

ÉVOLUTION DU CLIMAT ET TOURISME DANS LA COMMUNE DE GRAND-POPO AU BÉNIN (AFRIQUE DE L'OUEST)

BESSAN M. V.¹, BOKO N. P. M.¹, VISSIN E. W.¹

¹Laboratoire Pierre PAGNEY, Climat, Eau, Ecosystèmes et Développement (LACEEDE), Université d'Abomey-Calavi, 03BP : 112 Calavi, Bénin, [modesbessan@yahoo.fr ; boko2za@yahoo.fr ; exlaure@yahoo.fr]

Résumé - Ce travail vise à mettre en exergue les effets des phénomènes pluviométriques et thermométriques extrêmes sur les activités touristiques à Grand-Popo. La démarche méthodologique est focalisée sur la caractérisation de ces événements extrêmes à partir de 15 indices compilés pour les données de température et de précipitation à une échelle journalière sur la période 1960 à 2012. Ces données sont appuyées par des informations sur les flux touristiques du milieu. Les résultats montrent que les précipitations totales annuelles et la fréquence des événements pluviométriques intenses sont légèrement en baisse. Mais cette baisse n'est pas statiquement significative pour être favorable aux activités touristiques. Paradoxalement, les températures ont connu une hausse de 0,5 °C en moyenne, condition plus ou moins favorable pour le tourisme balnéaire. Il semble donc évident que les phénomènes climatiques affectent l'économie béninoise par le biais du tourisme.

Mots-clés: Grand-Popo, phénomènes extrêmes, activités touristiques, pluviométrie et thermométrie.

Abstract - *Extreme phenomena and tourisms at Grand Popo in Benin (West Africa)*. This work aims at putting forward the effects of the pluviometric phenomena and thermometric extremes on the tourist activities at Grand-Popo. The methodological step is focused on the characterization of these extreme events starting from 8 indices compiled for the data of daily temperature and of precipitation over the period 1960 to 2012, these data are supported information on tourist flows of the medium. The results show that annual total precipitations and the frequency of the intense pluviometric events are slightly in drop. But this drop is not statically significant to be favorable to the tourist activities. Paradoxically, the temperatures know a rise of 0, 5°C on average. Conditions are more or less favorable for balneal tourism. It thus seems obvious that the climatic phenomena affect the economy Beninese by the means of tourism.

Keywords: Grand-Popo, extreme phenomena, tourist activities, pluviometry and thermometry.

Introduction

L'évolution du climat est un facteur déterminant dans les activités touristiques et récréatives (Besancenot *et al.*, 1978 ; Błażejczyk *et al.*, 2007 ; Scott *et al.*, 2008). En effet, elle influence autant sur le « quand » voyager que sur le « où » voyager (Boko, 2014) et surtout sur la satisfaction du touriste (Pagney, 1995). Or la réalité des changements climatiques est maintenant sans équivoque. Qui plus est, les études du GIEC et les scénarii annoncent plutôt un futur peu optimiste voir très pessimiste pour les trois piliers du développement durable (économique, social et environnementale) à travers le monde. Pour plusieurs auteurs, on observera avec les conditions climatiques futures un changement des destinations touristiques (Gössling, 2002 ; Amelung *et al.*, 2006 ; Céron et Dubois, 2006). Ce qui ne serait pas sans conséquences importantes sur les pays dont l'économie est basée en grande partie sur le tourisme comme le Bénin.

Ce travail s'inscrit d'un côté dans un contexte de constitution de base de données pour la recherche d'adaptation des activités humaines aux changements probables ou possibles du climat. D'un autre côté, sur la base de « connaître le passé pour mieux gérer le futur », cette étude vise à faire ressortir les influences des phénomènes extrêmes sur les activités touristiques dans l'une des Communes à forte potentialité touristique dans le Sud du Bénin : Grand-Popo (figure 1).

