

ANALYSE DES PHÉNOMÈNES CLIMATIQUES EXTRÊMES DANS LE SUD-EST DU NIGER

KARIMOU BARKÉ M. ⁽¹⁾, AMBOUTA K. ⁽²⁾, SARR B. ⁽³⁾ TYCHON B. ⁽¹⁾

⁽¹⁾Université de Liège / Faculté des Sciences, 157 Avenue de Longwy, B-6700 Arlon, Belgique
msbarke@student.ulg.ac.be, bernard.tychon@ulg.ac.be

⁽²⁾Université Abdou Moumouni / Faculté d'Agronomie, BP 10 960 Niamey, Niger, ambouta.karimou@yahoo.fr

⁽³⁾Centre Régional AGRHYMET, BP 11011 Niamey, Niger, B.Sarr@agrhymet.ne

Résumé – Le climat du Département de Gouré et de Mainé Soroa (sud-est du Niger) est de type saharo-sahélien. Les événements climatiques extrêmes sont des phénomènes météorologiques localisés, à la fois dans l'espace et le temps et qui causent beaucoup de dommages à l'agriculture, à l'élevage et aux ressources naturelles. Afin de qualifier et quantifier régionalement les extrêmes climatiques, l'outil statistique utilisé est la distribution des valeurs extrêmes selon la loi de Gumbel. Ces résultats montrent que l'occurrence des jours et des nuits chauds tend à augmenter et celles des nuits froides à diminuer.

Mots-clés : extrêmes, loi de Gumbel, changement climatique, période de retour, Sud-est Niger.

Abstract – *Analysis of extreme climatic phenomena in the South-East of Niger.* The climate of the Department of Gouré and Mainé Soroa (Southeast of Niger) is of the saharo-sahelian's type. Extreme climatic events are isolated weather phenomena, which coincide in space and time to affect agricultural production, livestock breeding and natural resource stocks. In order to qualify and quantify regionally climate extremes, the statistical tool used is the extreme value distribution according to the Gumbel's law. The results show that the occurrence of warm days and nights tends to increase while cool nights decreases.

Keywords: extreme climatic phenomena, Gumbel's law, climatic change, return period, southeastern Niger.

Introduction

Le Niger, à l'instar des autres pays de l'Afrique de l'Ouest, est très vulnérable au changement climatique. Son climat est de type semi-aride et se caractérise par une grande variabilité interannuelle, avec des difficultés majeures liées pour l'essentiel à la rigueur pluviothermique du climat et à la dégradation de l'environnement, notamment des espaces agro-pastoraux (Ozer *et al.*, 2005 ; Ozer *et al.*, 2009). Les phénomènes climatiques extrêmes commencent à y prendre de l'ampleur (Ly *et al.*, 2013). L'impact souvent désastreux de la variabilité et des extrêmes climatiques au cours des dernières décennies est une bonne illustration de cette vulnérabilité, comme en témoignent les récentes inondations du Fleuve Niger au Niger (Bechler-Carmaux *et al.*, 2000). Les effets néfastes des phénomènes climatiques extrêmes constituent un grand handicap pour le développement du pays en général, et pour les Départements de Gouré et Mainé Soroa localisés dans le sud-est du pays (figure 1) en particulier.

Le présent travail vise donc à analyser l'occurrence de certains phénomènes climatiques extrêmes dans le Sud-est du Niger et leur période de retour de 1936 à 2013.

1. Méthodologie

L'étude utilise les données météorologiques quotidiennes des stations synoptiques de Gouré (10.300°E - 13.983°N) et Mainé Soroa (11.983°E - 13.233°N) pour la pluviométrie, les températures

