

UMR 7300



# XXXI<sup>e</sup> COLLOQUE DE L'ASSOCIATION INTERNATIONALE DE CLIMATOLOGIE

## LES ÉCHELLES SPATIALES ET TEMPORELLES FINES

ACTES DU COLLOQUE DE NICE

4 -7 juillet 2018

Éditeur scientifique  
NICOLAS MARTIN

Colloque organisé par l'UMR 7300 ESPACE (CNRS / Université de Nice Sophia Antipolis)

## Composition du comité scientifique

BEN BOUBAKER Habib (Université de la Manouba, Tunisie)  
BIGOT Sylvain (Université de Grenoble-Alpes, France)  
BONNARDOT Valérie (Université Rennes 2, France)  
BRICHE Elodie (TEC-Conseil, France)  
CAMBERLIN Pierre (Université de Bourgogne, France)  
CANTAT Olivier (Université de Caen Basse-Normandie, France)  
CARREGA Pierre (émérite Université de Nice, France)  
DAHECH Salem (Université de Paris 7, France)  
DROGUE Gilles (Université de Lorraine, France)  
DUBREUIL Vincent (Université Rennes 2, France)  
ENDLICHER Wilfried (Université de Berlin, Allemagne)  
ERPICUM Michel (Université de Liège, Belgique)  
FALLOT Jean-Michel (Université de Lausanne, Suisse)  
FORTIN Guillaume (Université de Moncton, Canada)  
FRATIANNI Simona (Université de Turin, Italie)  
HENIA Latifa (Université de Tunis, Tunisie)  
HOARAU Karl (Université de Cergy-Pontoise, France)  
JOLY Daniel (Université de Franche-Comté, France)  
KASTENDEUCH Pierre (Université de Strasbourg, France)  
KERMADI Saida (Université de Lyon 2, France)  
MADELIN Malika (Université Paris 7, France)  
MAHERAS Panagiotis (Université de Thessalonique, Grèce)  
MARTIN Nicolas (Université de Nice, France)  
MENDONCA Francisco (Université Fédérale de Parana, Brésil)  
MICHELOT Nicolas (Ministère de l'écologie, France)  
MOREL Béatrice (Université de La Réunion, France)  
NAJJAR Georges (Université de Strasbourg, France)  
NORRANT Caroline (Université de Lille 1, France)  
PAUL Patrice (Retraité Université de Strasbourg, France)  
PLANCHON Olivier (Université Rennes 2, France)  
QUENOL Hervé (Université Rennes 2, France)  
RICHARD Yves (Université de Bourgogne, France)  
ROME Sandra (Université de Grenoble-Alpes, France)  
SOUBEYOUX Jean-Michel (Météo-France Toulouse, France)  
TRABOULSI Myriam (Université Libanaise, Liban)  
ULLMAN Albin (Université de Bourgogne, France)  
VANDIEPENBECK Marc (Institut Royal Météorologique Bruxelles, Belgique)  
VISSIN Expédit (Université d'Abomey-Calavi, Bénin)  
ZAHARIA Liliana (Université de Bucarest, Roumanie)

