

PLUIES MAXIMALES JOURNALIÈRES ET LEURS CONSÉQUENCES DANS LA RÉGION DE TAHOUA (CENTRE DU NIGER)

Ibrahim HASSANE KAKA

Université Abdou Moumouni de Niamey (Niger)

E-mail : hassanekakaibrahim@yahoo.fr

Boureima AMADOU

Université Abdou Moumouni de Niamey (Niger)

E-mail : boureima_amadou@yahoo.fr

Evariste Constant DA

Université Ouaga 1 Pr Joseph Ki-Zerbo (Burkina Faso)

E-mail : evaristeda@gmail.com

Résumé : De nombreux Territoires de l'espace sahélo-saharien subissent de plein fouet les effets liés aux changements climatiques particulièrement ceux liés aux changements des précipitations. Au Niger, la région de Tahoua est l'un des Territoires sahélo-sahariens les plus vulnérables aux effets néfastes des changements des précipitations en ce sens que les pauvres paysans, qui y vivent, sont fortement tributaires de l'agriculture et de l'élevage activités très sensibles aux variabilités des précipitations. Dans cet article, il est fait une analyse des pluies maximales journalières et leurs conséquences dans la région de Tahoua. La distribution des pluies maximales enregistrées en un (1) jour selon la loi de Gumbel montre leur forte occurrence dans la région de Tahoua, avec des durées de retour relativement courtes en général. Ces pluies maximales, le plus souvent extrêmes, ont des lourdes conséquences sur l'agriculture, l'élevage et sur le cadre de vie des populations dans la région de Tahoua.

Mots-clés : Territoire sahélo-saharien, Niger, Tahoua, pluies maximales journalières, La loi de Gumbel.

Abstract : Many territories of the sahel-Saharan area face head-on the effects linked to the changes climate particularly those related to changes in precipitation. In Niger, the Tahoua region is one of the sahel-Saharan regions most vulnerable to the adverse effects of changes in precipitation in the sense that poor peasants, who live there, are highly dependent on Agriculture and livestock very sensitive to the variabilities of rainfall activities. In this article, it

is made an analysis of daily maximum rainfall and their consequences in the region of Tahoua. The distribution of the maximum rainfall registered in one (1) day according to the Gumbel law shows their strong occurrence in the Tahoua region, with relatively short return periods. These more maximum, often extreme, have heavy consequences on agriculture, farming and lifestyle of the populations in the region of Tahoua.

Keywords: Territory sahel-Saharan Niger, Tahoua, daily maximum rainfall, the Gumbel law.

Introduction

L'espace sahélien est l'un des espaces les plus vulnérables aux changements climatiques à travers le monde. Le Niger, compte tenu de sa situation géographique et de sa position en latitude, est le pays du Sahel occidental le plus vulnérable. Les effets néfastes des phénomènes climatiques extrêmes constituent un grand handicap pour le développement du pays (Karimou, B. M. & al., 2015). La région de Tahoua est l'une des huit (8) régions que compte le Niger ; elle couvre une superficie de 113.371 km² et est située entre 13° 42' et 18° 30' Nord et 3° 53' et 6° 42' Est. La région de Tahoua est agricole et surtout une région d'élevage par excellence où plus de 80% de la population rurale dépend de l'agriculture et de l'élevage. Cependant, ces deux secteurs d'activité y sont, fortement, mis à rude épreuve par les effets néfastes des phénomènes météorologiques extrêmes liés aux précipitations journalières. Ce qui confirme les prévisions du GIEC 2007 selon lesquelles il est très probable que les épisodes de fortes précipitations continueront de se multiplier. Dans cet article, l'analyse des pluies maximales enregistrées en un (1) jour et leurs durées de retour, est faite sur les séries des données depuis la création de chacune des trois stations d'étude et sur les conséquences des pluies maximales observées, au cours de ces dernières années, dans la région de Tahoua. Les objectifs de ce travail de recherche sont de déterminer la fréquence des pluies maximales enregistrées en un (1) jour et leurs durées de retour sur la période de création de chaque station étudiée et de montrer les conséquences des pluies maximales journalières dans la région de Tahoua.

