

## ÉVOLUTION CLIMATIQUE, PERCEPTION ET ADAPTATION DES COMMUNAUTÉS RURALES DU PLATEAU D'ABOMEY (BENIN)

OZER P.<sup>1</sup>, HOUNTONDJI Y.-C.<sup>1, 2</sup>, AHOMADEGBE M. A.<sup>1</sup>, DJABY B.<sup>1</sup>, THIRY A.<sup>3</sup>, De LONGUEVILLEF.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Département des Sciences et Gestion de l'Environnement, Université de Liège, Avenue de Longwy 185, B-6700 Arlon, Belgique, [pierre.ozier@gmail.com](mailto:pierre.ozier@gmail.com)

<sup>2</sup> Département Aménagement et Gestion des Ressources Naturelles, Faculté d'Agronomie, Université de Parakou, Bénin.

<sup>3</sup> Centre de recherches Spiral, Département de Science Politique, Université de Liège, Belgique

<sup>4</sup> Département de Géographie, Université de Namur, Belgique

**Résumé :** L'Afrique de l'Ouest est l'une des régions les plus vulnérables face aux changements climatiques. Cette étude analyse d'une part les tendances des précipitations et des températures extrêmes des six stations synoptiques du Bénin. De l'analyse des données, il ressort que les précipitations diminuent alors que les températures augmentent très significativement. Les nuits froides (1<sup>er</sup> percentile de TMin) sont en baisse très significative contrairement aux épisodes de journées chaudes (99<sup>e</sup> percentile de TMax) qui sont en hausse très significative. Aucune tendance n'est observée par rapport à la fréquence des événements pluviométriques extrêmes. Par ailleurs, les populations rurales du plateau d'Abomey ont été interviewées quant à leur perception des risques climatiques. De ces investigations de terrain, il ressort que les risques climatiques majeurs identifiés par les autochtones sont la variabilité spatio-temporelle des précipitations et du déficit/excès pluviométrique (sécheresse / inondation) ; les vents violents ; et les chaleurs excessives. Face aux impacts de ces risques, les paysans interrogés développent à leur manière des stratégies endogènes d'adaptation, qui sont pour la plupart non rationnelles et loin de régler durablement les problèmes liés aux changements climatiques. Des études plus approfondies méritent d'être menées afin d'identifier avec ces communautés des options d'adaptation pragmatiques et durables.

**Mots-clés :** Changement climatique, perception, adaptation, Bénin.

**Abstract:** *Climate change, perception and adaptation of rural communities in the plateau of Abomey, Benin.*

West Africa is extremely vulnerable to climate change. This paper first analyses recent trends in extreme rainfall and temperatures recorded at six synoptic stations in Benin. Results show that rainfall is declining while temperatures are increasing significantly. Cold nights (1<sup>st</sup> TMin percentile) are decreasing very significantly while hot days (99<sup>th</sup> TMax percentile) are increasing very significantly. No trend is observed in the frequency of extreme rainfall events. Then, rural populations of the plateau of Abomey were interviewed about their perception of climatic risks. They highlighted that major risks are spatiotemporal rain variability and rainfall shortage / excess (drought / flood), strong winds, and excessive temperature. Confronted with these hazards, local farmers are developing on their own endogenous strategies, which are mostly not rational and far from solving climatic hazards in a sustainable way. More detailed studies are needed in order to identify together with these communities pragmatic and sustainable adaptive options.

