

L'ÉVOLUTION DES TEMPERATURES DANS LE SUD DU CONGO - BRAZZAVILLE (1950-1998)

M. MPOUNZA, G. SAMBA, C. BOUKA BIONA
ET M. MASSOUANGUI-KIFOUALA

*Centre de recherches sur les Tropiques humides
Université Marien Ngouahi, BP 3069 Brazzaville - Congo,
E-mail : crth_umng@yahoo.fr*

Résumé

Les latitudes équatoriales, considérées comme des zones de faibles amplitudes thermiques, montrent quand même sur une période de 1950 à 1998, une augmentation des températures. Cette étude montre que l'évolution est parfaitement en phase avec ce qui s'observe à l'échelle globale. Dans une zone climatique homogène (2° et 5° S), les observations des 30 dernières années présentent toutes à la fois une augmentation à partir de 1980. La rupture des séries a été déterminée par le test de Mann-Kendall avec des niveaux de signification variant d'une station à l'autre. Ainsi, on observe dans les années 1980 une généralisation et une hausse pouvant atteindre plus de 0,5°C. Seules quelques régions des plateaux (Batéké et Bembé) apparaissent comme moins touchées. On note aussi que cette hausse se manifeste plus tôt pour les températures maximales que minimales avec un décalage de 2 à 3 ans. Du fait de l'augmentation plus rapide des températures minimales, les amplitudes des températures diurnes (ATD) mettent en évidence le réchauffement beaucoup plus en zones urbaines qu'en zones rurales.

Abstract

Equatorial latitudes, considered as weak thermal amplitude zones, show nevertheless over a period 1951 to 1998 an increase of temperature. This evolution is perfectly in phase with that is observed at global scale. In an homogeneous zone (2° and 5°S), all observations of 30 last years present increased various temperatures since 1980. The breaking-down year has been determined by using the test of Mann-Kendall with significance levels varying. One also notes that this rise appears early for the maximal temperatures comparatively to the minimal temperatures with a time lag of 2 or 3 years. But these minimal temperatures increase more quickly. Because of the most rapid increasing of minimal temperatures, the diurnal temperature range (DTR) put in obviousness the warming far more in urban areas than in rural stations.

Mots-clés : Congo-Brazzaville, évolution des températures, amplitude des températures diurnes.

Keywords : Congo-Brazzaville, evolution of temperatures, diurnal temperature range.

Introduction

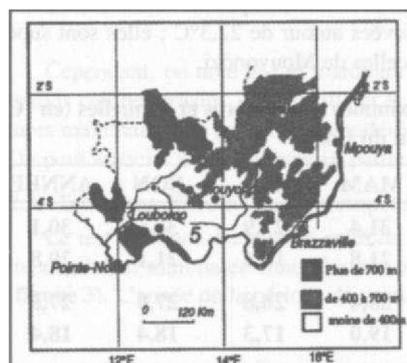
Depuis 1993, l'Organisation Météorologique Mondiale (OMM) donne l'évolution de la température comme information scientifique pour le climat. Les observations disponibles depuis plus d'un siècle montrent que la température globale de l'atmosphère terrestre a augmenté de 0,3 à 0,6°C. La plus grande partie de ce réchauffement est intervenue au cours des quarante dernières années (IPCC, 1990, 2001, GIEC, 1997).

Ainsi, l'intérêt du présent travail est d'apprécier la variabilité et l'évolution des températures au Sud du Congo, situé entre 2° et 5° de latitude Sud et entre 11° et 16° de longitude Est (**figure 1**). Il est question de rechercher la sensibilité du Sud-Congo par rapport au réchauffement global constaté à partir d'analyse des séries de températures extrêmes : recherche des tendances, des ruptures possibles des séries. La connaissance des séries de températures de l'air à l'échelle spatiale fine permet d'établir la relation entre le poids des facteurs géographiques et la variabilité interannuelle des paramètres

températures. Après une rapide présentation des données et des méthodes utilisées, une seconde section présente les principaux résultats.