1. Matériel et méthodes

Plusieurs matériels et méthodes sont utilisés dans le cadre de ce travail de recherche :

1. 1. Matériels utilisés

Les données constituent un outil indispensable pour une analyse scientifique des variables climatiques. Pour la présente étude, les données pluviométriques journalières sont utilisées. Les données pluviométriques journalières ont été obtenues au Centre Régional AGRHYMET.

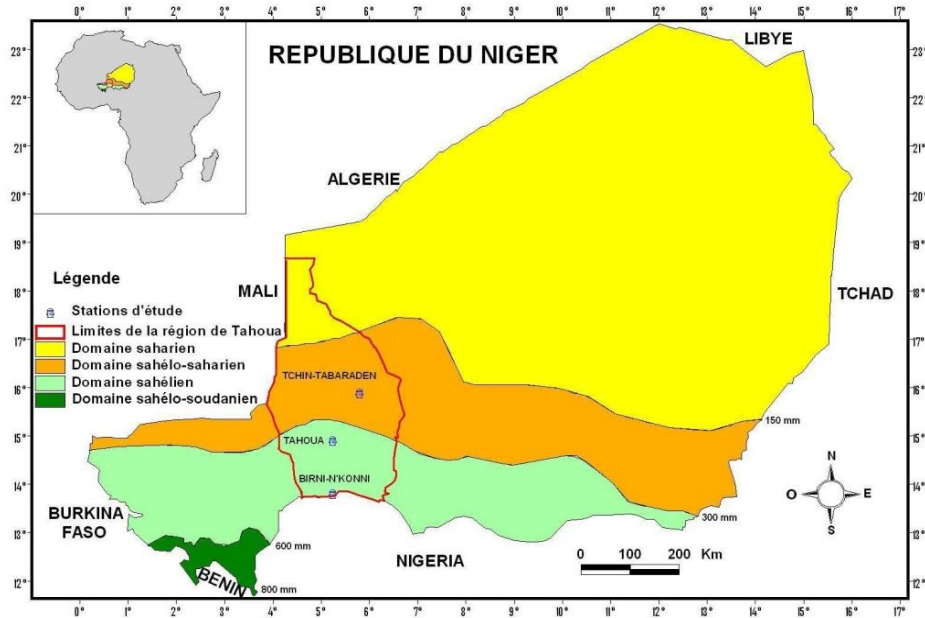
Le traitement des données pluviométriques est fait avec les logiciels suivants : Excel et Instat+ v3.36. Le logiciel Arcview 3.3 a servi pour l'établissement de la carte. Les résultats obtenus sont saisis avec le logiciel Word.

Un appareil photo est utilisé pour les prises de vue sur le terrain. En outre, compte tenu du caractère aléatoire et sporadique des événements pluvieux, nous étions dans l'obligation de procéder aux captures des images dans les clips vidéo des caméras de l'ORTN pour illustrer certaines conséquences des changements des précipitations dans la région de Tahoua.

1.2. Méthodes utilisées

Concernant les stations météorologiques d'étude, trois (3) stations sont choisies (Carte 1). Il s'agit de la station synoptique de Birni N'Konni, de la station synoptique de Tahoua Aéroport et de la station de Tchén-Tabaraden (qui est un poste pluviométrique). Leur choix est basé non seulement sur des critères géographiques, mais aussi sur la qualité de leurs données d'observation :

Sur le plan géographique, les trois (3) stations se trouvent dans deux (2) domaines climatiques parmi les trois(3) domaines climatiques qui couvrent l'ensemble de la région de Tahoua à savoir, du Sud vers le Nord, le domaine Sahélien, le domaine Sahélo-Saharien et le domaine Saharien.



Carte 1 : Localisation des stations d'étude (Mise en forme par l'auteur)

Le traitement des données des précipitations journalières a été fait à l'aide du logiciel Instat+ version 3.36 (Stern, R. et al., 2006) et la mise en forme des figures à l'aide du logiciel Excel. Pour l'analyse des pluies maximales enregistrées en un (1) jour et leurs durées de retour, la profondeur maximale des données de précipitations journalières est considérée pour les trois stations étudiées : Tahoua aéroport période 1921-2014, Birni N'Konni période 1933-2014 et Tchou-Tabaraden 1968-2014.