**Keywords:** Climate change, perception, adaptation, Benin.

### Introduction

Les effets du réchauffement du système climatique sont ressentis à l'échelle globale : hausse des températures moyennes, élévation du niveau moyen de la mer et fonte massive des glaciers continentaux en sont les manifestations les plus visibles (IPCC, 2007). Par rapport à ces stress climatiques, les sociétés tentent de s'adapter et de trouver des solutions sur le long terme. Il est maintenant clairement établi que les populations les plus vulnérables à ces modifications climatiques se trouvent dans des zones où se juxtaposent une forte croissance de la population, une pauvreté endémique ne permettant pas d'investissements à moyen ou à long terme, une absence de vision politique et, bien souvent, l'inaccessibilité aux données climatiques de base. Cet article présente les récentes tendances des précipitations (1940 à 2010) et des températures (1960 à 2010) au Bénin et les confrontent aux perceptions de ces changements ressentis par les populations rurales du plateau d'Abomey. Les paysans sont ensuite interrogés par rapport à leurs stratégies endogènes d'adaptation.

### 1. Zone d'étude

La République du Bénin est un pays d'Afrique de l'Ouest situé entre 6°10' et 12°25' N et entre 0°45' et 3°55' E. Sa superficie est de 112 620 km<sup>2</sup>. Le plateau d'Abomey est situé dans le département du Zou au sud du Bénin et couvre une superficie de 1487 km<sup>2</sup>, soit 1,32 % de

la superficie du Bénin. Il est localisé entre 1°53' et 2°19' E et entre 7°00' et 7°22' N (Fig. 1). La population du plateau d'Abomey s'élevait en 2002 à 496.936 habitants, soit une densité de 334 habitants/ km<sup>2</sup>. Le taux d'accroissement de la population est en moyenne de 2,4% entre 1992 et 2002 (RGPH, 2002). L'agriculture est la principale activité de ce plateau et occupe environ 80% de la population active (INSAE, 2002). Actuellement, la végétation naturelle est composée essentiellement de savane boisée, arborée et arbustive. Cependant, les exploitations commerciales (bois de service, charbon de bois) menacent dangereusement ce couvert végétal en constante dégradation (Oloukoi, 2013).