# **LES ÉCHELLES SPATIALES ET TEMPORELLES FINES**

© Photo couverture : Nicolas MARTIN – juillet 2017, Mer Méditerranée Nice

<https://500px.com/photo/218660233/moon-by-niko-shooting>

Site web du colloque : <https://aic2018.sciencesconf.org/>



Membre de UNIVERSITÉ CÔTE D'AZUR 



# **XXXI<sup>e</sup> COLLOQUE DE L'ASSOCIATION INTERNATIONALE DE CLIMATOLOGIE**

## **LES ÉCHELLES SPATIALES ET TEMPORELLES FINES**

**Actes du colloque organisé à Nice  
du mercredi 4 au samedi 7 juillet 2018**

**Éditeur scientifique  
Nicolas MARTIN (ESAPCE/UNS)**

## **Composition du comité scientifique**

BEN BOUBAKER Habib (Université de la Manouba, Tunisie)  
BIGOT Sylvain (Université de Grenoble-Alpes, France)  
BONNARDOT Valérie (Université Rennes 2, France)  
BRICHE Elodie (TEC-Conseil, France)  
CAMBERLIN Pierre (Université de Bourgogne, France)  
CANTAT Olivier (Université de Caen Basse-Normandie, France)  
CARREGA Pierre (émérite Université de Nice, France)  
DAHECH Salem (Université de Paris 7, France)  
DROGUE Gilles (Université de Lorraine, France)  
DUBREUIL Vincent (Université Rennes 2, France)  
ENDLICHER Wilfried (Université de Berlin, Allemagne)  
ERPICUM Michel (Université de Liège, Belgique)  
FALLOT Jean-Michel (Université de Lausanne, Suisse)  
FORTIN Guillaume (Université de Moncton, Canada)  
FRATIANNI Simona (Université de Turin, Italie)  
HENIA Latifa (Université de Tunis, Tunisie)  
HOARAU Karl (Université de Cergy-Pontoise, France)  
JOLY Daniel (Université de Franche-Comté, France)  
KASTENDEUCH Pierre (Université de Strasbourg, France)  
KERMADI Saida (Université de Lyon 2, France)  
MADELIN Malika (Université Paris 7, France)  
MAHERAS Panagiotis (Université de Thessalonique, Grèce)  
MARTIN Nicolas (Université de Nice, France)  
MENDONCA Francisco (Université Fédérale de Parana, Brésil)  
MICHELOT Nicolas (Ministère de l'écologie, France)  
MOREL Béatrice (Université de La Réunion, France)  
NAJJAR Georges (Université de Strasbourg, France)  
NORRANT Caroline (Université de Lille 1, France)  
PAUL Patrice (Retraité Université de Strasbourg, France)  
PLANCHON Olivier (Université Rennes 2, France)  
QUENOL Hervé (Université Rennes 2, France)  
RICHARD Yves (Université de Bourgogne, France)  
ROME Sandra (Université de Grenoble-Alpes, France)  
SOUBEYUX Jean-Michel (Météo-France Toulouse, France)  
TRABOULSI Myriam (Université Libanaise, Liban)  
ULLMAN Albin (Université de Bourgogne, France)  
VANDIEPENBECK Marc (Institut Royal Météorologique Bruxelles, Belgique)  
VISSIN Expédit (Université d'Abomey-Calavi, Bénin)  
ZAHARIA Liliana (Université de Bucarest, Roumanie)

---

# APERÇU SYNOPTIQUE DE LA VARIABILITE DES EXTREMES CLIMATIQUES AU BENIN (1960-2016)

GBOHOU Y. P. <sup>1</sup>, HOUNTONDI Y. C. <sup>1</sup>, DE LONGUEVILLE F. <sup>2</sup>, OZER P. <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Unité d'Environnement, Télédétection et Risques Naturels, Département Aménagement et Gestion des Ressources Naturelles, Faculté d'Agronomie, Université de Parakou, BP: 123 Parakou, Bénin.

[yvon.hountondji@gmail.com](mailto:yvon.hountondji@gmail.com)

<sup>2</sup> Département de Géographie, Université de Namur, Rue de Bruxelles 61, B-5000 Namur, Belgique.

[florence.delongueville@unamur.be](mailto:florence.delongueville@unamur.be)

<sup>3</sup> UR SPHERES / The Hugo Observatory, Faculté des Sciences, Université de Liège, Campus d'Arlon, Avenue de Longwy 185, 6700 Arlon, Belgique. [pozer@uliege.be](mailto:pozer@uliege.be)