L'ajustement des données de précipitations journalières est fait selon la loi de distribution de Gumbel (Djebou, A. & al., 2004) et l'estimation des paramètres k_1 ou mode et k_2 ou scale est faite par la méthode des moments. La loi de Gumbel est une loi de décroissance exponentielle qui a l'avantage d'étirer l'échelle de distribution au-delà de la probabilité 0,90 (90^{ème} percentile des pluies maximales). La loi de Gumbel est un véritable outil de prévision

d'événements météorologiques extrêmes. Un événement ou un phénomène climatique est qualifié d'extrême lorsqu'il dépasse le 90^{ème} percentile (Karimou, B. M. 2008 ; Ozer, P. & al., 2009 et 2016), il est qualifié d'intense lorsqu'il dépasse le 95^{ème} percentile (Ozer, P. & al., 2009 et 2016). Dans la présente étude, un événement ou un phénomène climatique est qualifié : d'extrême lorsqu'il dépasse le 90^{ème} percentile, d'extrême intense lorsqu'il dépasse le 95^{ème} percentile et d'extrême exceptionnel lorsqu'il dépasse le 99^{ème} percentile.

Il faut noter que pour déterminer les deux paramètres de la loi de Gumbel appliquée à la méthode des moments, sont alignées toutes les pluies journalières enregistrées en un (1) supérieures ou égales à 50 mm dans les séries des données des pluies maximales journalières.

Les durées de retour de pluies maximales journalières sont calculées de la manière suivante : Les percentiles de pluies calculés suivant la loi de Gumbel correspondent aux fréquences cumulées (Fx) des pluies maximales journalières observées.

Les fréquences cumulées étant déterminées, le calcul de la période de retour est fait de la manière suivante :

Période de retour = $100 / (100 - Fx)$

Avec Fx = fréquence cumulée ou fréquence au non dépassement (suivant la loi Gumbel).

Par exemple si Fx = 95% : Période de retour = $100 / (100 - 95) = 100 / 5 = 20$ ans.

2. Résultats

Dans les résultats obtenus, il est procédé à l'analyse de l'évolution des pluies maximales et leurs durées de retour pour les trois stations d'étude et l'analyse des conséquences des pluies maximales journalière, dans la région de Tahoua, au cours de ces dernières années.

2. 1. Analyse des pluies maximales enregistrées en 1 jour et leurs durées de retour

L'ajustement à la loi de Gumbel a permis de constater que les pluies maximales journalières enregistrées en 1 jour les plus fréquentes (les modes ou les paramètres k_1) sont comprises entre 32,72 mm et 50,7 mm dans la région de Tahoua, de Tchín-Tabaraden à Birni N'Konni. Les paramètres k_2 ou les scales sont compris entre 12,71 et 15,32 (Tableau 1).

Tableau 1 : Paramètres de la loi de Gumbel appliquée à la méthode des moments

Stations	Birni N'Konni	Tahoua aéroport	Tchin- Tabaraden
Périodes	1933-2014	1921-2014	1968-2014
Paramètre de position ou mode (k_1)	50,7	41	32,72
Paramètre d'échelle ou scale (k_2)	12,71	15,32	12,81
Nombre d'observations	130	116	47

En suivant le gradient Nord-sud de la région de Tahoua, les valeurs correspondant aux pluies maximales journalières égales au 50^{ème} percentile, dont la durée de retour est de deux (2) ans, sont de 37,4 mm à Tchín-Tabaraden, 46,6 mm à Tahoua aéroport et 55,4 mm à Birni N'Konni qui enregistre même des pluies journalières supérieures ou égale à 50 mm avec une durée de retour inférieure à deux (2) ans (Figure 1).

Les valeurs correspondant aux pluies maximales journalières égales au 80^{ème} percentile, dont la durée de retour est de cinq (5) ans, sont de 51,9 mm à Tchín-Tabaraden, 64 mm à Tahoua aéroport et 69,8 mm à Birni N'Konni (Figure 1).