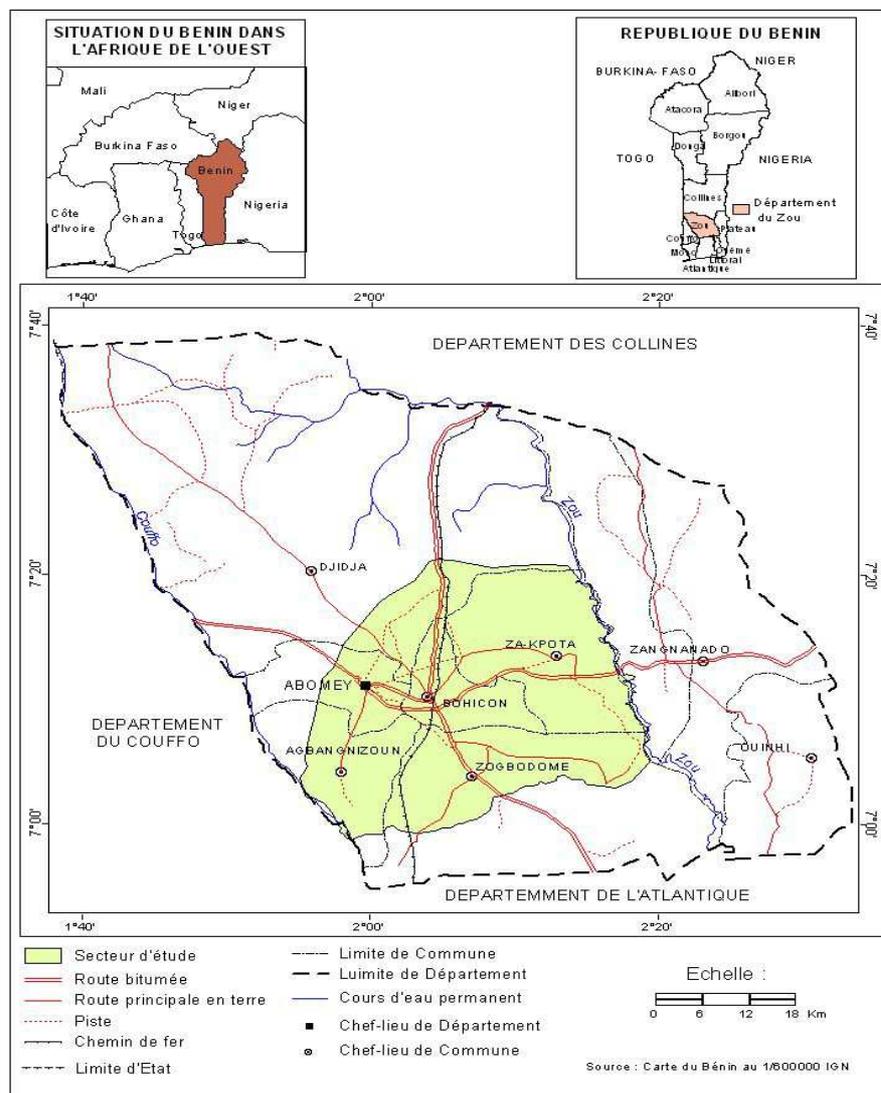


Figure 1. Situation géographique du Bénin et localisation du plateau d'Abomey.

## 2. Données et méthodes

### 2.1. Analyse climatique

Afin d'analyser les grandes tendances de l'évolution de certains paramètres climatiques au Bénin, nous avons obtenu de la Direction de la Météorologie Nationale à Cotonou, les données pluviométriques de 1940 à 2010 et de températures minimale et maximale de 1961 à 2010 au pas de temps journalier. Ces données concernent six stations synoptiques du pays : Bohicon, Cotonou, Kandi, Natitingou, Parakou et Savé dont les caractéristiques sont présentées dans le tableau 1.

Tableau 1. Caractéristiques des stations synoptiques utilisées dans cette étude. Pluviométrie = moyenne 1940-2010 (sauf Cotonou : 1953-2010) ; Températures (TMin, Tmoy, TMax) = moyenne 1961-2010.

Station	Lat. (N)	Long. (E)	Alt. (m)	Pluviométrie (mm)	TMin (°C)	Tmoy (°C)	TMax (°C)
Cotonou	6°21'	2°23'	4	1323,5	24,5	27,4	30,3
Bohicon	7°10'	2°04'	166	1113,1	22,9	27,8	32,6
Kandi	11°08'	2°56'	290	1028,5	21,3	27,9	34,4
Natitingou	10°19'	1°23'	460	1269,8	21,0	27,1	33,3
Parakou	9°21'	2°36'	392	1166,7	21,3	27,1	32,9
Savé	7°59'	2°26'	199	1100,5	22,2	27,6	33,0

Étant donné l'hétérogénéité spatiale des pluies et des températures sur un vaste territoire, Lamb (1982) a proposé une analyse régionalisée des précipitations (températures) dénommée *indice d'anomalie pluviométrique (de température)* calculée par la relation suivante (Eq. 1) :

$$X_j = \frac{1}{N_j} \sum_{i=1}^{N_j} \frac{r_{ij} - \bar{r}_i}{\sigma_i}$$

où  $r_{ij}$  est la pluie (température) mesurée en une année  $j$  à une station  $i$ ,  $r_i$  et  $\sigma_i$  sont les moyenne et écart-type des précipitations (températures) enregistrées à la station  $i$  et  $N_j$  est le nombre de stations présentant des valeurs pour l'année  $j$ .

Cependant, pour convertir l'écart-type en millimètres (°C), il faut ensuite dénormaliser l'équation 1 de la manière suivante (Jones & Hulme, 1996) (Eq. 2) :

$$P_j = X_j \bar{\sigma} + \bar{P}$$

où  $P_j$  est l'anomalie pluviométrique (de température) exprimée en mm (°C) en une année  $j$ ,  $\sigma$  est l'écart-type moyen des séries pluviométriques (de températures) et  $P$  est la moyenne pluviométrique (de température) régionale établie sur une période comprenant peu de lacunes (ce qui est le cas ici).