**Résumé :** Dans l'optique d'étudier la variabilité des extrêmes climatiques au Bénin, les données de températures et de précipitations quotidiennes ont été analysées et des indices climatiques calculés avec le programme RCLIMDEX pour les 6 stations synoptiques du pays sur la période allant de 1960 à 2016. Il ressort des résultats que les températures montrent une tendance généralisée au réchauffement, avec une majorité de tendances significatives ( $0.01 < p < 0.05$ ) voire très significatives ( $p < 0.01$ ) au niveau de toutes les stations (79% significatives dont 72% très significatives). Par ailleurs, les tendances des indices de précipitations extrêmes sont globalement non significatives ( $p > 0.05$ ) et en régression mitigée. Cependant, on note des augmentations des fortes précipitations dans le centre du pays (Bohicon) et une reprise globale des précipitations dans le nord-est du pays (Kandi). Au regard de la variabilité spatiale des extrêmes climatiques au Bénin, il ressort que la zone couverte par la station synoptique de Kandi est la plus exposée à l'augmentation des températures et celle de Natitingou à la diminution de précipitations.

**Mots-Clés :** événements extrêmes, RCLIMDEX, changement climatique, Bénin.

**Abstract:** *Synoptical overview of the variability of climate extremes in Benin (1960-2016).* In order to study the variability of climate extremes in Benin, temperatures and daily rainfalls for the 6 synoptic stations of the country were analyzed and we computed extreme climate indices with RCLIMDEX software from 1960 to 2015. The results indicate that changes in extreme of temperatures over the studied period reflect warming trend in Benin (78.2% of the indices are significant and 70.5% highly significant). However, trends in extreme precipitation indices are globally insignificant and are moderately downward. Despite this negative trend in precipitation, increases have been noticed in heavy rainfall events in Bohicon (center of the country) and in annual total wet-day precipitation in Kandi (north-east of the country). Regional analysis of these extremes events in Benin shows that Kandi synoptic station is mostly exposed to the temperatures changes, while Natitingou station shows decreasing precipitation.

**Keywords:** extreme events, RCLIMDEX, climate change, Bénin.

## Introduction

De nos jours, la survenance des événements extrêmes de plus en plus dévastateurs est monnaie courante. A l'échelle mondiale, les dommages économiques totaux engendrés par les catastrophes en 2016 étaient les plus élevés depuis 2012. Ainsi, sur 327 événements catastrophiques dénombrés en 2016, 191 étaient liées aux phénomènes naturels (Swiss Re, 2017). De plus, il est probable qu'il y ait davantage de régions où le nombre d'épisodes de précipitations abondantes a augmenté plutôt que diminué et les pluies extrêmes sont très probablement en augmentation en climat tropical humide et continental (GIEC, 2014). En Afrique de l'Ouest, il y a une pénurie d'informations sur les tendances climatiques quotidiennes / extrêmes climatiques (New *et al.*, 2006) et quantifier l'exposition future de cette zone au changement climatique est plutôt difficile car les modèles climatiques en général n'ont pas encore montré une reproduction satisfaisante de la variabilité climatique observée dans cette région (Ben Mohamed, 2011). Cependant, force est de constater que l'Afrique de l'Ouest est de plus en plus fréquemment confrontée aux excès/déficits pluviométriques (sécheresses et inondations) (Ozer & Perrin, 2014 ; Gemenne *et al.*, 2017). Les résultats des quelques études évaluant les tendances de la pluviométrie extrême obtenus dans la sous-

région sont mitigés et parfois contradictoires (Ozer et Ozer, 2005 ; New *et al.*, 2006 ; Hountondji *et al.*, 2011 ; de Longueville *et al.*, 2016 ; Ozer *et al.*, 2017). Au Bénin, la plupart des études sur les tendances climatiques sont fragmentaires et s'accordent sur une augmentation significative de la température moyenne ainsi qu'une diminution perceptible de la pluviométrie et du nombre moyen annuel de jours de pluie (Gnanglè *et al.*, 2011 ; N'Tcha M'Po *et al.*, 2017). L'objectif visé à travers la présente étude est d'analyser de façon globale et sur la base des observations issues des stations synoptiques, la variabilité spatio-temporelle des extrêmes climatiques au Bénin à partir d'indices standardisés (Karl & Easterling, 1999 ; Easterling *et al.*, 2000) et facilement comparables quelle que soit la situation géographique des stations sur Terre.