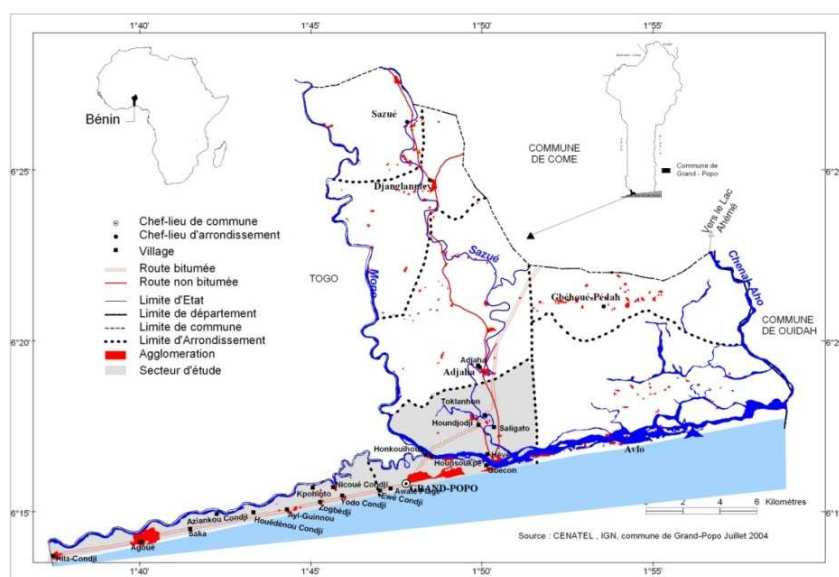


Figure 1. Situation du secteur d'étude

La Commune de Grand Popo est située entre $1^{\circ}36'$ et $1^{\circ}58'$ de longitude Est et $6^{\circ}10'$ et $6^{\circ}28'$ de latitude Nord. Elle s'étend sur une superficie de 289 km². Ces atouts touristiques prennent en compte les belles plages, les activités de maraichages, l'embouchure du fleuve mono (Boca del Rio), sans oublier les mangroves le long de la Lagune de Grand-Popo.

1. Données

Les données utilisées sont les statistiques climatologiques (températures et précipitations) à l'échelle journalière sur la période de 1960 à 2012 sur les stations de Cotonou (station synoptique) et de Grand-Popo (poste pluviométrique). Ces données sont extraites des fichiers de l'ASECNA, complétées par des informations sur les formes de tourisme dans la Commune.

2. Méthodes

2.1. Indices de précipitations extrêmes

Les valeurs seuils de précipitations calculées à partir des percentiles sont présentées dans le tableau 1.

Tableau 1. Indices utilisés dans l'analyse des événements climatiques extrêmes (cas des précipitations extrêmes)

N°	ACRONYME	NOM DE L'INDICE	DEFINITION	UNITE
1	PTOT	Précipitations annuelles	Précipitations totales annuelles	[mm]
2	JP	Jours de pluie	Nombre total de jours humides (≥ 1 mm)	[jours]
3	SDII	<i>Simple day intensity index</i>	Lame d'eau moyenne précipitée par jour de pluie	[mm/jour]
4	P10	Fréquence des pluies ≥ 10 mm	Nombre de jours avec des précipitations ≥ 10 mm	[jours]
5	P20	Fréquence des pluies ≥ 20 mm	Nombre de jours avec des précipitations ≥ 20 mm	[jours]
6	Px1J	Pluie maximale quotidienne	Précipitation maximale quotidienne	[mm]
7	P95p	Fréquence des pluies intenses	Nombre de jours avec des précipitations $\geq 95^{\text{e}}$ percentile	[jours]
8	P99p	Fréquence des pluies extrêmes	Nombre de jours avec des précipitations $\geq 99^{\text{e}}$ percentile	[jours]

Source : Mahamoud et al., 2013

Les indices utilisés pour déterminer les événements pluviométriques sont au nombre et de huit (8). Il y a : le total pluviométrique (PTOT), le nombre total de jours humides (précipitations ≥ 1 mm, JP), la lame d'eau moyenne précipitée par jour humide (*Simple day intensity index*, SDII), le nombre total de jours caractérisés par des précipitations ≥ 10 mm et ≥ 20 mm (P10 et P20), la pluviométrie maximale enregistrée sur 1 jour (Px1J), la fréquence des événements pluviométriques intenses (P95p) et extrêmes (P99p) basés sur les 95^e et 99^e percentiles.

2.2. Indices de températures extrêmes

Le tableau 2 fait la synthèse des seuils des percentiles considérés pour le calcul des indices pour déterminer les événements thermométriques.