Les indices utilisés annuellement pour les pluies sont : le total pluviométrique, le nombre total de jours humides (précipitations  $\geq 1$  mm) et la fréquence des événements pluviométriques extrêmes basés sur le 99<sup>e</sup> percentile. Pour les températures, il s'agit des valeurs moyennes annuelles des températures minimales (TMin), maximales (TMax) et moyennes (Tmoy) ; les nuits froides et les journées chaudes sont caractérisées par des TMin  $\leq 1^{\text{er}}$  percentile et des TMax  $\geq 99^{\text{e}}$  percentile. Tous les percentiles sont calculés sur la période 1971-2000.

Les détections des tendances ont été réalisées par les calculs des coefficients de rang de Spearman et de Kendall, ces méthodes sont adaptées notamment pour l'analyse des séries chronologiques. Nous avons considéré que les tendances sont significatives si la probabilité  $p$  associée au coefficient est inférieure à 0,05. Le signe du coefficient indique si la tendance est à la hausse ou à la baisse. Pour les tendances significatives, les pentes ont été calculées afin de déterminer l'intensité de l'évolution.

## 2.2. Enquête de terrain

Une enquête a été conduite dans la région du plateau d'Abomey afin d'identifier les modifications climatiques telles que perçues par les paysans, de même que les stratégies d'adaptation endogènes développées pour répondre à ces changements. A cet effet, des questionnaires ont été administrés à 114 paysans dans la classe d'âge 40-60 ans répartis sur les 6 communes qui couvrent le plateau d'Abomey. Dans chaque commune, deux arrondissements ont été choisis au hasard et dans chaque arrondissement deux villages ont été chaque fois retenus. Les enquêtes se sont déroulées en août 2008, le plus souvent dans les langues locales. Elles sont constituées par deux fiches : la première collecte les risques climatiques perçus ainsi qu'une brève description de ces derniers et la seconde recueille les informations relatives aux stratégies d'adaptation endogènes préventives et curatives.

### 3. Résultats

#### 3.1. Evolution climatique

La série chronologique des précipitations annuelles agrégées pour le Bénin est présentée à la figure 2. Une légère diminution des précipitations (Moy : 1165,8 mm ; tendance : -6,1 mm/10 ans) est observée mais la tendance n'est pas significative. L'analyse par station montre que les pluies à Bohicon présentent une légère augmentation alors qu'elles sont en léger déclin ailleurs; ces tendances ne présentant jamais un caractère significatif. En ce qui concerne le nombre total de jours humides, l'indice agrégé pour le Bénin présente une diminution non significative (Moy : 77,7 jours ; -0,7 jour/10 ans). Cependant, les tendances par station sont très contrastées : Kandi et Natitingou présentent des diminutions significatives ; Cotonou, Bohicon et Savé présentent des diminutions non significatives ; alors qu'une augmentation significative est observée à Parakou. Quant à la fréquence des événements pluviométriques extrêmes, elle ne présente aucune tendance sur la période 1940-2010. L'analyse par station montre des tendances légèrement à la hausse ou à la baisse sans jamais être significatives.