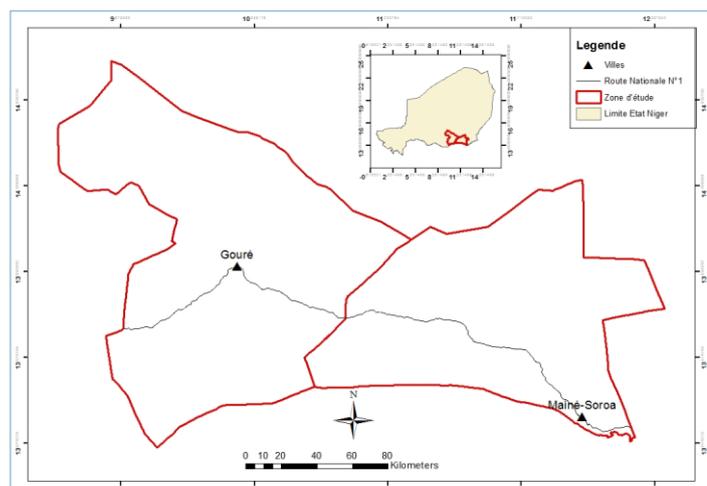


Figure 1. Carte de localisation du Département de Gouré et de Mainé Soroa au Niger.

maximales et minimales, ainsi que les séries tri horaires de la vitesse de vent à 10 m. Les stations synoptiques du réseau national météorologique respectent les normes métrologiques de l'OMM (Ehinger, 1993).

Les séries ont été traitées avec les outils Instat+ v3.30 et rclimindex, respectivement un logiciel d'analyse statistique de données agro-climatologiques et un modèle de simulation agro-météorologique (Roger *et al.*, 2002). Pour analyser les phénomènes climatiques extrêmes, les études recourent très souvent aux 'indicateurs des extrêmes' ou indices.

L'événement climatique extrême ou phénomène climatique extrême représente les queues de distribution (Abdelnour *et al.*, 2005), c'est-à-dire les anomalies météorologiques dont les probabilités d'occurrence sont faibles (par exemple, moins de 10 % d'occurrence). Six indices ont été calculés (tableau 1).

Tableau 1. Description des 6 indices utilisés dans l'analyse des événements climatiques extrêmes au Niger.

Indice	Nom de l'indice	Définition
P_{3p90}	Pluie extrême	Valeur cumulée en 3 jours du 90 ^{ème} percentile des précipitations
TX90	Jour chaud	Valeur du 90 ^{ème} percentile des maxima des températures maximales annuelles
TN90	Nuit chaude	Valeur du 90 ^{ème} percentile des maxima des températures minimales annuelles
TN10	Nuit froide	Valeur du 10 ^{ème} percentile des minima des températures minimales annuelles
VC	Vague de chaleur	Nombre de jours de vague de chaleur (Tx supérieure de 5°C pendant au moins 6 jours à la moyenne quotidienne calculée sur une fenêtre de 5 jours centrée sur la journée)
V90	Vent extrême	Valeur du 90 ^{ème} percentile des vents maximaux annuels

La loi de Gumbel a permis de traiter du comportement stochastique de la queue supérieure ou inférieure de la distribution initiale des paramètres climatiques étudiés, et de définir la période de retour (T) des paramètres climatiques qui peuvent être une contrainte environnementale (Anis, 2010 ; Sauquet *et al.*, 2006).

2. Résultats et discussion

2.1. Analyse des pluies extrêmes

Dans le département de Mainé Soroa, un événement pluvieux est qualifié d'extrême (supérieur au P_{3p90}) s'il atteint 99 mm en trois journées (figure 2) ; dans le département de Gouré, P_{3p90} est atteint lorsqu'on enregistre 107 mm en trois jours.

Ainsi, sur 77 ans, la station représentative du département de Gouré a enregistré huit pluies exceptionnelles cumulées en trois jours (dépassant le P_{3p90}).

Le tableau 2 résume la période de retour de fortes pluies cumulées en trois jours pour les deux stations étudiées. La pluie cumulées ayant une durée de retour de 50 ans correspond à 119 mm à Gouré et à 116 mm à Mainé Soroa.

Par ailleurs, l'application du test de Pettitt sur les cumuls pluviométriques annuels des stations de Gouré et de Mainé Soroa a permis de mettre en évidence un premier point de rupture hautement significatif détecté en 1967, avec un niveau de probabilité de 0,01 pour Mainé Soroa et un niveau inférieur à 0,001 pour Gouré (Karimou Barké, 2008). Ceci traduit le début de la sécheresse dans le Sud-est du Niger. L'application du test aux sous-séries 1936-1967 et 1968-2003 détecte une seconde rupture correspondant à une hausse significative ($\alpha =$

0,012) en 1987 pour Gouré et en 1992 à Mainé Soroa ($\alpha = 0,029$). Ce deuxième point de rupture traduit la fin de la grande sécheresse et un retour depuis les années 90 à des conditions plus humides dans cette partie du Niger oriental (Karimou Barké, 2008 ; Ozer *et al.* 2004). Ces points de ruptures corroborent les fortes valeurs de pluies maximales observées de 1940 à 1960 et de 1992 à 2012 (figure 2).