Quand aux valeurs correspondant aux pluies maximales journalières égales au 90^{ème} percentile, dont la durée de retour est de dix (10) ans, elles sont

de 61,5 mm à Tchín-Tabaraden, 75,5 mm à Tahoua aéroport et 79,3 mm à Birni N'Konni (Figure 1).

En outre, la région de Tahoua enregistre des pluies extrêmes, des pluies extrêmes intenses et des pluies extrêmes exceptionnelles. En effet, selon le gradient Nord-sud :

Au Nord de la région, Tchín-Tabaraden a enregistré, au cours de la période 1968-2014, deux (2) pluies extrêmes supérieures au 90^{ème} percentile. Il s'agit de 65,4 mm enregistrés le 07 novembre 1989 et de 63 mm enregistrés le 08 août 2010, avec respectivement des durées de retour de 13 ans et 11ans. Tchín-Tabaraden n'a enregistré aucune pluie extrême intense supérieure au 95^{ème} percentile, mais a enregistré une pluie extrême exceptionnelle supérieure au 99^{ème} percentile de 119 mm le 18 août 1982, avec une durée de retour de 833 ans (Tableau 2).

Au centre de la région, Tahoua aéroport a enregistré, au cours de la période 1921-2014, quatre (4) pluies extrêmes supérieures au 90^{ème} percentile dont les durées de retour varient entre 11 ans et 14 ans. Il s'agit de 81 mm enregistrés le 13 août 1932, de 76,5 mm enregistrés le 18 août 1940, de 80 mm enregistrés le 29 juillet 1978 et de 76,8 mm enregistrés le 14 juillet 1994. Les pluies extrêmes intenses supérieures au 95^{ème} percentile enregistrées sont au nombre de deux (2). Il s'agit de 108 mm enregistrés le 31 juillet 1943, avec une durée de retour 80 ans et de 100,1 mm enregistrés le 22 août 1999, avec une durée de retour de 48 ans. Tahoua aéroport a aussi enregistré trois (3) pluies extrêmes exceptionnelles supérieures au 99^{ème} percentile. Il s'agit de 131,5 mm enregistrés le 25 juillet 1932 dont la durée de retour est de 370 ans, de 131 mm enregistrés le 31 août 1943 dont la durée de retour est de 357 ans et de 126,8 mm enregistrés le 14 août 1961 dont la période de retour est de 270 ans (Tableau 2).

Au Sud de la région de Tahoua, Birni N'Konni a enregistré, au cours de la période 1933-2014, cinq (5) événements pluvieux extrêmes supérieurs au 90^{ème} percentile dont les durées de retour varient de 12 ans à 18 ans. Ces pluies extrêmes sont : 87,2 mm enregistrés le 15 mai 1990, 83,5 mm enregistrés le 1^{er}

août 1940 et le 02 août 1957, 83 mm enregistrés le 23 août 1952 et 81,7 mm enregistrés le 27 août 1952. Birni N’Konni a enregistré trois (3) pluies extrêmes intenses supérieures au 95^{ème} percentile. Il s’agit de 91,1 mm enregistrés le 21 août 1992 avec une durée de retour de 25 ans, de 104,4 mm enregistrés le 09 août 1993 avec une durée de retour de 69 ans et de 109 mm enregistrés le 05 août 1994 avec une durée de retour de 99 ans. Les pluies extrêmes exceptionnelles supérieures au 99^{ème} percentile enregistrées sont également au nombre de trois (3). Il s’agit de 119,6 mm enregistrés le 08 août 1945 dont la durée de retour est de 227 ans, de 111,9 mm enregistrés le 14 août 1950 dont la durée de retour est de 123 ans et de 121,7 mm enregistrés le 10 septembre 2006 dont la durée de retour est de 267 ans (Tableau 2).