Tableau 2. Indices utilisés dans l'analyse des événements climatiques extrêmes (cas des températures extrêmes)

N°	ACRONYME	NOM DE L'INDICE	DEFINITION	UNITE
1	TN	Tmin moyenne annuelle	Valeur moyenne annuelle des Tmin quotidiennes	[°C]
2	TX	Tmax moyenne annuelle	Valeur moyenne annuelle des Tmax quotidiennes	[°C]
3	TM	Tmoy moyenne annuelle	Valeur moyenne annuelle des Tmoy quotidiennes	[°C]
4	TX1p	Jour extrêmement frais	Nombre de jours avec Tmax $\leq 1^{\text{er}}$ percentile (25 °C)	[jours]
5	TX5p	Jour frais	Nombre de jours avec Tmax $\leq 5^{\text{e}}$ percentile (26,8 °C)	[jours]
6	TX95p	Jour chaud	Nombre de jours avec Tmax $\geq 95^{\text{e}}$ percentile (33 °C)	[jours]
7	TX99p	Jour extrêmement chaud	Nombre de jours avec Tmax $\geq 99^{\text{e}}$ percentile (34 °C)	[jours]

Source : Mahamoud et al., 2013

Sept (7) indices ont permis d'analyser les températures extrêmes. Les trois premiers indices (TN, TX et TM) sont basés sur les valeurs moyennes annuelles des températures minimum, maximum et moyenne afin d'analyser les tendances globales des températures. Les quatre (4) restants sont basés sur les 1^{er}, 5^e, 95^e et 99^e percentiles qui définissent les jours « extrêmement froids », « froids », « chauds », et « extrêmement chauds ». L'ensemble des activités touristiques dans la Commune de Grand-Popo ne se faisant que pendant la journée, les indices de nuits n'ont pas été considérés dans ce travail.

2.3. Analyse des tendances

La méthode de la régression a été utilisée pour la détermination des tendances pluviométriques et thermométriques sur toute la longueur des séries chronologiques de 1960 à 2012. Les tendances sont mises en évidence par une droite de régression de type affine : $y = ax + b$; elle est obtenue par le calcul de la pente « a » qui est un coefficient directeur.

L'existence d'une tendance linéaire (à la hausse ou à la baisse) et de sa significativité est déterminée par le test non paramétrique de Mann (1945) — Kendall (1970).

Si $a > 0$ la tendance est à la hausse et $a < 0$, la tendance est à la baisse. Or quand le P-value est inférieur à Alpha (0,05), la tendance est significative ; tandis qu'elle ne l'est pas quand P-value est supérieur à Alpha (Doukpolo, 2013).

3. Résultats

3.1. Précipitations

La figure 2 montre l'évolution de certains indices de précipitations.

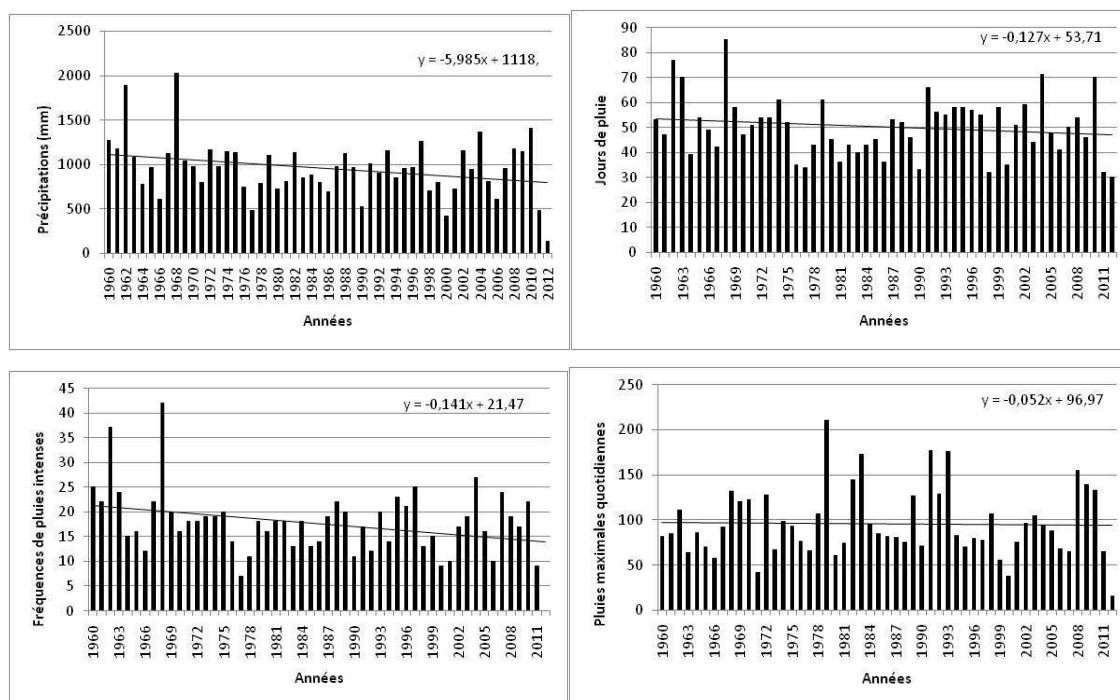


Figure 2. Variation et tendances de PTOT, JP, P_{x1J} et P95p à Grand-Popo (1960-2012).