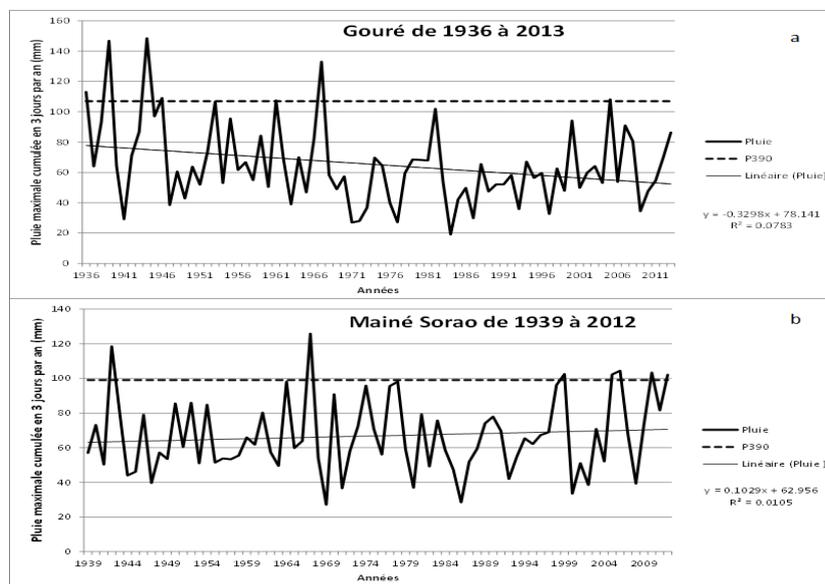


Figure 2 : Évolution des pluies maximales journalières annuelles cumulées en trois jours à la station de Gouré (a) et de Mainé Soroa (b).

Tableau 2. Périodes de retour des pluies maximales annuelles en n jours des stations de Gouré (1936-2007) et de Mainé Soroa (1939-2007).

Période de retour (années)	2	5	10	20	50
Station de Gouré					
Pluies maximales en 3 jours	63	88	104	119	140
Station de Mainé Soroa					
Pluies maximales en 3 jours	61	85	101	116	136

2.2. Evolution des températures maximales et minimales

Dans le sud-est du Niger, on qualifie une température maximale d'extrême (TX90) lorsqu'elle est supérieure ou égale à 45°C à Mainé Soroa et 44,8°C à Gouré (figures 3a et 4a). La température maximale a dépassé la valeur de TX90 pendant 8 jours à Mainé Soroa (1969, 1980, 1981, 1998, 2000, 2005, 2006 et 2010). Appliquée à la série des *minimum minimorum* des températures enregistrées à Mainé Soroa et à Gouré, une nuit est qualifiée de chaude lorsque la température minimale est supérieure à 32,2°C à Mainé Soroa et 32,4 à Gouré. De 1950 à 2010, on enregistre six valeurs records de nuits chaudes à Mainé Soroa, donc 4 enregistrées entre 2001 et 2010 (figures 3b et 4b).

On observe une tendance à la hausse significative des nuits chaudes, des jours chauds et des vagues de chaleurs surtout à partir de 1998. Cette rupture a été validée par le test de Mann-Kendall (Karimou Barké, 2008).