À Tchín-Tabaraden, 66,67% des événements pluvieux extrêmes se sont produits au mois d’août et 33,33% au mois de septembre. A Tahoua aéroport, 44,44% des événements pluvieux extrêmes se sont produits au mois de juillet et 55,56% au mois d’août. À Birni N’Konni, 9,09% des événements pluvieux extrêmes se sont produits au mois de mai, 81,82% au mois d’août et 9,09% au mois de septembre.

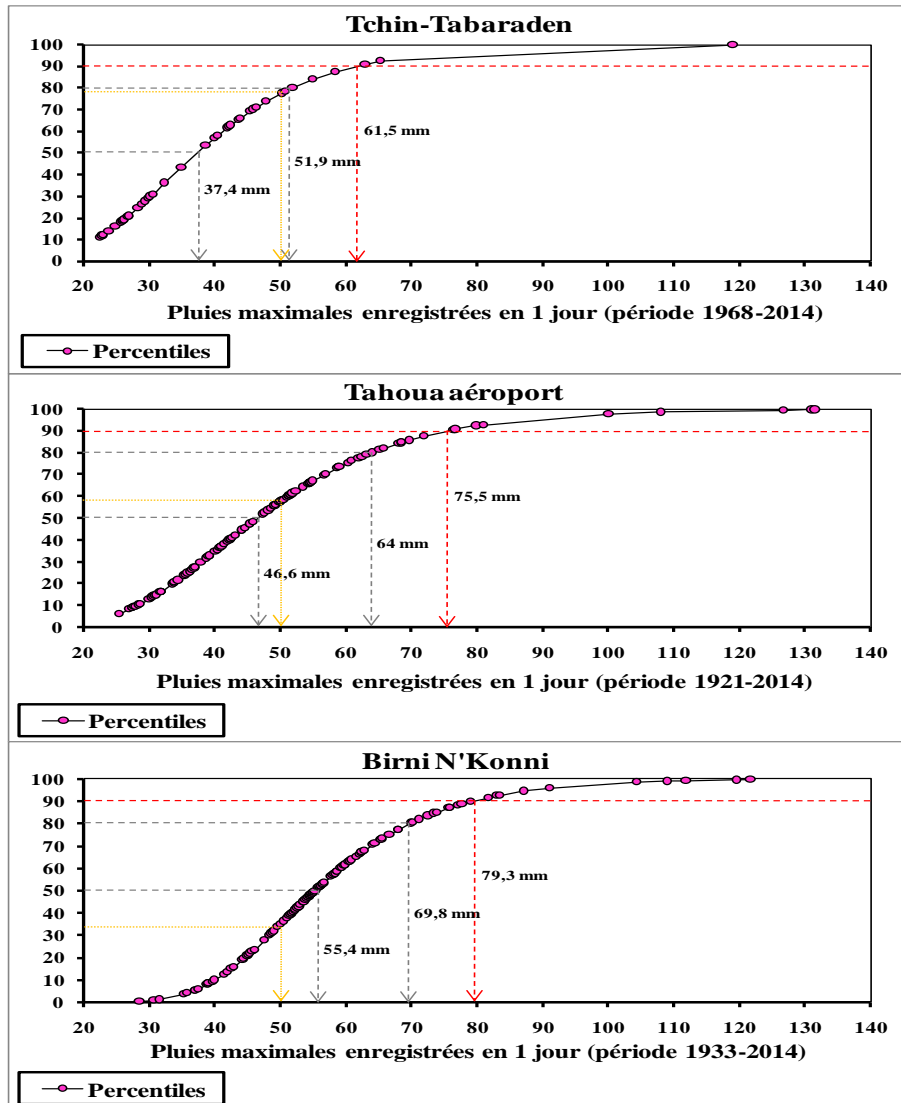


Figure 1 : Pluies maximales journalières et leurs durées de retour dans la région de Tahoua

