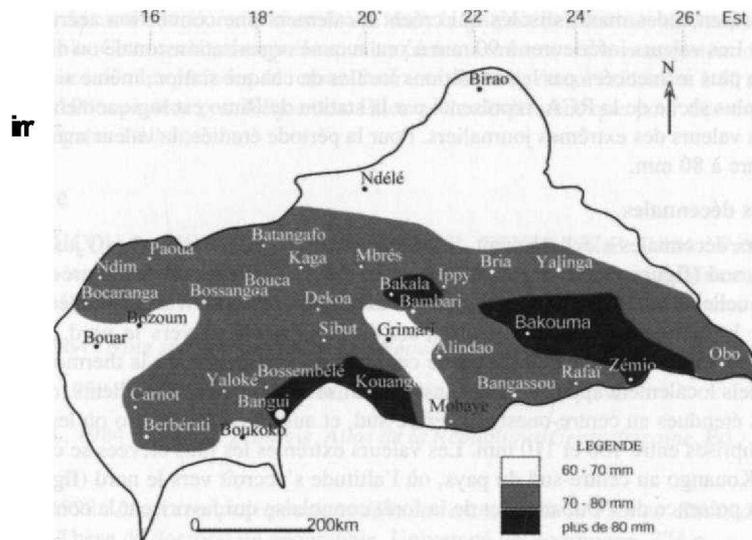


Figure 3a : Spatialisation des valeurs extrêmes de précipitations journalières  
a) valeurs bi-annuelles.

Les valeurs quinquennales sont comprises entre 107 mm et 76 mm (figure 3b). Pour cette durée de retour, on constate que la majeure partie de l'espace reçoit des extrêmes de l'ordre de 90 à 100 mm. Les valeurs supérieures à 100 mm sont assez peu représentées et ne concernent que trois stations du sud (Kouango, Mobaye, Bangassou) et deux stations du centre-nord (Kaga-Bandoro et Bakala) en

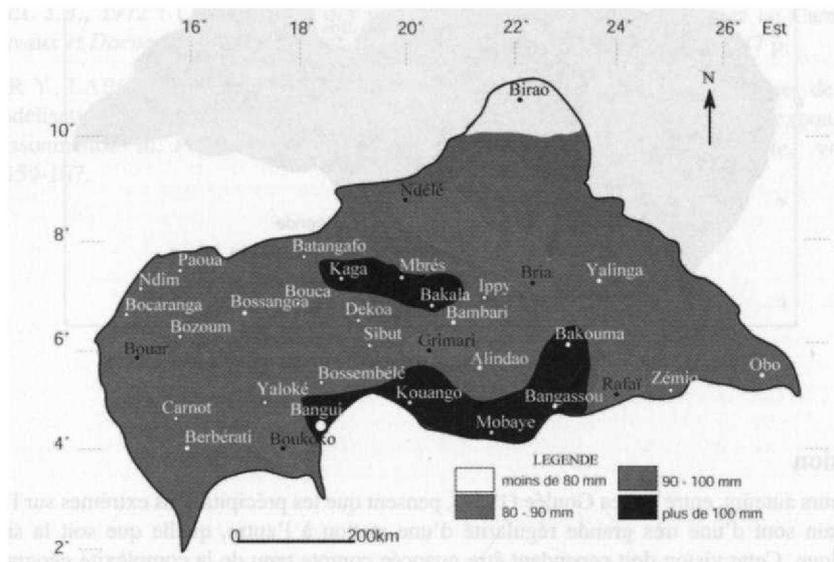


Figure 3b : Spatialisation des valeurs extrêmes de précipitations journalières  
b) valeurs quinquennales.

raison de la présence des massifs isolés qui créent localement une convection accrue favorisant de fortes averses. Les valeurs inférieures à 90 mm n'ont aucune organisation zonale ou méridienne. Elles sont beaucoup plus influencées par les conditions locales de chaque station, même si l'extrême nord-est, région la plus sèche de la RCA, représenté par la station de Birao est logiquement caractérisé par de plus faibles valeurs des extrêmes journaliers. Pour la période étudiée, la valeur maximale observée ici est inférieure à 80 mm.

### 2.2.2. Valeurs décennales

Les valeurs décennales s'échelonnent de 88 mm à Birao (extrême nord-est) jusqu'à 128 mm à Bangassou au sud (**figure 3c**). L'organisation spatiale de ces valeurs est assez proche de celle des valeurs bi-annuelles. On remarque bien le gradient méridien provoqué vraisemblablement par l'affaiblissement de la mousson du sud-ouest au cours de sa progression vers le nord. Toutefois, cette logique semble s'effacer au niveau de la partie centrale, où l'influence sur la thermoconvection des massifs résiduels localement appelés "kaga" est bien mise en évidence. Par ailleurs, on retrouve trois régions moins étendues au centre-ouest, au centre-sud, et autour de Batangafo où les valeurs décennales sont comprises entre 100 et 110 mm. Les valeurs extrêmes les plus élevées se concentrent dans le secteur de Kouango au centre-sud du pays, où l'altitude s'accroît vers le nord (**figure 1**), mais où jouent aussi la présence de l'Oubangui et de la forêt congolaise qui favorisent la convection.