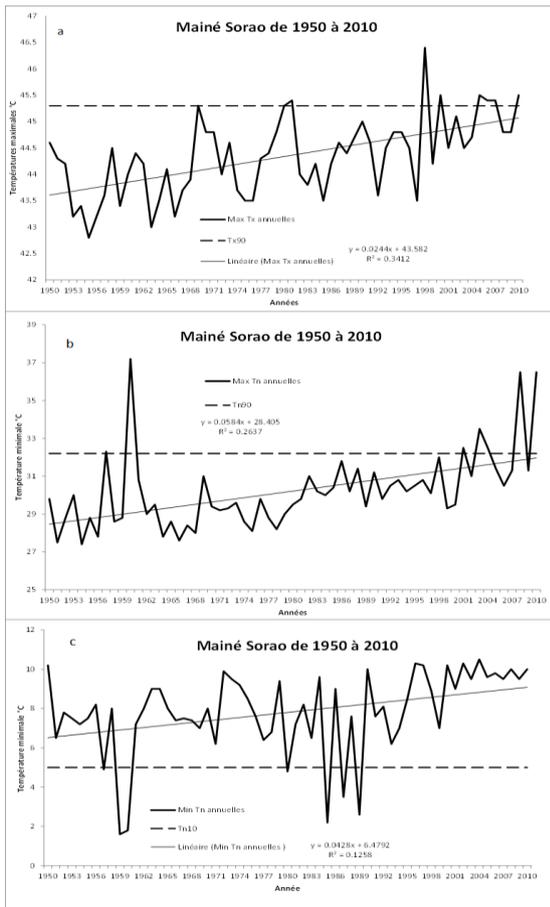


Figure 3. Occurrence des jours chauds (a), des nuits chaudes (b) et des nuits froides (c) à la station de Mainé Soroa (1950-2010).

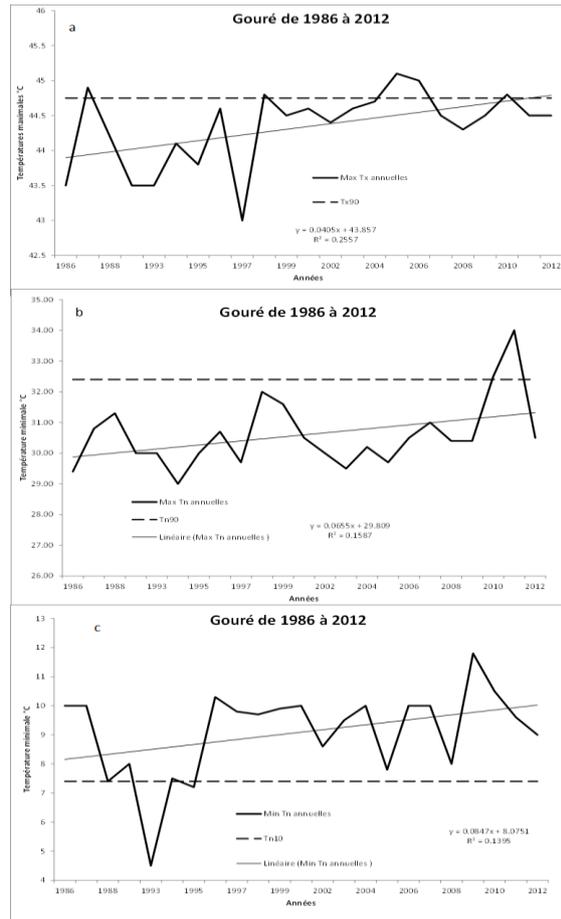


Figure 4. Occurrence des jours chauds (a), des nuits chaudes (b) et des nuits froides (c) à la station de Gouré (1986-2012).

Les températures minimales journalières ont aussi subi un réchauffement (figures 3c et 4c). Les nuits froides ont également changé. De 1951 à 1989, les minima journaliers des températures minimales sont généralement inférieurs à TNP10 (5°C). A partir des années 1990, les nuits froides ont disparu et les TN minimales annuelles sont devenues supérieures à 9°C pendant les années 80 et ont atteint 10°C au cours de la dernière décennie (2001-2010 pour la station de Mainé Soroa et 2004-2014 pour la station de Gouré). Cela est lié au fait que le réchauffement climatique s'est surtout accentué au cours des vingt dernières années dans le monde (Abdalah, 2004).

La tendance des températures est donc à la hausse de façon générale, avec les nuits froides qui tendent à diminuer, les jours chauds, les nuits chaudes et les vagues de chaleurs à augmenter (figures 3, 4 et 5). L'augmentation des températures globales semble s'accompagner d'une diminution significative de la fréquence des jours très froids et d'une augmentation moins significative de la fréquence des jours très chauds. Ces résultats confirment ceux d'Abdelnour *et al.* (2005), Goubanova (2007), Ly *et al.* (2013) ou ceux de l'Organe Consultatif sur les Changements Climatiques (2003). Par ailleurs, les valeurs de températures extrêmes qui ont une durée de retour de 50 ans équivalent à 46,07°C pour les maximales et 4,12°C pour les minimales (tableau 3).