1. Données et Méthodes

Les données de températures de l'air sous abri au pas temps mensuel sur la période janvier 1950 à décembre 1998 utilisées sont extraites dans la base de données du C RTH (Centre de Recherches sur les Tropiques Humides) de l'Université Marien Ngouabi de Brazzaville (Congo). Le réseau des stations synoptiques utilisé est celui de la Météorologie Nationale (**figure 1**). La première étape du traitement des données a consisté à vérifier la cohérence spatiale des moyennes mensuelles des températures minimales et maximales. Les valeurs manquantes ont été reconstituées à partir des régressions multiples entre les stations. Par ailleurs, nous avons examiné l'évolution interannuelle du cycle diurne des températures ou amplitudes des températures diurnes (ATD) : $T_{max} - T_{min}$ (Nicholls et al., 1996). Sur la base des données mensuelles, l'étude de l'homogénéité relative des séries a été réalisée avec le test non-paramétrique dit test de tendance de Mann-Kendall, test qui permet de détecter la tendance et les années de rupture des séries (Sneyers, 1975 et Vandiepenbeeck, 1995).



- 1 La Cheine du Mayombe
- 2 Le massif du chaillu
- 3 Les plateaux Batéké
- 4 Le plateau des cataractes
- 5 La vallée du Niari

Figure 1 : Localisation du Sud du Congo et les différentes stations utilisées.

2. Résultats

2.1. Organisation spatiale des températures maximales et minimales

Les températures maximales annuelles d'une façon générale ne sont pas très élevées, elles varient de 27°C à 31°C (**tableau 1**). Toutefois, les valeurs maximales les plus importantes sont observées à la station de M'pouya (31°C) et de Brazzaville (30,1°C). Par contre, les valeurs maximales les plus basses sont enregistrées à Sibiti (27°C), à Djambala (27,5°C) et à Mouyondzi (28°C). Les températures minimales annuelles sont comprises entre 18,4°C et 21,9°C. Les plus fortes valeurs sont enregistrées à Pointe-Noire et à Dolisie (Loubomo), et les basses valeurs à Djambala (18,4°C).

La saison décembre-janvier-février (DJF) présente des températures maximales caractérisées par des valeurs relativement élevées par exemple à M'pouya (30,7°C) et à Dolisie (30,1 °C). Cependant, la station de Djambala, de Sibiti et de Mouyondzi ont des moyennes inférieures à 29°C. Les températures minimales sont pendant cette saison DJF inégalement réparties au sud du Congo. Les stations de Pointe-Noire (23,2°C), de Dolisie (21,9°C) et de Brazzaville (21,6°C) sont les plus chaudes. Tandis que Djambala (18,7°C), Sibiti (20,1°C) et Mouyondzi (20,1°C) sont considérées comme les moins chaudes. La saison mars-avril-mai (MAM) est la plus chaude de l'année. Les stations de M'pouya et Brazzaville sur la rive droite du fleuve Congo sont celles qui enregistrent les valeurs des températures maximales les plus élevées. Elles enregistrent respectivement 31,7°C et 31,4°C. A ces stations s'ajoutent celle de Dolisie dans la vallée du Niari avec des températures maximales de 30,7°C. Les