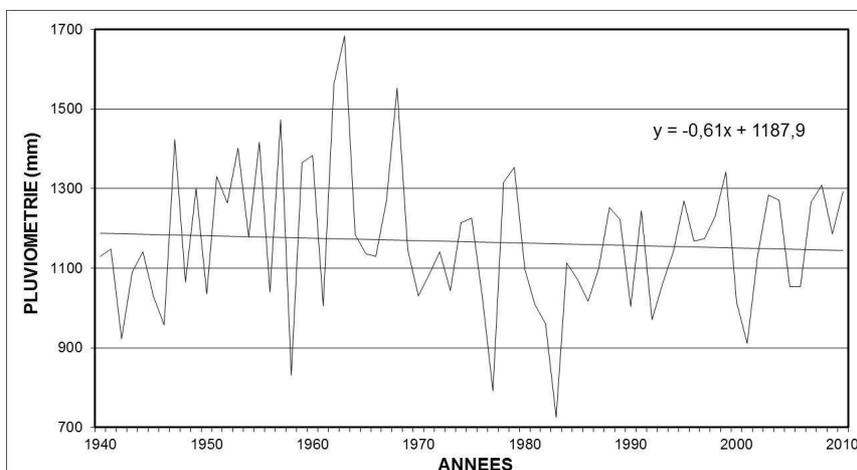


Figure 2. Evolution et tendance des précipitations annuelles au Bénin de 1940 à 2010.

L'analyse des séries chronologiques des indices de températures montre des modifications très importantes qui témoignent du réchauffement en cours au Bénin. En effet, les tendances calculées sur les TMin, TMax et Tmoy montrent une augmentation très significative ( $p < 0,0001$ ) de ces trois indices. Tmoy a augmenté de 1,30 °C au cours de la période 1960-2010. L'année la plus chaude de toute la série était 2006 avec une température moyenne de 28,3 °C, soit 0,85 °C au-dessus de la moyenne 1971-2000. Les cinq années les plus chaudes de l'ensemble de la série sont enregistrées depuis 1998. La période 2001-2010 a été de 0,59 °C plus élevée que la moyenne 1971-2000. TMin (+1,46 °C) a augmenté plus vite que TMax (+1,14 °C) (Fig. 3). Le plus impressionnant se note dans les indices des températures extrêmes (Fig. 4). En effet, entre les décennies 1960 et 2000, le nombre annuel de nuits froides présente une sévère réduction (-62%) alors que les journées chaudes ont fortement augmenté (+580%). Pour tous ces indices, les stations présentent des tendances significatives sauf pour l'évolution du nombre de nuits froides à Natitingou.

#### 3.2. Perception et stratégies d'adaptation

Les résultats des enquêtes de terrain révèlent que les paysans identifient les risques climatiques comme suit : (i ; 34%) variabilité spatio-temporelle des pluies / modification du régime pluviométrique / mauvaise répartition des pluies ; (ii ; 22%) vents violents ; (iii ; 20%) excès / déficits pluviométriques (inondations / sécheresses) ; (iv ; 18%) chaleur excessive ; et (v ; 6%) présence de l'Harmattan et/ou poussières sahariennes.

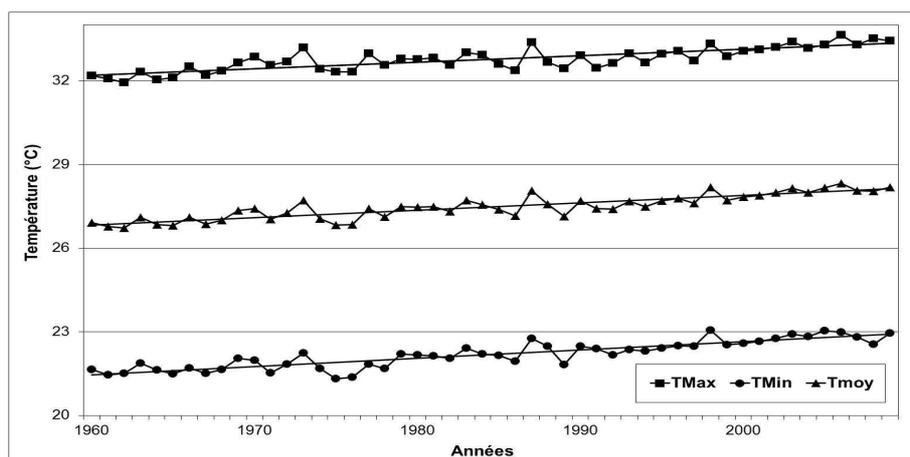


Figure 3. Evolution de TMax, TMin et Tmoy au Bénin de 1960 à 2010.