De l'analyse de cette figure, on retient que la tendance des précipitations est de façon générale à la baisse. Cette baisse des précipitations suppose des périodes favorables pour plusieurs formes de tourisme comme le tourisme de nature et le tourisme balnéaire. D'autant plus que ces formes de tourisme nécessitent une quasi-absence de la pluie ou du moins un faible volume de pluie. Il faut aussi remarquer que même si la fréquence de pluies intenses est en baisse, les pluies maximales n'ont pas pour autant diminué sur la période d'étude.

Le tableau 3 fait la synthèse de la significativité de l'évolution des indices de précipitation à Grand-Popo.

Tableau 3. Analyse des tendances des précipitations de 1960 à 2012

N°	INDICE	MOYENNE 1960-2012	SIGNIFICATIVITE (p)	UNITE
1	PTOT	957,1	0,15	[mm]
2	JP	50,3	0,46	[jours]
3	SDII	2,67	0,13	[mm/jour]
4	P10	27,9	0,06	[jours]
5	P20	17,0	0,11	[jours]
6	P _{x1J}	95,6	0,80	[mm]
7	P95p	17,7	0,08	[jours]
8	P99p	3,5	0,07	[jours]

L'analyse de ce tableau montre que la baisse des précipitations est statistiquement non significative. Pour tous les indices, la baisse n'est pas significative. On peut identifier trois périodes (pré-sécheresse, une période sèche et une période post-sécheresse). Les années 1960 à 1970 correspondent à la période « pré-sécheresse », les années 1970 à 1980 correspondent à une « période sèche ». Il faut noter que cette période est caractérisée par une diminution du nombre de jours de pluie. Et enfin, la période allant de 1980 à 2010 qui correspond à une période « post-sécheresse » ou « humide ».

On retient ici que l'occurrence d'une forte pluie et le nombre de jours pluvieux influencent la demande touristique et occasionnent la réduction des fréquentations touristiques.

3.2. Températures

La figure 3 présente l'évolution des indices des températures extrêmes.

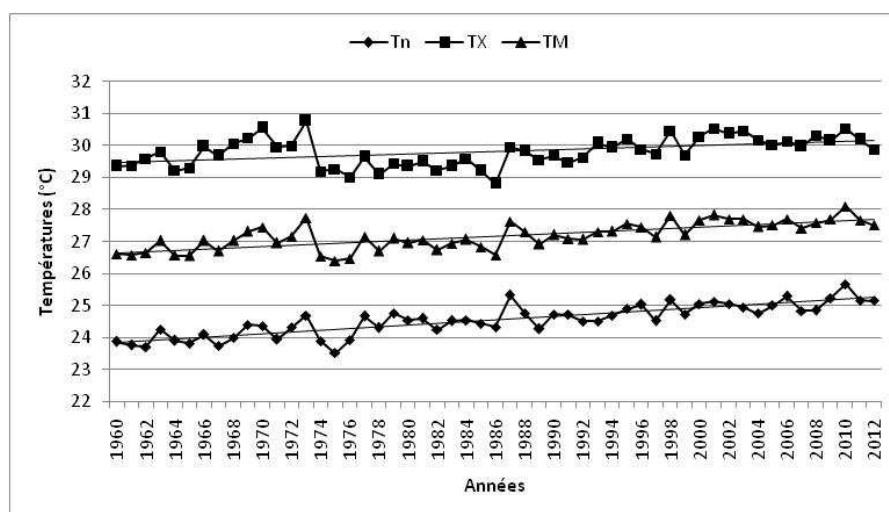


Figure 3. Variation de TN, TX et TM à Grand-Popo de 1960 à 2012

L'analyse des courbes de la figure 3 indique une évolution des températures signe de réchauffement de la Commune de Grand-Popo. En effet, les courbes de tendances sur la figure montrent une évolution des températures minimale, maximale et moyenne annuelles (TN, TX et TM) à la hausse. Cette évolution de la température peut être favorable pour les activités touristiques de dehors (promenade, baignade, équitation, canotage, etc.) d'autant plus que la plupart des touristes préfèrent un climat chaud, mais jusqu'à un certain point.

Le tableau 4 fait la synthèse de la significativité des tendances thermométriques sur la période 1960 et 2012.