Les longues périodes de retour enregistrées s'observent entre avril et mai pour les températures maximales, et entre décembre et janvier pour les températures minimales. Ces périodes correspondent respectivement à la saison chaude et à la saison froide au Niger (Karimou Barké, 2008).

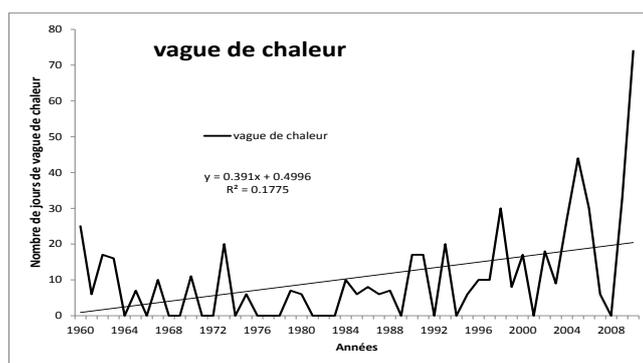


Figure 5. Évolution du nombre de jours de vague de chaleur à Mainé Soroa de 1950 à 2010.

Tableau 3. Périodes de retour des températures minimales et maximales annuelles à la station de Mainé Soroa (1950-2002).

Période de retour (années)	2	5	10	20	50
Température maximale (°C)	44,09	44,72	45,14	45,55	46,07
Température minimale (°C)	7,67	6,68	5,96	5,58	4,12

2.3. L'analyse des vents extrêmes

Le nombre de fois durant lequel la vitesse du vent a statistiquement dépassé le 90^{ème} et le 95^{ème} percentile sont respectivement de 6 et de 3 sur la période d'observation (figure 6). De plus, les vents extrêmes coïncident toujours avec la saison des pluies, associés à des lignes de grains et se produisant sur la période diurne 06-18 h (Leroux, 1995 ; Amadou *et al.*, 2004 ; Karimou Barké, 2008).

Cependant, les valeurs biannuelles de vitesse de vent sont supérieures à la valeur seuil capable d'initialiser l'érosion (6 m/s) et dépassent le seuil de 5 % de déflation pour une vitesse de 7 m/s (Ozer *et al.*, 2005).

La probabilité d'enregistrer un vent de 24 m/s est de 10 ans alors qu'en moyenne, tous les deux ans, on observe un vent de 12,8 m/s (tableau 4).

Tableau 4. Périodes de retour des vents maximaux annuels à la station de Gouré (1984-2005).

Période de retour (années)	2	5	10	20	50
Vents (m/s)	12,8	19,6	24,1	28,4	34

Conclusion

L'analyse de ces données climatiques a contribué à la connaissance des phénomènes extrêmes et de leur période de retour dans le sud-est du Niger. Ces phénomènes climatiques extrêmes sont très aléatoires et très variables dans l'espace et dans le temps. Leurs connaissances est donc fondamentale pour se protéger des catastrophes naturelles.

Il ressort des résultats sur les pluies enregistrées de 1939 à 2012 à la station de Mainé soroa que cinq (5) sur huit (8) des P_{3p90} sont observées entre 1999 à 2012. Quant aux températures journalières des stations synoptiques de Gouré et de Mainé Soroa, on observe de 1950 à 2010 une tendance à la hausse des TX₉₀, des TN₉₀ et des VC alors que les TN₁₀ tendent à baisser. Les valeurs de températures minimales et maximales annuelles à la station de Mainé Soroa

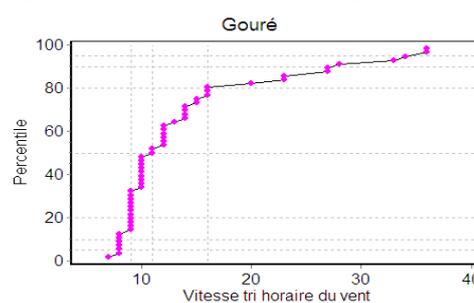


Figure 6. Occurrence des vents extrêmes à la station de Gouré de 1984 à 2005.

ayant une période de retour de deux ans sont respectivement de 7,7 °C et 44,9 °C. Pour ce qui est des V90 enregistrés à la station de Gouré de 1984-2005, ils correspondent à des vents de saison des pluies où le passage de phénomènes orageux est de plus en plus fréquent.