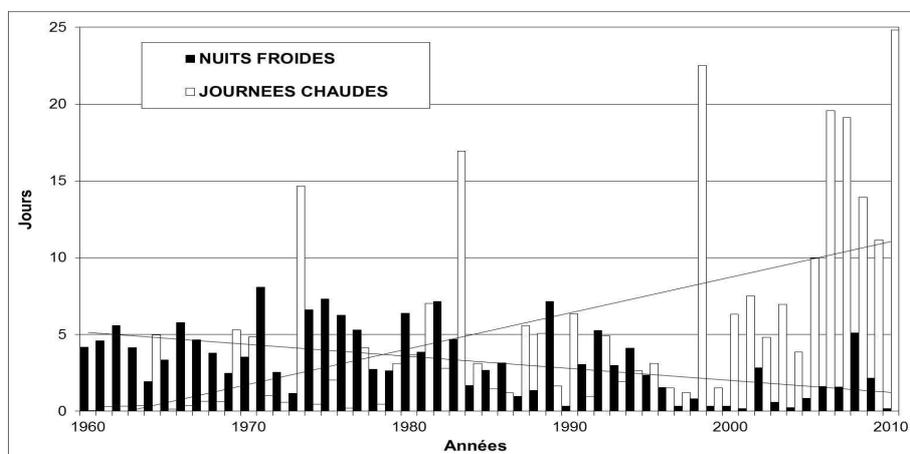


Figure 4. Evolution de la fréquence des nuits froides et des journées chaudes au Bénin de 1960 à 2010.

Selon les paysans, seul le risque de chaleur excessive trouve ses origines dans les modifications environnementales. Loin de lier les fortes chaleurs aux effets du réchauffement climatique, les autochtones estiment que les causes seraient locales, dues au déboisement et à la destruction du couvert végétal. Par contre, les autres risques seraient liés à la colère des dieux ou à l'abandon de pratiques traditionnelles. En particulier, les vents violents, le retard des pluies ou les excès pluviométriques sont perçus comme la manifestation de la colère des dieux. Ainsi, les vents violents seraient-ils liés à la colère du dieu « Dan ». De la même manière, des éléments annonciateurs du début ou de fin des événements climatiques extrêmes existent pour la plupart des risques : « ciel noir annonçant une grande pluie, mais les nuages se dispersent et il ne pleut pas » annonce des vents violents ; « apparition des fleurs sur l'arbre Adada [*Spathodea campanulata*] » augure le retard des pluies et la baisse des rendements ; « le chant de l'oiseau wututu [coq de pagode / *Centropus senegalensis*] » présage la fin de la sécheresse.

Les stratégies endogènes préventives prises par les communautés rurales restent essentiellement animistes : consultation de « Fâ » (cérémonies implorant l'indulgence des divinités) pour prévenir le risque de variabilité spatio-temporelle des pluies ; cérémonies aux « Vodouns » pour éviter les vents violents ou le retour aux pratiques traditionnelles pour enrayer les chaleurs excessives. Cependant, des mesures telles que la construction de retenues d'eau pour les animaux et pour l'irrigation des cultures pour contrer les risques de sécheresse ; le drainage et l'évacuation des eaux pluviales / le reboisement pour protéger les sols et lutter contre les chaleurs excessives se révèlent plus structurelles mais ne figurent qu'en deuxième position.

Les mesures curatives structurelles sont rares. Mis à part le *curage des caniveaux pour faire circuler l'eau* en cas d'inondation ou *se reposer sous l'arbre la journée ou dormir dehors la nuit* lors de chaleurs excessives, les autres mesures semblent plutôt mystiques : *se rendre au palais royal pour appeler l'eau* ou *provoquer la pluie par les faiseurs de pluie* pour le risque de sécheresse. Pour le risque de vents violents, « *On subit, on ne peut rien faire* ».