## 1. Données et méthode

### 1.1. Acquisition des données

Les données de précipitations et de températures (maximales et minimales) journalières ont été collectées auprès de l'Agence de la Sécurité de la Navigation Aérienne en Afrique et à Madagascar (ASECNA) de Cotonou sur la période 1960-2016 pour les six stations synoptiques du Bénin (tableau 1).

**Tableau 1.** Stations synoptiques utilisées.

STATIONS	Latitude (°N)	Longitude (°E)	Zonage bioclimatique	Précipitation moyenne annuelle en mm		
				Sur la dernière décennie (2007-2016)	Sur la dernière normale (1987-2016)	Sur la période d'étude (1960-2016)
COTONOU	6,35	2,38	Zone guinéenne	1 412	1 352	1 314
BOHICON	7,18	2,07	Zone nord guinéenne	1 132	1 141	1 124
SAVE	8,04	2,49	Zone de transition guinéo-soudanienne	1 039	1 068	1 086
PARAKOU	9,34	2,63	Zone soudanienne -Sud	1 156	1 154	1 160
NATITINGOU	10,30	1,38	Zone soudanienne -Ouest	1 215	1 185	1 219
KANDI	11,13	2,94	Zone soudano-sahélienne	1 048	1 002	1 005

### 1.2. Méthodes

L'aperçu synoptique de la variabilité des extrêmes climatiques au Bénin est appréhendé à travers le calcul d'indices réalisé avec le logiciel RClmDex. Un total de 27 indices de base a été suggéré par l'Equipe d'experts sur la détection d'indices du changement climatique (*Expert Team on Climate Change Detection Indices ETCCDI*). Les descriptions détaillées de ces indices et RClmDex sont disponibles sur le site web de l'ETCCDI (<http://cccma.seos.uvic.ca/ETCCDMI/software.shtml>). Dans la présente étude, 24 indices ont été calculés dont 11 sur les précipitations extrêmes (tableau 2). Les trois indices restants ne sont pas pertinents pour la zone d'étude.

**Tableau 2.** Indices d'extrêmes climatiques calculés.

Indices de précipitations		Indices de températures	
Sigle indices	Désignation indices	Sigle indices	Désignation indices
<b>PRCPTOT</b>	Total pluviométrique annuel	<b>SU25</b>	Jours d'été
<b>RX1day</b>	Hauteur maximale des Précipitations d'un jour	<b>TR20</b>	Nuits tropicales
<b>Rx5day</b>	Cumul maximal des précipitations de 5 jours	<b>TXx</b>	Maximum des Tmax
<b>R10</b>	Nombre de jours de précipitations $\geq 10$ mm	<b>TNx</b>	Maximum des Tmin
<b>R20</b>	Nombre de jours de précipitations $\geq 20$ mm	<b>TXn</b>	Minimum des Tmax
<b>R25</b>	Nombre de jours de précipitations $\geq 25$ mm	<b>TNn</b>	Minimum des Tmin
<b>R95p</b>	Jours très pluvieux	<b>TN<sub>10p</sub></b>	Nuits relativement fraîches
<b>R99p</b>	Jours extrêmement pluvieux	<b>TX<sub>10p</sub></b>	Jours relativement frais
<b>SDII</b>	Intensité simple des pluies	<b>TN<sub>90p</sub></b>	Nuits relativement chaudes
<b>CDD</b>	Jours secs consécutifs	<b>TX<sub>90p</sub></b>	Jours relativement chauds
<b>CWD</b>	Jours pluvieux consécutifs	<b>WSDI</b>	Indicateur des durées des séquences chaudes
		<b>CSDI</b>	Indicateur des durées des séquences fraîches
		<b>ATD</b>	Amplitude Thermiques Diurne

## 2. Résultats

### 2.1. Variabilité des extrêmes de températures

Les tendances des indices des extrêmes de température pour chacune des six stations étudiées sont consignées dans le tableau 3.