températures maximales les plus basses sont enregistrées sur les plateaux Bembé avec la station de Mouyondzi (29,4°C) et Batéké (à Djambala) avec des valeurs de 28,4°C. Les valeurs des températures minimales ont une organisation spatiale comparable à celle de la saison DJF, elles atteignent rarement 24°C. Pointe-Noire, Dolisie et Brazzaville ont des températures minimales qui sont plus élevées à 21°C. Alors que, Djambala, Sibiti et Mouyondzi situées dans les zones des plateaux ont des températures minimales qui sont inférieures à 22°C. Ces températures ne sont donc pas uniformes. Les températures maximales de la saison juin-juillet-août (JJA), sont les moins élevées. Elles varient entre 24°C et 30,9°C. M'pouya est la station la plus chaude au cours de cette saison avec 30,9°C. Les températures minimales de la même saison se caractérisent par des valeurs qui dépassent difficilement 19°C, seule la station de M'pouya a des valeurs plus élevées de l'ordre de 19,6°C. Les stations de Sibiti (17,4°C), de Djambala (17,3°C) et de Mouyondzi (17,3°C) ont presque les mêmes valeurs moyennes. Il en est de même pour Pointe-Noire, Dolisie et Brazzaville qui ont respectivement 19°C, 18, 7°C et 18,6°C. La saison de JJA est la plus fraîche de l'année. Les températures maximales de la saison septembre-octobre-novembre (SON) sont relativement élevées au cours de cette seconde saison la plus chaude. M'pouya et Brazzaville avec 30,5°C, sont considérées comme les stations les plus chaudes pendant cette saison, alors que Djambala et Sibiti avec des températures supérieures 27°C sont considérées comme les stations les moins chaudes. Pour les températures minimales c'est Pointe-Noire sur le littoral, qui présente les valeurs plus élevées autour de 22,3°C ; elles sont supérieures de l'ordre de 4°C à celles de Djambala et de 3°C à celles de Mouyondzi.

Tableau 1 : Moyennes des températures minimales et maximales saisonnières et annuelles (en °C) des différentes stations du Sud du Congo.

Station	Altitude (m)		DJF	MAM	JJA	SON	ANNEE
Brazzaville	314	$T_{max.}$	30,7	31,4	27,9	30,5	30,1
		$T_{min.}$	21,6	21,8	18,6	21,1	20,8
Djambala	789	$T_{max.}$	27,6	28,4	26,8	27,0	27,5
		$T_{min.}$	18,7	19,0	17,3	18,4	18,4
Dolisie	357	$T_{max.}$	30,1	30,7	26,4	29,0	29,1
		$T_{min.}$	21,9	21,9	18,7	21,1	20,9
Mouyondzi	511	$T_{max.}$	28,5	29,4	25,8	28,3	28,0
		$T_{min.}$	20,1	20,3	17,3	19,6	19,3
M'pouya	311	$T_{max.}$	30,7	31,7	30,9	30,5	31,0
		$T_{min.}$	20,9	21,3	19,6	20,8	20,6
Pointe-Noire	17	$T_{max.}$	29,6	30,0	25,6	27,6	28,2
		$T_{min.}$	23,2	23,3	19,0	22,3	21,9
Sibiti	535	$T_{max.}$	28,1	28,7	24,0	27,2	27,0
		$T_{min.}$	20,1	20,3	17,4	19,4	19,3

2.2. Evolution des anomalies des températures

L'évolution des anomalies des températures maximales et minimales annuelles représentées sur la **figure 2**, montre deux périodes entre 1950 et 1998 sur l'ensemble des séries du sud du Congo. Une période avant 1970 au cours de laquelle la région est caractérisée par des températures modérées symbolisées par des anomalies négatives ; une période post-70 marquée par un réchauffement généralisé par des anomalies positives.

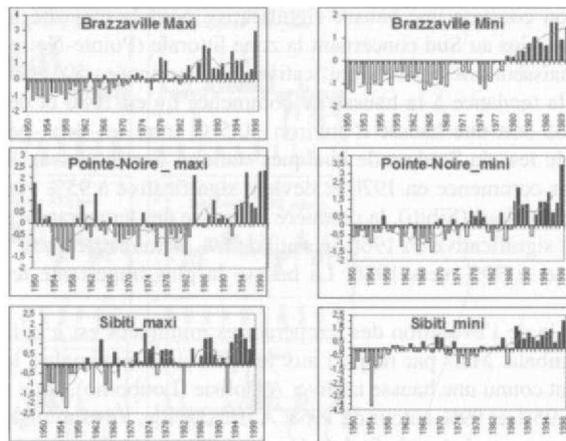


Figure 2 : Anomalies des températures extrêmes de l'air pour les stations du sud pour la période 1950-1998.

Cependant, on note le fait marquant relatif à une tendance à la hausse plus importante dans les grands centres urbains, Brazzaville et Pointe-Noire. La station rurale qui présente pour les températures maximales une hausse plus modérée est Mouyondzi et, dans les températures minimales, Sibiti. On peut associer à cette hausse en partie des effets anthropiques.