#### 4. Discussion et conclusion

Les modifications climatiques perçues semblent attribuées soit à des causes divines, soit à des bouleversements des normes sociales. La question de la croissance démographique n'est jamais abordée. Or, celle-ci pourrait avoir un rôle important puisque la population du département du Zou (qui inclus le plateau d'Abomey) est passée de 478 714 à 673 500 habitants entre 1992 et 2006 (Citypopulation, 2013). De l'analyse climatique, il ressort que les seules modifications majeures concernent les températures. Or, les chaleurs excessives ne font pas partie des modifications majeures identifiées par les populations rurales dans notre zone d'étude. Le même constat est tiré par PARBCC (2008). Les variations pluviométriques sont par contre minimales au Bénin mais sont fortement ressenties par les populations dans notre étude et ailleurs au Bénin (Ozer & Perrin, 2013 ; PARBCC, 2008 ; Vissoh *et al.*, 2013). Les poussières de l'Harmattan sont rarement évoquées alors qu'elles représentent un sérieux problème de santé publique (de Longueville *et al.*, 2013). Par contre, la fréquence des vents violents fait toujours partie des principaux changements climatiques perçus par les paysans (PARBCC, 2008 ; Vissoh *et al.*, 2013). Ces constats méritent de plus amples investigations par rapport à la distribution des pluies et l'analyse des vents. Finalement, l'aménagement du territoire devrait également être passé à la loupe puisque, en l'absence d'une augmentation des pluies extrêmes, les populations interrogées ressentent très fortement le risque d'inondation (Ahouangan *et al.*, 2013).

#### Bibliographie

- Ahouangan M.B.D., Hountondji Y.C., Thiry A. *et al.*, 2013 : Adaptation et résilience des populations rurales face aux catastrophes naturelles en Afrique subsaharienne. Cas des inondations de 2010 dans la commune de Zagnanado, Bénin. *Eau, Milieux, Aménagement*. Sous presse.
- Citypopulation, 2013. <http://citypopulation.de/Benin.html>. Dernier accès le 19 avril 2013.
- de Longueville F., Ozer P., Doumbia S., Henry S., 2013 : Desert dust impacts on human health: an alarming worldwide reality and a need for studies in West Africa. *International Journal of Biometeorology*, 57: 1-19.
- IPCC, 2007: *Climate Change 2007: Synthesis Report*. IPCC, Genève, Suisse.
- Jones P.D., Hulme M., 1996: Calculating regional climatic time series for temperature and precipitation: Methods and illustrations. *International Journal of Climatology*, 16: 361-377.
- Lamb P.J., 1982: Persistence of subsaharan drought. *Nature*, 299: 46-48.
- Oloukoi J., 2013 : Scénario socio-économique et écologique des changements de l'occupation des terres au Bénin. *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement*, 13: URL : <http://vertigo.revues.org/13267>
- Ozer P., Perrin D., 2013 : *Eau et changement climatique: tendances et perceptions en Afrique de l'Ouest*. Sous presse.
- PARBCC (Projet de renforcement des capacités d'adaptation des acteurs ruraux béninois face aux changements climatiques), 2008 : *Diagnostic participatif des risques climatiques et stratégies endogènes d'adaptation face aux changements et à la variabilité climatiques au Bénin*. Parakou, Bénin, 75 p.
- RGPH, 2003 : Troisième recensement général de la population et de l'habitation de 2002. Cotonou, Bénin, 47 p.
- Vissoh P.V., Tossou R.C., Dedehouanou H. *et al.*, 2013. Perceptions et stratégies d'adaptation aux changements climatiques : le cas des communes d'Adjohoun et de Dangbo au Sud-Est Bénin. *Les Cahiers d'Outre-Mer*, 65: 479-492.