Tableau 2 : Pluies extrêmes enregistrées en 1 jour et leurs durées de retour

Birni N'Konni	Pluies extrêmes (en mm)	Durée de retour (en ans)	Tahoua aéroport	Pluies extrêmes (en mm)	Durée de retour (en ans)	Tchin-Tabaraden	Pluies extrêmes (en mm)	Durée de retour (en ans)
	81,7	12		76,5	11		63	11
	83	13		76,8	11		65,4	13
	83,5	14		80	13			
	87,2	18		81	14			
	Pluies extrêmes intenses (en mm)	Durée de retour (en ans)		Pluies extrêmes intenses (en mm)	Durée de retour (en ans)		Pluies extrêmes intenses (en mm)	Durée de retour (en ans)
	91,1	25		100,1	48			
	104,4	69		108	80			
	109	99						
	Pluies extrêmes exceptionnelles (en mm)	Durée de retour (en ans)		Pluies extrêmes exceptionnelles (en mm)	Durée de retour (en ans)		Pluies extrêmes exceptionnelles (en mm)	Durée de retour (en ans)
	111,9	123		126,8	270		119	833
	119,6	227		131	357			
	121,7	267		131,5	370			

2.2. Conséquences des pluies maximales journalières sur l'agriculture

L'augmentation de pluies maximales journalières supérieures ou égales à 50 mm dans la région de Tahoua a pour conséquences hydro-morphologiques l'inondation des vallées. En effet, dans la région de Tahoua après les grosses pluies, les eaux de ruissellement des koris inondent les vallées et causent des dégâts importants sur les activités agricoles soit en ensablant ou en engorgeant d'eau les cultures au stade plantule, soit en empêchant la poursuite des activités agricoles à cause de la persistance de l'eau d'inondation comme c'est le cas par exemple dans la vallée de Tadhiss où les représentants de la coopérative de production des maraîchers de la dite vallées ont témoigné de la récurrence de ces phénomènes ces dernières années (Photo 1).

Au Sud de la région de Tahoua, la fréquence, des pluies maximales journalières supérieures ou égale à 50 mm, est plus forte. Cela contribue, fortement, à l'accroissement des écoulements avec des risques d'inondation et renforce le processus d'érosion hydrique. En effet, le Sud de la région de Tahoua connaît une forte activité érosive entraînant une dégradation intense

des sols arables, réduisant les superficies cultivables. Cette situation est visible sur le terrain à travers l'apparition des ravins dans les champs comme en témoigne le début de ravinement dans un champ dans la commune rurale de Yaya dans le département de Birni N'Konni (Photo 2). Ce ravinement intense a un impact certain sur le rendement des sols et donc sur les productions agricoles.



Photo 1 : Inondation dans la vallée de Tadhiss (Commune de la ville de Tahoua)



Photo 2 : Début de ravinement dans un champ à Yaya (département de Birni N'Konni).

Prises de vue : HASSANE KAKA Ibrahim

2. 3. Conséquences des pluies maximales journalières sur l'élevage

Dans la région de Tahoua, l'élevage subi de plein fouet les conséquences des changements des précipitations particulièrement les conséquences hydrométéorologiques. En effet, l'élevage de la région de Tahoua fait face, ces dernières années, aux conséquences néfastes des grosses pluies journalières. En effet, dès qu'un orage pointe à l'horizon, les vallées constituent le principal refuge des troupeaux. Malheureusement, ces derniers et leurs éleveurs sont, le plus souvent, surpris par les flots des eaux de ruissellement que les koris drainent dans les vallées. En 2017 par exemple, la commune rurale d'Akoubounou dans le département d'Abalak (Nord-est de la région de Tahoua en zone pastorale) a enregistré dans la nuit du 09 au 10 juillet 2017 une

pluie extrême intense de 85 mm. Dans le centre de multiplication de bétail d'Ibécetan (relevant de la commune rurale d'Akoubounou) et aux environs immédiats, ces précipitations intenses ont tué un nombre important de bétail des éleveurs pour la plupart transhumants. Selon la DDEL d'Abalak, des milliers de cadavres de petits ruminants jonchent le parcours de la mission du gouvernorat de la région de Tahoua sur des dizaines de kilomètres, le spectacle est même terrifiant car les précipitations intenses sont tombées sur les petits ruminants comme une bombe pluvio-orageuse (Image 1).

