

# EFFETS SOCIO-ÉCONOMIQUES ET ENVIRONNEMENTAUX DES RISQUES HYDROCLIMATIQUES DANS LE BASSIN VERSANT DU FLEUVE OUÉMÉ À L'EXUTOIRE DE BÉTÉROU AU BÉNIN (AFRIQUE DE L'OUEST)

KOUDAMILORO O.<sup>1</sup>, VISSIN E.W.<sup>1</sup>, SINTONDI L.O.<sup>2</sup>, HOUSSOU C.S.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire Pierre PAGNEY : Climat, Eau, Écosystème et Développement (LACEEDE) / Université d'Abomey-Calavi. BP 526, Cotonou République du Bénin.

<sup>2</sup>Laboratoire d'Hydraulique et de Maîtrise de l'Eau, LHME, Université d'Abomey-Calavi (UAC), Bénin.  
[olivierkoudamilaro@gmail.com, exlaure@gmail.com, o\_sintondji@yahoo.fr]

**Résumé** - Cette étude vise à analyser les effets socio-économiques et environnementaux des risques hydroclimatiques dans le bassin versant du fleuve Ouémé à Bétérou. A cet effet des données pluviométriques (hauteur de pluies journalières et mensuelles) et hydrométriques (débits) de 1971 à 2010 ont été collectées. Les résultats montrent que le bassin versant de l'Ouémé à Bétérou est caractérisé par des sécheresses à des degrés divers. Ainsi, sur la période de 1971 à 2010, le bassin a connu 10 années de sécheresse modérée, 6 années de sécheresse forte, 19 années d'humidité modérée, 3 années d'humidité forte, une année de sécheresse extrême et une année d'humidité extrême. De même, l'étude a montré que les années ayant les valeurs « record » de pluies maximales journalières sur les différentes stations sont 2005 à Djougou avec 147,1 mm et 1974 à Bétérou, avec 144 mm. Les conséquences de ces perturbations climatiques sont déjà perceptibles dans le milieu et constituent des aléas qui entravent le développement socio-économique.

**Mots clés** : Bétérou, risques hydroclimatiques, sécheresse, humidité.

**Abstract** - Socio-economic and environmental effects of the hydroclimatic risks in the catchment area of the Ouémé river at the discharge system of Beterou, Benin (West Africa). This study aims at analyzing the socio-economic and environmental effects of hydroclimatic risks in the catchment of the Ouémé river in Bétérou. To this end, climatological (daily and monthly rainfall amounts) and hydrometric (flows) data of 1971 to 2010 were collected. The results show that the catchment of Ouémé in Bétérou is characterized by droughts to various degrees. Thus over the period of 1971 to 2010, the basin knew 10 years of moderated drought, 6 years of strong drought, 19 years of moderate moisture, 3 years of strong moisture, one year of extreme drought and a year of extreme moisture. The study also showed that the years having the "record" values of maximum daily rainfall amount recorded at various stations are 2005 in Djougou with 147.1 mm, and 1974 in Bétérou, with 144 mm. The consequences of these climatic disturbances are already perceptible and constitute risks which block the socio-economic development.