**Tableau 3.** Tendances des indices de température au Bénin de 1960 à 2016.

Indices	Taux de variation des tendances de températures					
	COTONOU	BOHICON	SAVE	PARAKOU	NATITINGOU	KANDI
<b>SU25</b>	0,04**	0,043**	0,034**	0,043	0,045**	0,034**
<b>TR20</b>	0,021	0,352**	0,611**	2,08**	1,118**	0,995**
<b>TXx</b>	0,018	0,012	0,03**	0,033**	0,045**	0,019**
<b>TXn</b>	0,018**	0,006	0,032**	0,013	0,018*	0,015*
<b>TNx</b>	-0,108	0,035**	0,038**	0,03**	0,027**	0,031**
<b>TNn</b>	0,016	0,054**	0,024*	0,044**	-0,031*	0,047**
<b>TX<sub>10p</sub></b>	-0,383**	-0,316**	-0,411**	-0,362**	-0,323**	-0,16**
<b>TX<sub>90p</sub></b>	0,213	0,301**	0,761**	0,642**	0,5**	0,39**
<b>TN<sub>10p</sub></b>	-0,397**	-0,643**	-0,577**	-0,722**	-0,116	-0,59**
<b>TN<sub>90p</sub></b>	0,733**	0,891**	0,898**	0,733**	0,668**	0,675**
<b>WSDI</b>	0,024	0,065	0,362**	0,333*	0,231**	0,194**
<b>CSDI</b>	-0,045	-0,104*	-0,053	-0,111**	0,323**	-0,151**
<b>DTR</b>	-0,013**	-0,014**	-0,001	-0,007	0,008	-0,021**

\* Significative au seuil de 95% ; \*\* Très significative au seuil de 99%

On observe une tendance généralisée à l'augmentation des températures extrêmes au niveau des stations analysées, avec une majorité de tendances significatives (79%), voire très significatives (72%). Ce réchauffement se trouve être corroboré par, à l'inverse, les indices de froid extrêmes (TX<sub>10p</sub>, TN<sub>10p</sub> et CSDI) qui montrent une diminution significative au niveau de la plupart des stations (83% significatives et 78% très significatives). La chute de l'amplitude thermique diurne montre que les températures maximales croissent plus que celles minimales. Toutefois, on note à Natitingou (zone montagneuse, Nord-Ouest du pays) que la

température minimale la plus basse dans l'année (TNn) décroît et l'indicateur des durées de séquences fraîches (CSDI) croît. Par contre à Kandi dans le nord-est (zone soudano-sahélienne), tous les indices de chaleur croissent de façon significative et ceux de froid décroissent très significativement, de concert avec l'amplitude thermique diurne.