Par ailleurs, dans les vallées d'Akoubounou où les troupeaux et leurs éleveurs transhumants ont été surpris et coincés par les flots d'eau de ruissellement venant des Koris, l'ampleur de la catastrophe se passe de tout commentaire. En effets, dans les vallées, le déluge a noyé des milliers de têtes de petits ruminants dont les cadavres, en décomposition, flottent sur les eaux (Image 2). Devant le risque réel d'épidémie liée à la pollution de l'environnement, le gouverneur de la région de Tahoua a conseillé les populations de bouillir l'eau des mares avant de la consommer et d'enterrer ou de brûler les cadavres d'animaux. En outre, il a insisté sur la nécessité, pour les populations, de tenir compte des phénomènes liés aux changements climatiques.



Image 1 : Cadavres de petits ruminants tués par la forte pluie orageuse dans la vallée d'Akoubounou Ibécetan (Abalak).



Image 2: Petits ruminants morts par noyade (département d'Abalak).

Capture des images : HASSANE KAKA Ibrahim

2. 4. Conséquences des pluies maximales journalières sur le cadre de vie des populations

La région de Tahoua connaît, ces dernières années, une forte fréquence des phénomènes climatiques extrêmes particulièrement des fortes précipitations provoquant des inondations. Ces dernières, provoquent des dégâts matériels importants dans les villes et zones rurales, et même des pertes en vies humaines. Dans les villes de la région de Tahoua, l'urbanisation rapide et anarchique est un des facteurs qui amplifie le phénomène d'inondation. Dans les zones rurales, l'installation des villages dans les zones à risque est le principal facteur d'aggravation du phénomène. A titre d'exemple : le village de Bazagor (département de Tchín-Tabaraden), situé au Nord de la région de Tahoua en pleine zone pastorale, a enregistré des pluies extrêmes exceptionnelles de 115 mm le 14 juin 2016. Ces importantes précipitations, jamais enregistrées de mémoire d'homme dans ce village, ont, malheureusement, causé des pertes en vies humaines et des dégâts matériels importants. En effet, le bilan établi par la préfecture de Tchín-Tabaraden est le suivant : trois (3) morts, huit (8) maisons et plus d'une centaine de boutiques situées dans la vallée sont effondrées (Image 3), une centaine de tentes emportées par le vent et le courant d'eau, et des têtes d'animaux (composées de camelins, de bovins, d'ovins, de caprins et d'équins) sont disparus.

Plus au Sud de la région, fortes précipitations, d'une hauteur pluviométrique de 63 mm, se sont tombées sur la ville de Tahoua dans la nuit du 16 au 17 juillet 2018 causant d'importants dégâts matériels. Les quartiers les plus touchés sont Nassarawa, Wadata et Malala. Ces précipitations journalières maximales supérieures à 50 mm provoquent la crue de la mare Babayé qui menace les habitations riveraines. Le bilan provisoire, communiqué par le gouvernorat de la région de Tahoua, s'établi comme suit : plus quatre cents (400) maisons et trente-trois (33) cases effondrées (Image 4) soit 2856 personnes affectées par les inondations. A cela il faut ajouter quatre-vingt-neuf (89) petits ruminants emportés par les eaux, donc même l'embouche de petits

ruminants n'est pas épargnée par les inondations provoquées par les fortes précipitations. En outre, il faut aussi noter que cent quatre (104) champs ont été inondés.



Image 3 : Inondation dans le village de Bazagor (département de Tchintabaraden).



Image 4 : Maison inondées et effondrées dans la ville de Tahoua.

Capture des images : HASSANE KAKA Ibrahim

3. Discussion

Après la longue période de sécheresse météorologique du début des années 1970 jusqu'à la fin des années 1980, la région de Tahoua renoue à des conditions plus humides avec l'augmentation globale des grosses pluies journalières. En effet, ces dernières années sont caractérisées par un retour à des conditions plus humide avec une forte fréquence de pluies extrêmes dans la région de Tahoua. Ces résultats concordent avec ceux de Ly, M. et al. (2013) selon lesquels les conditions météorologiques et climatiques extrêmes commencent à prendre de l'ampleur dans le Sahel ouest africain. Au Sud-est du Niger, ces résultats concordent avec ceux de Karimou, B. M. (2015) qui

constate que les effets néfastes des phénomènes climatiques extrêmes constituent un handicap pour les développements de Gouré et Mainé Soroa, et il en est de même avec ceux d'Ozer, P. et al (2005, 2009 et 2016). A l'ouest du Niger, d'après Vieri, T. et Maurizio, T. (2016), l'évolution temporelle des pluies extrêmes met en relief l'augmentation des pluies extrêmes 95^{ème} centile et plus extrême 99^{ème} centile en moyenne sur la région de Tillabéry.