Tableau 4. Significativité des tendances des températures de 1960 à 2012

N°	INDICE	MOYENNE 1960-2012	SIGNIFICATIVITE (p)	UNITE
1	TN	24,6	< 0,0001	[°C]
2	TX	29,8	0,000	[°C]
3	TM	27,2	< 0,0001	[°C]
4	TX1p	357,9	0,009	[jours]
5	TX5p	346,9	0,000	[jours]
6	TX95p	20,2	0,008	[jours]
7	TX99p	3,8	0,061	[jours]

L'analyse des résultats de ce tableau permet de dire que la tendance à la hausse des indices de températures extrêmes est très significative. En effet, la température moyenne annuelle a augmenté de 0,56 °C au cours de la période 1960-2012. L'année la plus chaude de toute la série était 2004 avec une température moyenne de 41,2 °C (6,03 °C au-dessus de la moyenne de la série).

Les jours les plus chauds se trouvent dans les années 1960-1970 et les années 1990-2010. Pendant ces deux périodes, le nombre annuel des jours chauds et extrêmement chauds (TX95p, TX99p) a considérablement augmenté. Cette configuration ne facilite pas la tâche aux activités touristiques d'autant plus que des études ont montré que la température journalière optimale pour un touriste serait dans l'intervalle de 21 à 30 °C.

Conclusion

En somme, cette étude montre une baisse de tous les indices de précipitations et une augmentation significative de tous les indices liés aux températures. Cependant l'inexistence des données touristiques à l'échelle journalière n'as pas permis de faire une corrélation avec les phénomènes extrêmes. Mais on peut retenir que ces conditions climatiques ne sont pas de façon générale favorable aux activités touristiques et si la tendance se maintenait, la menace ne se limiterait plus à l'industrie du tourisme, mais aussi au secteur du travail et de la santé et par ricochet à tout le processus du développement durable du pays.

Ce type d'étude permet de formuler des recommandations pour améliorer les activités touristiques, la planification des saisons touristiques tout en tenant compte du facteur climat et enfin et l'estimation des conditions favorables pour les touristes.

Références bibliographiques

- Amelung B., Nicholls S. & Viner D., 2007: Implications of Global Climate Change for Tourism Flows and Seasonality. *Journal of Travel Research*, **45**, pp. 285-296.
- Besancenot J. P., Mounier J. et de Lavenne F., 1978 : Les Conditions Climatiques du Tourisme Littoral, *Norois*, 99, pp. 357-382.
- Błażejczyk K., 2007 : L'analyse du temps comme méthode d'évaluation bioclimatique pour la récréation (in:) *Climat, tourisme et environnement, Actes du colloque de Carthage (Tunisie)* CENAFFE, 3-8 Septembre 2007, pp. 117-121.
- Boko N. P. M., 2014 : *Bioclimats humains et tourisme dans l'espace côtier du Bénin*. Thèse de doctorat unique, Université d'Abomey-Calavi (UAC-Bénin), 245 p.
- Ceron J. P. et Dubois G. 2006 : Changement climatique : changement de destinations ? *Tourisme Environnement Conseil (TEC)*, 10 p.
- Doukpolo B., 2013 : *Changements climatiques et productions agricoles dans l'Ouest de la République Centrafricaine*. Thèse de doctorat unique, Université d'Abomey-Calavi (Bénin), 337 p.
- Gössling S., 2002: Global Environmental Consequences of Tourism. *Global Environmental Change*, **12(4)**: pp. 283-302.
- IPCC, 2007 : *Climate Change 2007: Synthesis Report*. IPCC, Genève, Suisse.
- Kendall M. G., 1970: Rank Correlation Methods, *Hafner Publishing Co.*, New York, pp. 256-249.
- Mahamoud A., Laminou Manzo O. et Ozer P. 2013: Evolution récente des extrêmes pluviométriques et des températures à Djibouti. *Acte du XXVIème colloque de l'Association Internationale de Climatologie*, pp. 354-359.
- Mann H.B., 1945: Nonparametric tests against trend. *Econometrica*, **13**, 245-259.
- Nicholls S., 2006: Climate change, tourism and outdoor recreation in Europe. *Managing Leisure*, **11(3)**, 151-163.
- Pagny P., 1995: Tourisme, climats et bioclimats: Réflexion à propos d'une croisière dans l'Océan Indien. *In Climat et Santé*, n°14, pp. 59-67.
- Scott D., Gössling S., de Freitas C.R., 2008: Preferred climates for tourism: case studies from Canada, New Zealand and Sweden. *Climate Research*, **38**, 61-73.