## **2.2. Variabilité des extrêmes de précipitations**

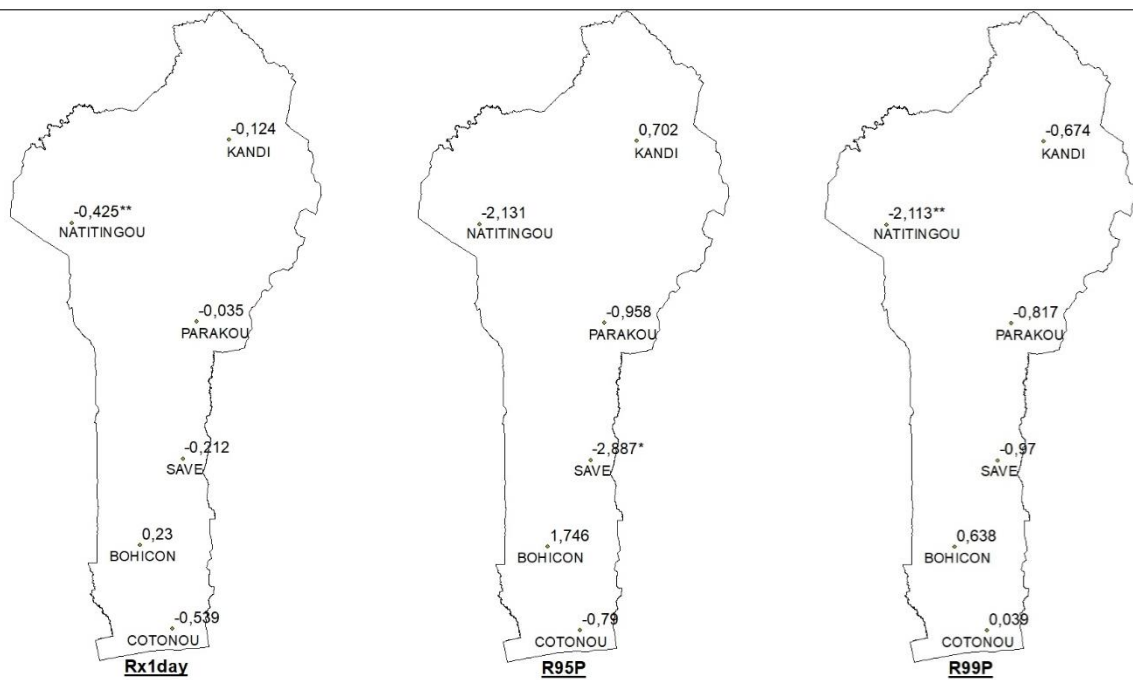
Pour la plupart des stations étudiées (90%), les indices de précipitations extrêmes présentent une tendance statistiquement non significative. Les observations synoptiques montrent que les longueurs de saison pluvieuse (CWD) raccourcissent au profit des saisons sèches (CDD). Malgré la chute généralisée des précipitations totales annuelles (à l'exception de la station de Kandi), certains indices pluviométriques extrêmes (Rx1day, R95p et R99p) ont connu un accroissement, parfois non significatif comme c'est le cas à Bohicon dans le centre du pays (figure 1). On remarque également que la station de Natitingou semble être la plus exposée à la variabilité dans les valeurs des indices climatiques extrêmes avec 4 tendances d'indices significatives sur les 11 calculées. La régionalisation des indices ayant au moins une valeur significative au niveau d'une station est représentée sur les figures 1 et 2.

Dans le sud du pays (zone de Cotonou), les précipitations maximales sur un jour (Rx1day), sur 5 jours consécutifs (Rx5days) ; le nombre de jours de précipitation  $\geq 20$  (R20mm) ou 25 mm (R25mm) et les journées humides (P95p) sont de plus en plus rares. Les précipitations maximales journalières  $\geq 10$  mm (R10mm) et les journées extrêmement humides (R99p) sont plus fréquentes. On note également une décroissance de la précipitation annuelle (PRCPTOT), l'augmentation de la durée des saisons sèches (CDD), la réduction de la durée des saisons pluvieuses (CWD) concomitamment à la diminution de l'intensité moyenne des précipitations des jours humides (SDII).

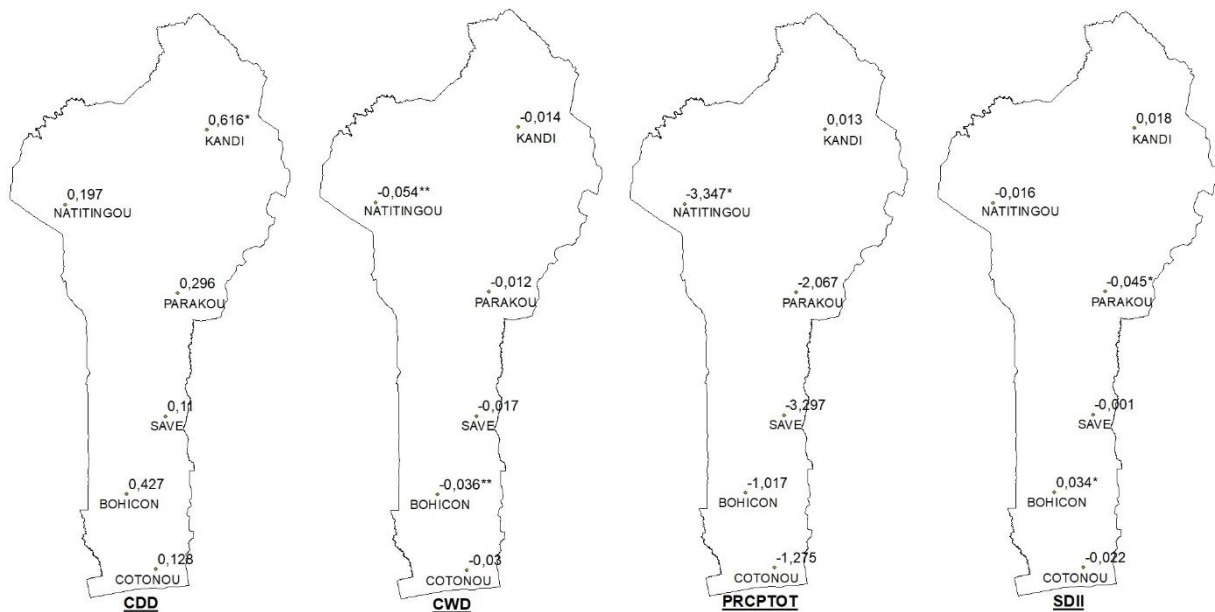
Dans la région de Bohicon, l'intensité des précipitations s'accroît et le nombre d'événements pluvieux décroît : Rx1day, Rx5day, SDII, R95p et R99p se sont accrus alors que les tendances de R10, R20, R25, CWD, PRCPTOT sont négatives. On peut donc conclure que dans cette zone, les épisodes de précipitations abondantes s'accroissent, de même que les pluies extrêmes parallèlement à une diminution significative du nombre de jours de pluie et la chute des précipitations totales annuelles.