Les informations rapportées dans cette étude ne peuvent être généralisées à l'ensemble du pays en raison des configurations des zones agro-écologiques qui varient du Sud au Nord par une zone de cultures limitée par l'isohyète 350mm puis la zone pastorale remontant jusqu'à 100mm et enfin la zone désertique (Karimou Barké, 2008).

Références bibliographiques

- Abdalah M., 2004 : Besoins d'observation pour les événements extrêmes et pour l'adaptation au changement climatique. In *L'atelier régional sur le système mondial d'observation du climat pour le bassin Méditerranéen*, (pp 69–72, Marrakech, Maroc, du 22-24 novembre 2005).
- Abdelnour R., Bonardet P., Botta A., Enrione D., Plane G., 2005 : *Atelier changement climatique : événements extrêmes et changement climatique, causes, impacts et moyens de lutte* (p. 63). Retrieved from http://meteo.besse83.free.fr/imfix/Evenements_extremes.pdf
- Amadou G. Alain V., Pierre F., 2004 : Lignes de grains et pluies en Afrique de l'Ouest : variations diurnes. *Sécheresse*, **15**(3), 287-92.
- Anis B., 2010 : *Statistiques des valeurs extrêmes dans le cas de lois discrètes* (p. 91). Retrieved from <https://hal-essec.archives-ouvertes.fr/hal-00572559>.
- Bechler-Carmaux N., Mietton M., Lamotte M., 2000 : Le risque d'inondation fluviale à Niamey (Niger). Aléa, vulnérabilité et cartographie. *Annales de Géographie*, **612**, 176-187.
- Ehinger J., 1993 : *L'emplacement des sites et l'exploitation des instruments météorologiques* (p. 56). Retrieved from https://www.wmo.int/pages/prog/www/IMOP/publications/IOM-55_Part-II.pdf
- Goubanova K., 2007 : *Une étude des événements climatiques extrêmes sur l'Europe et le bassin Méditerranéen et de leur évolution future*. thèse de doctorat en sciences de l'environnement, Université Paris 6, 121 p.
- Karimou Barké M., 2008 : *Analyse des phénomènes climatiques extrêmes dans le Sud-est du Niger : impacts environnementaux et stratégies d'adaptation de la population*. Mémoire de DEA en Aménagement et Gestion des Ressources Naturelles, Université Abdou Moumouni, 126 p.
- Leroux M., 1995 : La dynamique de la grande sécheresse sahélienne. *Revue de Géographie de Lyon*, **70**(3-4), 223-232. Retrieved from [/web/revues/home/prescript/article/geoca_0035-113x_1995_num_70_3_4216](http://web.revues/home/prescript/article/geoca_0035-113x_1995_num_70_3_4216).
- Ly M., Traore S. B., Alhassane A., Sarr B., 2013 : Evolution of some observed climate extremes in the West African Sahel. *Weather and Climate Extremes*, **1**, 19-25.
- OcCC, 2003 : Événements extrêmes et changements climatiques, Organe Consultatif sur les Changements Climatiques, Bärenplatz 2, 3011 Berne, Publié à Berne en Septembre 2003, Numéro ISBN: 3-907630-24-6. 94 pages.
- Ozer P., Bodart C., Tychon B., 2005 : Analyse climatique de la région de Gouré, Niger oriental : récentes modifications et impacts environnementaux. *Cybergeo : European Journal of Geography*, **308**, 24. doi:10.4000/cybergeo.3338.
- Ozer P., Hountondji, Y-C., Laminou Manzo O., 2009 : Évolution des caractéristiques pluviométriques dans l'est du Niger de 1940 à 2007. *Geo-Eco-Trop*, **33**, 11-30.
- Roger S., Joan K., Derk R., 2002 : INSTAT+ climatic guide 530 p.
- Sauquet E., Bois P., Renard B., 2006 : Observations d'événements extrême historiques dans monde, selon les climats et les réseaux de mesure. *LA HOUILLE BLANCHE*, **5**, 60-65.