**Key words**: Bétérou, hydroclimatic risks, drought, moisture

## Introduction

Les États africains, spécifiquement ceux de l'Afrique de l'Ouest et Centrale présentent une sensibilité accrue aux situations extrêmes (inondations, sécheresses) en raison de leur structure économique, sociale et démographique. Ces extrêmes entraînent fréquemment des déplacements massifs de population, une paralysie économique, et dans les situations les plus graves, famines et pertes de nombreuses vies humaines (Ardoin-Bardin, 2004). Aucune région du monde n'est à l'abri des phénomènes hydroclimatiques, quel qu'en soit le type. Le bassin de l'Ouémé à Bétérou est aussi soumis à une variabilité spatio-temporelle des indices d'humidité. Ce qui explique que les cultures se trouvent dans des conditions moins optimales. La culture de l'igname par exemple dans le bassin de l'Ouémé à Bétérou subit des déficits hydriques très accentué en début de culture. Il faut remarquer également que les excédents constatés lors de la maturité provoquent parfois le pourrissement des tubercules (Oyéniaran, 2011). La récurrence de ces risques ainsi que leurs interactions ne peuvent plus être ignorées aujourd'hui des décideurs publics ou privés et des citoyens. Ainsi, les populations répondent collectivement ou individuellement aux risques climatiques en général, à leurs effets néfastes et aux conséquences subies par des mesures adaptatives d'ordres préventifs ou curatifs (Aho, 2006). Le bassin de l'Ouémé à Bétérou est situé au nord du Bénin et a pour coordonnées géographiques: les latitudes 9° et 10°30' N, et les longitudes 1°30' et 3° E (Fig. 1).



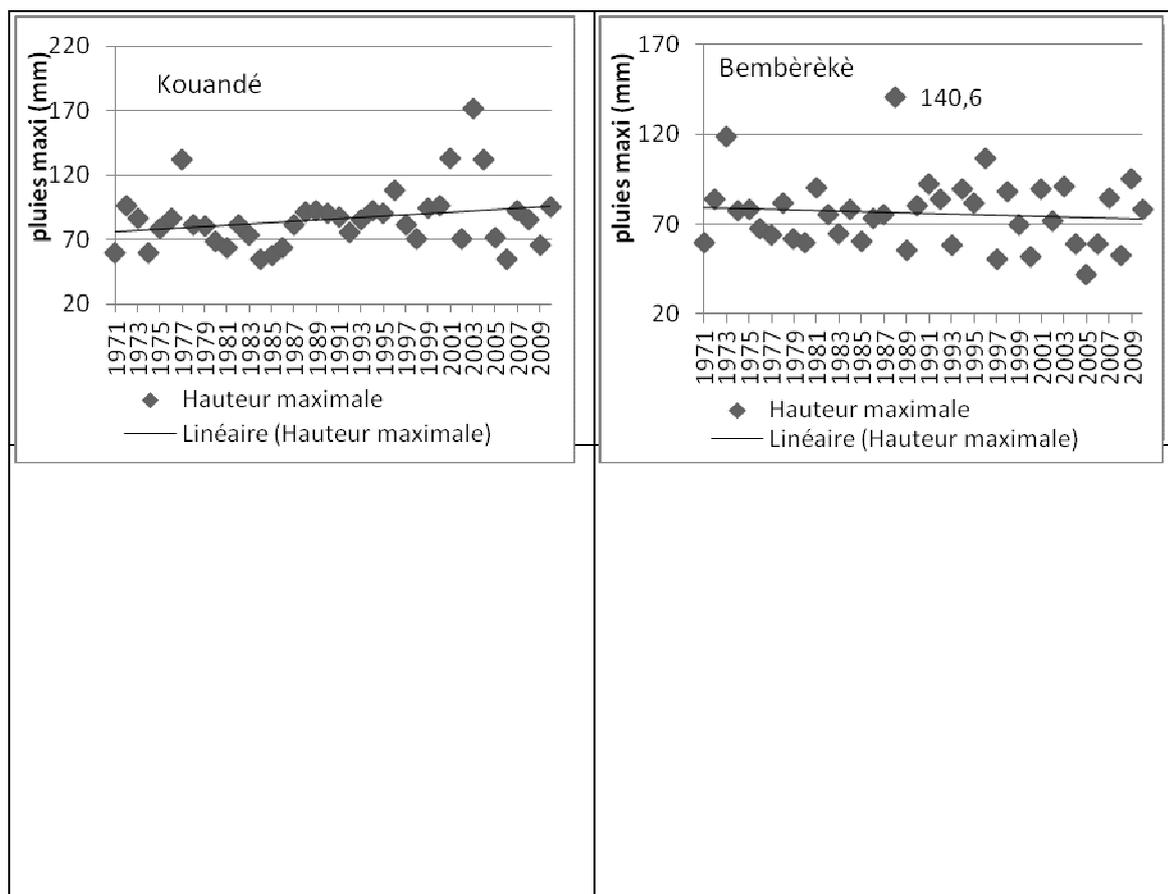
**Tableau 1.** Classification de la sécheresse en rapport avec la valeur du SPI