Au niveau des stations de Parakou, Savè et Natitingou, les tendances sont semblables pour tous les indices de précipitation et indiquent la rareté des événements extrêmes ainsi qu'une chute dans les hauteurs annuelles des précipitations. La diminution des précipitations maximales sur un jour (Rx1day), sur 5 jours consécutifs (Rx5days) est très faible à Parakou par rapport aux autres stations. A Savè, tous les indices des précipitations extrêmes (Rx1day, Rx5day, R10mm, R20mm, R25mm, R95p et R99p) sont décroissants avec une tendance significative ( $0.01p < 0.05$ ) pour les journées humides. En outre, les précipitations totales annuelles (PRCPTOT) présentent une tendance à la baisse.

A Kandi, les indices des précipitations extrêmes tels que les précipitations maximales journalières  $\geq 10$  mm, 20 mm ou 25 mm (R10mm, R20mm ou R25mm) ont connu des variations très faibles par rapport aux autres stations et les jours très pluvieux se sont accrus. Il en est de même pour l'intensité moyenne des précipitations des jours humides (SDII) et les précipitations annuelles (PRCPTOT) qui, quant à elles, ont connu des augmentations.



**Figure 1.** Distributions spatiales des tendances de quelques indices d'extrême de précipitation de 1960 à 2016 : Rx1day, R95P, R99P. \* *Significative au seuil de 95%* ; \*\* *Significative au seuil de 99%*



**Figure 2.** Distributions spatiales des tendances de quelques indices d'extrême de précipitation de 1960 à 2016 : CDD, CWD, PRCPTOT, SDII. \* *Significative au seuil de 95%* ; \*\* *Significative au seuil de 99%*

## Conclusion

L'analyse de la variabilité des extrêmes climatique au Bénin a montré que les températures ont significativement augmenté, mais les tendances des indices d'extrêmes de précipitations sont globalement non significatives. Les extrêmes thermiques montrent des tendances positives statistiquement significatives ( $0,01 < p < 0,05$ ) pour les indices de chaleur et négatives pour les indices de fraîcheurs, ce qui confirmerait un réchauffement généralisé des températures aussi bien à l'échelle du pays que dans la sous-région. On note tout de même que la station synoptique de Kandi est la plus exposée aux effets du changement de températures avec 100% des évolutions des indices calculés significatives. Contrairement aux

températures, les précipitations enregistrent globalement des tendances non significatives. L'étude a permis de constater que la République du Bénin est marquée par un contexte climatique globalement de diminution des précipitations, avec des tendances significatives à partir du centre au Nord. Les saisons sèches s'allongent tandis que les saisons de pluies se raccourcissent. Mais, on note également des augmentations des événements de fortes précipitations, notamment à Bohicon et une reprise globale des précipitations à Kandi. Ainsi on constate selon les zones climatiques, de courtes périodes déficitaires qui s'alternent avec quelques courtes périodes excédentaires se traduisant notamment par une forte concentration des pluies sur une courte période et une brusque interruption des pluies en pleine saison pluvieuse. Par ailleurs, la zone couverte par la station synoptique de Natitingou semble être la plus exposée aux effets du changement dans les précipitations.