2.3. Tendence d'évolution des températures annuelles

Le test de Mann-Kendall et celui de Student appliqués aux séries chronologies des températures maximales et minimales annuelles ont permis de détecter la tendance significative au seuil de 5% (figure 3). L'année où la période de rupture est déterminée en utilisant la courbe directe et rétrograde.

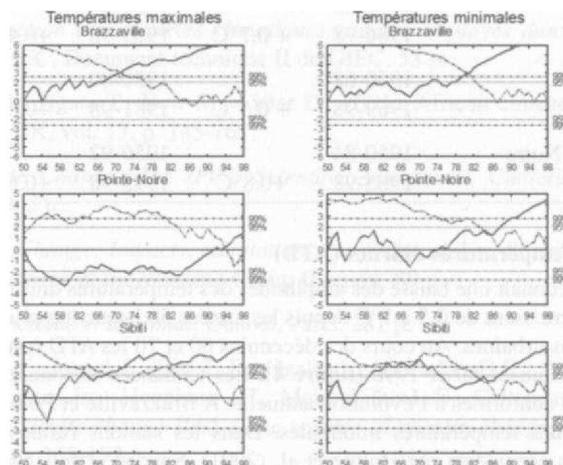


Figure 3 : Tendence d'évolution des températures de l'air par le test Mann-Kendall. Le trait plein est la courbe directe et le tiret la courbe rétrograde.

Avec ces techniques, on constate une hausse significative pour la majorité des stations du sud du Congo. Mais les stations plus au Sud concernant la zone littorale (Pointe-Noire) et la Vallée du Niari (Sibiti et Dolisie) connaissent une baisse significative dans les années 50. Dans la Vallée du Niari à l'exemple de Dolisie, la tendance à la hausse ne commence qu'en 1980 et devient significative au seuil de 5% qu'en 1985 soit une hausse d'environ $+0,5^{\circ}\text{C}$ entre les deux périodes. Le **tableau 2** regroupe les résultats du test du Student de quelques stations. Sur le plateau Batéké à Djambala, la hausse des températures commence en 1970 et devient significative à 95% vers 1973 et à 99% vers 1986. Quant à la Vallée du Niari (Sibiti), la première hausse des températures maximales débute en 1958 et celle-ci devient significative en 1968 au seuil de 5%. Brazzaville a une tendance significative tant à 95% vers 1973 et à 99% vers 1986. La hausse la plus importante testée est enregistrée à Brazzaville ($0,7^{\circ}\text{C}$).

La tendance générale de l'évolution des températures minimales est à la hausse excepté sur les plateaux Batéké à Djambala. Mais par rapport aux températures maximales, les températures minimales sont celles qui ont connu une hausse tardive. A Dolisie (Loubomo), cette tendance démarre très tôt et est significative à 95% et 99% autour de 1968. A Brazzaville, l'évolution à la hausse de ces températures est la plus importante de tout le Sud du Congo ; elle est significative à 95 % en 1962 et cette hausse est de $1,1^{\circ}\text{C}$ entre les deux périodes. En dépit de ce décalage, les deux tendances vont dans le même sens. Au niveau de Djambala, la tendance des températures minimales s'oppose à celle des températures maximales. Elle va dans le sens décroissant. Elle est devenue significative au seuil de 95 % en 1972 et à 99 % en 1975.

Tableau 2 : Test de Student sur les sous-périodes définies par le test de Mann-Kendall (1950-1991); correspond à la différence de températures entre deux périodes.