Classe SPI	Interprétation
$SPI > 2$	Humidité Extrême (HE)
$1 < SPI < 2$	Humidité Forte (HF)
$0 < SPI < 1$	Humidité modérée (HM)
$-1 < SPI < 0$	Sécheresse Modérée (SM)
$-2 < SPI < -1$	Sécheresse Forte (SF)
$SPI < -2$	Sécheresse Extrême (SE)

## 2. Résultats

### 2.1. Variabilité interannuelle des hauteurs de pluie journalière maximales

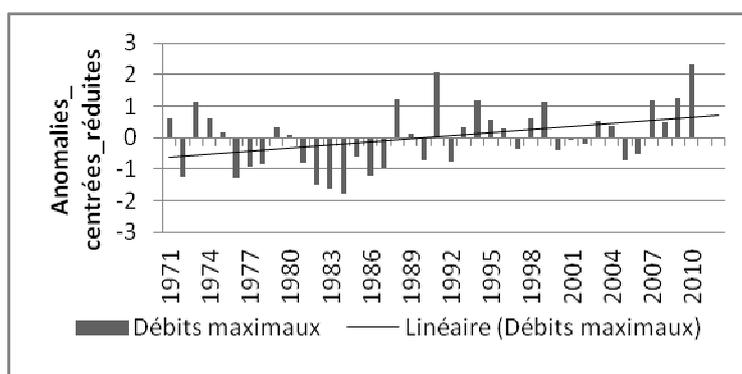
La figure 2 présente l'évolution interannuelle des pluies journalières maximales aux stations de Djougou, Bembèrèkè, Kouandé et Bétérou. De son analyse, il ressort que sur l'ensemble des quatre stations, il y a eu des années où les hauteurs de pluies maximales sont susceptibles de provoquer des inondations. Les années ayant les valeurs « record » de pluie maximales pour les différentes stations sont 2005 à Djougou avec 147,1 mm, 1974 à Bétérou avec 144 mm, 1988 à Bembèrèkè avec 140,6 mm et 2003 à Kouandé avec 171,6 mm. Dans l'ensemble (Kouandé, Djougou, Bétérou), la tendance des pluies journalières maximales est à la hausse. Ces extrêmes sont susceptibles d'induire un risque écologique et contribuent à l'avènement des crues occasionnant des inondations et des dégâts aussi bien sur les plans socioéconomique, environnemental.



**Figure 2.** Variation interannuelle des hauteurs pluviométriques journalières maximales à Djougou, Bétérou, Kouandé, Bembèrèkè de 1971 à 2010

## 2.2. Variabilité interannuelle des débits maximaux journaliers dans le bassin versant de l'Ouémé à Bétérou de 1971 à 2010

Les années de crues qui sont en partie cause des inondations dans le bassin versant de l'Ouémé à Bétérou ont été identifiées dans la figure 3. Son analyse montre qu'au cours de la période 1971-2010, le bassin de l'Ouémé a connu 13 années de crues à la station hydrométrique de Bétérou. Les années 1991, 1999, 2009 et 2010 ont été marquées par les plus fortes crues. Les années qui connaissent des excédents pluviométriques, selon les populations enquêtées, sont celles où elles se sont confrontées à des conséquences dommageables aux plans socioéconomique, environnemental, surtout pour les années 1991 et 2010. En effet, ces excédents ne génèrent rien que des inondations qui occasionnent des dégâts, la destruction des cultures (Totin, 2012).