## Bibliographie

- Ben Mohamed A., 2011. Climate change risks in Sahelian Africa. *Reg. Environ. Change*, **11**: 109–117.
- de Longueville F., Hountondji Y. C., Kindo I., Gemenne F., Ozer P., 2016. Long-term analysis of rainfall and temperature data in Burkina Faso (1950–2013). *International Journal of Climatology*, **36**: 4393-4405.
- Easterling D., Evans J., Groisman P., Karl P., Kunkel K., Ambenje P., 2000. Observed Variability and Trends in Extreme Climate Events: A Brief Review. *Bulletin of the American Meteorological Society*, **81**: 417-425.
- Gemenne F., Blocher J., de Longueville F., Vigil Diaz Telenti S., Zickgraf C., Gharbaoui D., Ozer P., 2017. Changement climatique, catastrophes naturelles et mobilité humaine en Afrique de l'Ouest. *Geo-Eco-Trop*, **41**: 317-337.
- GIEC, 2014. *Changements climatiques : Rapport de synthèse. Contribution des Groupes de travail I, II et III au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat* [Sous la direction de l'équipe de rédaction principale, R.K. Pachauri et L.A. Meyer]. GIEC. Genève. Suisse, 161 p.
- Gnanglè C.P., Glèlè Kakai R., Assogbadjo A. E., Vodounnon S., Yabi J. A., Sokpon N., 2011. Tendances climatiques passées, modélisation, perceptions et adaptations locales au Bénin. *Climatologie*, **8**: 27-40.
- Hountondji Y. C., de Longueville F., Ozer P., 2011. Trends in extreme rainfall events in Benin (West Africa), 1960-2000. *1<sup>st</sup> International Conference on Energy, Environment and Climate Changes*: 7p.
- Karl T. R., Easterling D. R., 1999. Climate extremes: selected review and future research directions. *Climatic Change*, **42**: 309 – 325.
- New M., Hewitson B., Stephenson D. B., Tsiga A., Kruger A., 2006: Evidence of trends in daily climate extremes over southern and West Africa. *J. Geophys. Res.*, **111**: D14102. DOI: 10.1029/2005JD006289.
- N'Tcha M'Po Y., Lawin E. A., Yao B. K., Oyerinde G. T., Attogouinon A, Afouda A. A., 2017. Decreasing past and mid-century rainfall indices over the Ouémé river basin, Benin (West Africa). *Climate*, **5**, **74**, doi:10.3390/cli5030074.
- Ozer A, Ozer P., 2005. Désertification au Sahel: Crise climatique ou anthropique?. *Bulletin des Séances de l'Académie Royale des Sciences d'Outre-Mer=Mededelingen der Zittingen van de Koninklijke Academie voor Overzeese Wetenschappen*, **51**: 395-423.
- Ozer P., Perrin D., 2014. Eau et changement climatique: tendances et perceptions en Afrique de l'Ouest. In Ballouche A., Taïbi N.A. (Eds.), *Eau, milieux et aménagement. Une recherche au service des territoires. Presses de l'Université d'Angers*, Angers, France, 227-245.
- Ozer P., Laminou Manzo O., Tidjani A. D., Djaby B., de Longueville F., 2017. Evolution récente des extrêmes pluviométriques au Niger (1950-2014). *Geo-Eco-Trop*, **41**: 375-383.
- Swiss Re, 2017. Catastrophes naturelles et techniques en 2016: une année de dommages tous azimuts. *Sigma*, N°2/2017, 50 p.