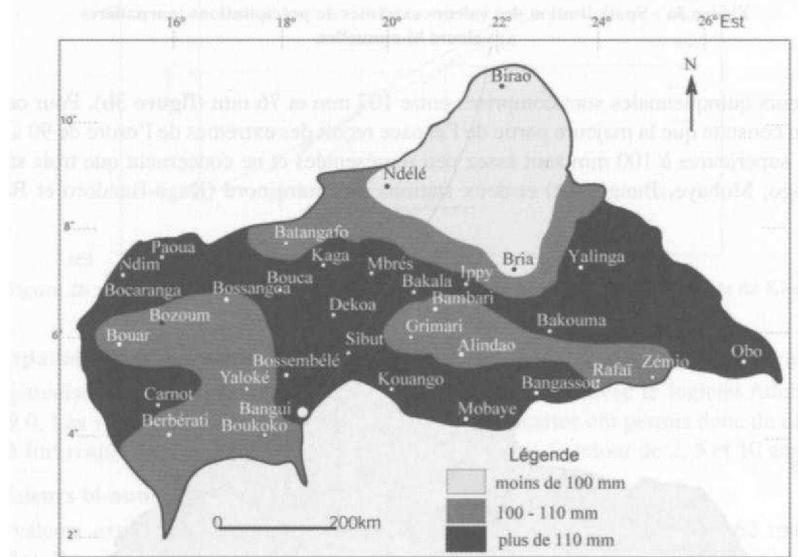


Figure 3c : Spatialisation des valeurs extrêmes de précipitations journalières  
c) valeurs décennales.

## Conclusion

Plusieurs auteurs, entre autres Goulée (1964), pensent que les précipitations extrêmes sur l'espace centrafricain sont d'une très grande régularité d'une station à l'autre, quelle que soit la situation géographique. Cette vision doit cependant être nuancée compte tenu de la complexité géographique de l'espace étudié. Les fortes pluies peuvent avoir des origines diverses liées au passage d'un nuage pluvio-orageux, d'une ligne de grains ou encore d'une pluie de mousson. Nos résultats sont en accord avec ceux de J.C. Olivry (1986) au Cameroun et de D. Sighomnou et al. (1993). Les précipitations

liées aux pluies de mousson, comme c'est le cas dans la plupart des stations du sud, sont d'intensité relativement faible. Cette recherche révèle que les pluies extrêmes ne se manifestent donc pas d'une manière identique selon les périodes de retour. Pour une durée de retour inférieure à 10 ans, les valeurs journalières de 100 mm sont peu fréquentes. Elles ne le deviennent que pour des durées de retour supérieures ou égales à 10 ans.

### **Bibliographie**

- BIGOT S., ROUCOU P., MORON V., CAMBERLIN P., FONTAINE B., 1994 : Présentation d'un fichier de précipitations mensuelles en points de grille sur la zone tropicale africaine et sud-américaine (1951-1990). *Ateliers de Modélisation de l'Atmosphère*. Toulouse, France, p. 435-442.
- GOULEE A., 1964 : *Note sur la pluviométrie en République Centrafricaine*. ASECNA, Bangui, 92 p.
- GUMBEL E.J., 1958 : *Statistics of extremes*, University Press, OH, USA.
- MAINGUET M., 1984 : *Relief et géologie. Atlas de la République Centrafricaine*. Ed ; Jeune Afrique, p. 8-11.
- MIZRAHI F., 1998 : *Les fortes précipitations dans le centre-est de la France. Etude de climatologie synoptique*. Thèse de doctorat de géographie. Université de Bourgogne, 274 p.
- OLIVRY J.C., 1986 : Fleuves et rivières du Cameroun. Collection « *Monographies Hydrologiques ORSTOM* » n° 9. MESURES - ORSTOM, Paris, 733 p.
- SIGHOMNOU D., SIGHA NKAMDJOU., GREGORY TANYILEKE, 1993 : Les fortes pluies de la région du mont Cameroun : le cas d'Idenau. *La Météorologie* 8<sup>ème</sup> série n° 2, p. 41-47.
- SNEYERS R., 1975 : *Sur l'analyse statistique des séries d'observation*. Note technique n° 143, OMM, n° 415, Genève 192 p.
- SUCHEL J.B., 1972 : La répartition des pluies et les régimes pluviométriques au Cameroun. In *Travaux et Documents de géographie tropicale* n° 5, juillet, CEGET/CNRS 287 p.
- ZAHAR Y, LABORDE J.P., BENZARTI Z., 1999 : Les pluies journalières extrêmes de Tunisie : Modélisation statistique par la combinaison de deux populations de distributions exponentielle et poissonnienne. In, *Publication de l'Association Internationale de Climatologie*, vol. n° 12, p. 159-167.