**Figure 3.** Variabilité interannuelle des débits maximaux journaliers dans le bassin de versant du fleuve Ouémé à l'exutoire de Bétérou

Source des données : DGEau, 2013

## 2.3. Caractérisation de la sécheresse

Le calcul du SPI a été utilisé en vue de caractériser le niveau de sévérité des déficits pluviométriques observés et d'apprécier l'ampleur de la sécheresse (ou de l'humidité), par décennies (tableaux 2, 3, 4, 5).

**Tableau 2.** Indices Standardisés de Précipitations de la décennie 1971 à 1980

Années	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
SPI	-0,381	-0,413	0,618	0,341	0,432	0,218	-0,559	0,770	0,708	-0,419
Degrés	SM	SM	HM	HM	HM	HM	SM	HM	HM	SM

**Tableau 3.** Indices standardisés de précipitations de la décennie 1981 à 1990

Années	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
SPI	-1,353	-1,263	-2,177	-0,777	0,134	-0,593	-1,656	0,646	-0,241	0,028
Degrés	SF	SF	SE	SM	HM	SM	SF	HM	SM	HM

**Tableau 4.** Indices standardisés de précipitations de la décennie 1991 à 2000

Années	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
SPI	1,921	0,087	0,128	1,232	1,320	0,442	0,542	1,233	0,834	-0,090
Degrés	HM	HM	HM	HF	HF	HM	HM	HF	HM	SM

**Tableau 5.** Indices standardisés de précipitations de la décennie 2001 à 2010

Années	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
SPI	0,035	0,478	-0,541	-1,609	0,530	-1,689	0,330	2,489	-1,239	-0,494
Degrés	HM	HM	SM	SF	HM	SF	HM	HE	SF	SM

Le calcul des SPI permet de déterminer le degré d'humidité ou de sécheresse du milieu (Bergaoui et Alouini, 2001). Lorsque  $SPI > 2$ , on parle d'humidité extrême (HE); pour  $1 < SPI < 2$ , on a une humidité forte (HF); pour  $0 < SPI < 1$ , on a une humidité modérée (HM); pour  $-1 < SPI < 0$ , on a une sécheresse modérée (SM); si  $-2 < SPI < -1$ , on a une sécheresse forte (SF); et si  $SPI < -2$  la sécheresse est qualifiée d'extrême (SE).

De l'analyse de ces tableaux 2-5, il faut signaler que si l'on considère la série de 40 années dans son ensemble, il est constaté que la zone a connu 10 années de sécheresse modérée, six 6 années de sécheresse forte, 19 années d'humidité modérée, 3 années d'humidité forte, une année de sécheresse extrême et une année d'humidité extrême. Il convient de signaler que pour l'ensemble de la série 1971-2010, il y a eu une année d'humidité extrême et une année de sécheresse extrême, ce qui favorise l'existence de risques hydroclimatiques dans le bassin versant de l'Ouémé à Bétérou.

## **2.4. Effets socio-économiques, environnementaux des aléas hydroclimatiques dans le bassin versant de l'Ouémé à Bétérou**

### **2.4.1. Effets environnementaux des aléas hydroclimatiques**

L'agressivité des pluies, ces dernières années, a contribué à l'importance de l'érosion des sols, particulièrement des sols dénudés. Toutes ces formes d'érosion entraînent un appauvrissement du sol. 70 % des personnes enquêtées ont enregistré les trois formes d'érosion notamment dans les champs situés sur les versants (Photo 1). Par ailleurs, les activités anthropiques telles que le déboisement des berges et l'exploitation des berges à des fins de cultures amplifient ces érosions.

### **2.4.2. Effets sur la production végétale**

En années humides extrêmes, dans les zones de dépression pour l'ensemble du bassin, des producteurs affirment avoir perdu en 2010 la totalité des cultures pour raison d'inondation, et ce pour la grande saison de la campagne agricole passée bien entendu. Pour avoir une idée plus précise de l'ampleur des dégâts, les producteurs de maïs et le sorgho ont été enquêtés et 70 % affirmait avoir connu des pertes de maïs allant de 30 à 80 % avec une moyenne de 51 %.