Station	Température minimale		Température maximale	
	Période	A	Période	A
Brazzaville	1950-80		1950-72	
	1981-98	+i,rc	1973-98	+0,7°C
Sibiti	1950-85		1950-68	
	1986-98	+ 0,7°C	1969-98	+0,4°C
Dolisie	1950-68		1950-80	
	1969-98	+ 0,5°C	1981-98	+0,5°C
Pointe-Noire	1950-84		1950-92	
	1985-98	+0,8°C	1993-98	+0,6°C

2.4. Amplitude des Températures diurnes (ATD)

Le Sud du Congo connaît une baisse des amplitudes des températures diurnes (ATD) en moyenne annuelle. Les ATD décroissent de $0,5$ à 1°C depuis les années 50 beaucoup plus dans les stations des grandes agglomérations urbaines. Au cours des décennies 60 et 70 les ATD restent stables, mais elles diminuent pendant les années 80 et 1990 (**figure 4**). Les tendances saisonnières des variations des ATD (**figure 4**) restent conformes à l'évolution annuelle. A Brazzaville et Pointe-Noire, elles suivent la hausse importante des températures minimales. Dans les stations rurales la tendance est à la stabilité. Pour les pays considérés par Hulme et al, (2001), Soudan, Zimbabwe, Afrique du Sud, la moyenne annuelle des ATD décroît dans les mêmes proportions, à l'exception de l'Éthiopie.

Ainsi, la tendance à la baisse des ATD résulterait de l'urbanisation. En effet, les stations météorologiques de Brazzaville et Pointe-Noire se sont retrouvées progressivement au centre des agglomérations urbaines influencées par les activités humaines. A la différence des stations rurales, les ATD sont relativement stables.

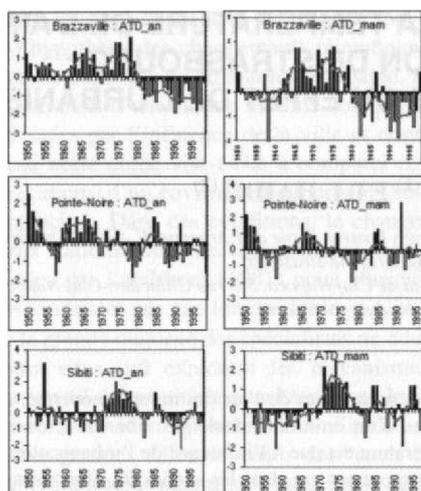


Figure 4 : Moyenne annuelle des amplitudes de température de l'air diurne ($T_{max} - T_{min}$) pour les stations du Sud.

Conclusion

En dépit de leur disparité spatiale, les températures de l'air au Sud du Congo sont à la hausse. Cette hausse démarre tantôt vers les années cinquante (50) tantôt vers les années soixante dix (70). Cependant elle n'a pas la même ampleur dans toutes les stations. L'augmentation des températures la plus importante est enregistrée dans les grandes agglomérations. Elle est liée à l'effet de l'urbanisation, car le comportement des ATD met en évidence les stations des zones urbaines. Pendant la période juin à août les ATD diminuent, à cause du relèvement des températures minimales de l'air.

Bibliographie

- GIEC, 1997 : *Introduction aux modèles climatiques simples employés dans le deuxième rapport d'évaluation du GIEC*, Document technique II du GIEC, 53 p.
- Hulme M. , Doherty R., Ngara T., New M. , Lister D., 2001 : African climate change : 1900-2100. *Climate research*, UK, vol. 17, p. 145-168.
- IPCC, 1990 : *Climate Change: The IPCC Scientific Assessment*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 365 p.
- IPCC, 2001 : *Climate Change: Impacts, adaptation, and Vulnerability*, Summary for policymakers and Technical Summary of the Working Group II report. 89 p.
- Labeyrie J., 1985 : *L'homme et le climat*, Denoël, Paris, 281 p.
- Nicholls N., Gruba G.V., Jouzel J., Karl T. R., Ogallo L. A., Parker D.E., 1996 : Observed climate variability and change. In : Houghton J.T., Meiro Filho L. G., Callendar B.A., Kattenburg A, Maskell K. (eds) *Climate change 1995 : The science of climate change*. Cambridge University Press, Cambridge, p. 133-192.
- Sneyers R., 1975 : *L'analyse statistique des séries d'observations*. Note technique n° 143, O M M - N°415, Genève - Suisse, 192 p.
- Vandiepenbeeck M. , 1995 : Détection pratique de changement de climat dans le cas d'une alternative au caractère aléatoire. *Publ. de F Assoc. Intern. de climatologie.*, vol. 8, p. 116-124.