Conclusion

En définitive, la région de Tahoua connaît, au cours de ces dernières années, des grosses pluies avec de courtes durées de retour. Tous ces changements des précipitations ne sont pas sans conséquences sur l'agriculture, sur l'élevage et le cadre de vie des populations de la région de Tahoua. D'où la nécessité de renforcer les mécanismes de réponses immédiates face aux catastrophes naturelles et les systèmes d'alerte précoce afin de prévenir d'éventuelles catastrophes naturelles dans la région de Tahoua.

Références bibliographiques

- ABDELATIF Djerboua, DANIEL Duband, & PHILIPPE Bois, 2004, « Estimations des lois des précipitations extrêmes à partir des données journalières complètes », *La Houle Blanche*, n° 3, pp. 65-74.
- GIEC, 2007, *Climate change 2007: Synthesis report*, Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the International Panel on Climate Change [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (eds.)], Geneva, Switzerland, 104 p.
- KARIMOU BARKE Mahamadou, 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.
- KARIMOU BARKE Mahamadou, AMBOUTA Karimou Jean-Marie, SARR Benoît, & BERNARD Tychon, 2015, « Analyse des phénomènes

- climatiques extrêmes dans le Sud-est du Niger », *XXVIII Colloque de l'Association internationale de climatologie*, Liège 2015, pp. 537-542. http://www.climato.be/aic/colloques/actes/ACTES_AIC2015 (consulté le 23.10. 2017).
- LY Mouhamed, TRAORÉ Seydou B., ALHASSANE Agali, SARR Benoît, 2013, « Evolution of some observed climate extremes in the West African Sahel », *Weather and Climate Extremes*, 1, pp. 19-25.
- OZER Pierre, BODART Cathérine & BERNARD Tychon, 2005, « Analyse climatique de la région de Gouré, Niger oriental : récentes modifications et impacts environnementaux », *Revue européenne de Géographie*, pp. 308-331.
- OZER Pierre, HOUNTONDI Yvon-Carmen & LAMINOUS Manzo Ousmane, 2009, « Evolution des caractéristiques pluviométriques dans l'Est du Niger de 1940 à 2007 », *Geo-Eco-Trop.*, 2009, 33, n.s, pp. 11-30. www.geocotrop.be/uploads/pub_331_2.pdf (consulté le 23. 10. 2017).
- OZER Pierre, LAMINOUS Manzo Ousmane, TIDJANI Adamou Didier, DJABY Bakary & DE LONGUEVILLE Florence, 2016, *Evolution récente des extrêmes pluviométriques au Niger (1950-2014)*. Travail pour combler les lacunes constatées dans l'analyse des précipitations extrêmes au Niger sur le long terme, 4 p. <https://orbi.ulg.ac.be/bitstream/2268/204494/1/.pdf> (consulté le 23. 10. 2017).
- SIVAKUMAR Mannava V. K., MAIDOUKIA Alio & STERN Roger D., 1993, *Agro-climatologie de l'Afrique de l'Ouest: Niger*, deuxième édition, ICRISAT, 108 p.
- STERN Roger, KNOCK Joan, RIJKS Derk & DALE Ian, 2006, *Instat + for windows, Version 3. 36 An interactive statistics package*. Reading: University of UK, 40 p.
- VIERI Tarchiani & MAURIZIO Tiepolo, 2016, *Risque et adaptation climatique dans la région de Tillabéry, Niger*. Pour renforcer la capacité d'analyse et de l'évaluation, édition l'Harmattan, Paris, 276 p.