D'ailleurs, c'est pourquoi les paysans s'adonnent à des pratiques consistant à développer deux ou plusieurs cultures sur le même lot de terrain et dans la même période.

La photo 2 présente, en arrière-plan des cultures du sorgho (*Sorghum bicolor*) et celles du manioc, en avant plan les buttes géantes destinées à la culture de l'igname. Dans un contexte où l'agriculture pluviale constitue la source d'alimentation et de revenus de plus de 70 % de la population, la survenance des années déficitaires est source de pénurie alimentaire débouchant parfois sur la famine et des crises



**Photo 1.** Erosion du sol par les eaux de ruissellement en direction du fleuve Ouémé  
**Prise de vue :** KOUDAMILORO O., novembre 2013



**Photo 2.** Association de culture (Igname, Sorgho, manioc) à Bétérou  
**Prise de vue :** KOUDAMILORO O., novembre 2013

socioéconomiques, voire politiques (Boko, 2004 ; Ogouwalé, 2006).

#### 2.4.3. Conséquences sur la production halieutique

Au niveau de la production halieutique, c'est seulement 40 % de la population échantillonnée qui s'adonnent à cette activité. En effet, ces derniers exploitent le fleuve Ouémé et ses affluents de grande importance pour la production halieutique. En situation de pluie abondante, ces masses d'eau sont débordées, ce qui, d'une part, favorise l'émigration des poissons, surtout des mares pour des destinations très peu connues et, d'autre part, entretiennent un terrain favorable pour une migration d'autres espèces de poissons à faible valeur commerciale. En période chaude où les températures sont très élevées, on assiste au réchauffement des eaux des mares qui contiennent très peu d'eau, ce qui entraîne la mort des poissons et surtout des alevins par manque d'oxygène dissous (eutrophisation). L'eutrophisation est accélérée par les fortes températures et l'illuviation des résidus d'engrais favorisent le foisonnement des algues et des plantes aquatiques. Ainsi, la production halieutique est affectée selon leurs dires.

### Conclusion

Au terme de cette étude, il ressort que les péjorations climatiques et les actions anthropiques sont les facteurs de pressions qui se manifestent sur l'environnement. Cela se traduit par les indicateurs environnementaux, sociaux et économiques. Mais aussi par le niveau actuel de dégradation de l'environnement. Cela a amené à l'identification des enjeux environnementaux liés à la pression.

### Références bibliographiques

- Aho N., 2006 : Évaluation concertée de la vulnérabilité aux variations actuelles du climat et aux phénomènes météorologiques extrêmes. Rapport de Synthèse. PANA-Bénin/ MEPN-PNUD, Cotonou, 52p.
- Ardoin-Bardin S., 2004 : Variabilité hydroclimatique et impacts sur mes ressources en eau de grands bassins hydrographiques en zone soudano-sahélienne. Thèse de Doctorat, Université Montpellier II, 437 pages.
- Bergaoui M. et Alouini A., 2001 : Caractérisation de la sécheresse météorologique et hydrologique: Cas du bassin versant de Siliana en Tunisie. *Sécheresse*, 12(2), 205-213.
- Boko M., 2004 : Gestion des risques hydro-climatiques et développement économique durable dans le bassin du Zou. Université d'Abomey-calavi/Laboratoire de Climatologie. 51p
- Ogouwalé E., 2006 : Changements climatiques dans le Bénin méridional et central : indicateurs, scénarios et prospective de la sécurité alimentaire, LECREDE/ FLASH/ EDP/ UAC, Thèse de Doctorat unique, 302 p.
- Oyéniaran R., 2011 : Contribution à l'étude des approches endogènes d'adaptation des producteurs agricoles à la variabilité climatique dans le bassin supérieur de l'Ouémé à Bétérou. Mémoire de maîtrise de Géographie, UAC/FLAH/DGAT, 83p.
- Totin V. S. H., 2012 : Analyse de l'existant en matière de systèmes d'alerte et de produits de vigilance face aux risques climatiques en Afrique subsaharienne, 221 pages.