



**HAL**  
open science

# INSTABILITÉ DU RÉGIME CLIMATIQUE ET DYNAMIQUE DES SYSTÈMES PASTORAUX DANS LA COMMUNE DE SINENDE AU NORD-BENIN

Henri Sourou Totin Vodounon, Gildas Louis Djohy, Ernest Amoussou, Michel  
Boko

► **To cite this version:**

Henri Sourou Totin Vodounon, Gildas Louis Djohy, Ernest Amoussou, Michel Boko. INSTABILITÉ DU RÉGIME CLIMATIQUE ET DYNAMIQUE DES SYSTÈMES PASTORAUX DANS LA COMMUNE DE SINENDE AU NORD-BENIN. Sciences de l'Environnement, 2016, 13, pp.157-178. hal-01552159

**HAL Id: hal-01552159**

**<https://hal.science/hal-01552159>**

Submitted on 6 Jul 2017

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

UNIVERSITE DE LOME  
SCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT

*Revue du Laboratoire de Recherches  
Biogéographiques et d'Etudes Environnementales  
(LaRBE)*



PRESSES DE L'UL

**Treizième Numéro**

**Lomé,**

**Décembre 2016**

**Directeur de publication** : Prof. Thiou Tanzidani Komlan TCHAMIE,  
Université de Lomé, Togo.

**Rédacteur en Chef** : Prof. Lalle Yendoukoa LARE, Université de  
Lomé

**Secrétariat de publication** : Aklesso MOUZOU, Bawoubadi Edem  
SABI, Ataféi PEWISSI, Wiyao POUTOULI, Amah-Edih KOUYA,  
Atiyihwè AWESSO, Tchaa BOUKPESSI, Abdourazakou ALASSANE,  
Minkilibé Paulin DJANGBEDJA, Paroussiè Wiyao TAKOU, Atina  
BADAMELI, Faya LEMOU, Jean-Bosco VODOUNOU.

**Comité Scientifique :**

Firmin ADJOHOSSOU (Cotonou, Bénin); Pascal AFFATON  
(Marseille , France); Abel AFOUDA (Cotonou, Bénin); Yao  
AGBOSSOUMONDE (Lomé, Togo); Kodjo AKLIKOKOU (Lomé,  
Togo); Koffi AKPAGANA (Lomé, Togo); Abdoul-Salam BÂ  
(Bamako, Mali); Komlan BATAWILA (Lomé, Togo); Ibrahim  
BOUZOU-MOUSSA (Niamey, Niger); Akpovi KOEGNINOU  
(Cotonou, Bénin); Napo Pierre ALI (Lomé, Togo); Sabiba Kou'Santa  
AMOUZOU (Lomé, Togo); Moctar BAWA (Lomé, Togo); Kossi S.  
M. BADAMELI (Kara, Togo); Michel BOKO (Cotonou, Bénin);  
Essowè BOUWESSIDJAO (Lomé, Togo); Kwami DIKENOU (Lomé,  
Togo); Gbandi DJANEYE-BOUNDJOU (Lomé, Togo); Eustache  
GANTHA-BOKONO (Cotonou, Bénin); Gnon BABA (Kara, Togo);  
Mawuéna Y. GUMEDZOE (Lomé, Togo); Mensanvi GBEASSOR  
(Lomé, Togo); Atsu Koudzo GUELLY (Lomé, Togo); Jean C.  
HOUNDAGBA (Cotonou, Bénin); Chrsitophe HOUSSOU (Cotonou,  
Bénin); Koffi DJONDO (Lomé, Togo); Kodjona KADANGA (Lomé,  
Togo); Fodouop KENGNE (Yaoundé, Cameroun); Koffi KOKO  
(Lomé, Togo); Koffi KILI (Lomé, Togo); Kouamé KOKOU (Lomé,  
Togo); Honoré K. KOUMAGLO (Lomé, Togo); Kossi NAPO (Lomé,  
Togo); Abou Nappou (Ouagadougou, Burkina-Faso); Komi KOSSI-  
TITRIKOU (Lomé, Togo); Lalle Richard LARE (Lomé, Togo);  
Euloge OGOUWALE (Cotonou, Bénin); Messan Komla NUBUKPO  
(Lomé, Togo); François de Charles OUEDRAOGO (Ouagadougou,  
Burkina Faso); Georges ROSSI (Bordeaux, France); Mamadou SALL  
(Dakar, Sénégal); Komla SANDA (Lomé, Togo); Komlavi F.  
SEDDOH (Paris, France); Komla Peter SEGBOR (Lomé, Togo);

N’Koué SIMPARA (Lomé, Togo) ; Brice SINSIN (Cotonou, Bénin) ; Nestor SOKPON (Parakou, Bénin) ; Comlan de SOUZA (Lomé, Togo) ; Thiou T. K. TCHAMIE (Lomé, Togo) ; Ben-Sikhina TOGUEBAYE (Dakar, Sénégal) ; Adjima THIOMBIANO (Burkina-Faso) ; Koffi S. TOZO (Lomé, Togo) ; Kpèrkouma WALA (Lomé, Togo) ; Urbain WENMENGA (Ouagadougou, Burkina Faso) ; Théophile ZOHOUN (Cotonou, Bénin) ; Tanga Pierre ZOUNGRANA (Ouagadougou, Burkina-Faso).

**Comité de lecture :** les lecteurs (referees) sont des scientifiques choisis de par le monde selon les champs thématiques des articles.

## Sommaire

1. «Efficacité technique et économique de la production de riz dans les aménagements hydro-agricoles de la commune de Dogbo au Bénin » par D. SOHINTO, J. AGBODJOGBE, G.BIAOU et Brice A. SINSIN.....	5
2. «Evaluation et cartographie de la dégradation des terres des sites aurifères du Liptako nigérien par l'analyse multicritère couplée au SIG » par D. AMADOU MAINGUIRE et I. BOUZOU MOUSSA.....	31
3. «Recomposition spatiale et résilience des populations de Essakane face au climat et à l'exploitation aurifère » par L. YAMEOGO.....	53
4. «Stratégies d'adaptation des maraichers aux contraintes climatiques dans la commune de Materi (Bénin, Afrique de l'Ouest) » par M. IDANI, N. A. TCHASSAMA ; I. F. OUOROU BARRE et E. OGOUWALE.....	81
5. «Caractéristiques et exploitation des forêts de l'arrondissement de Fo-Boure au Bénin » par P. J. DOSSOU.....	99
6. «Pratiques traditionnelles paysannes dans les bas-fonds agricoles à Dano au Burkina Faso » par S. PALE, B. J. KIEMDE et D. E. C. DA.....	119
7. «Quantification des changements de l'occupation du sol dans la préfecture de Yoto (sud-est) du Togo à l'aide de l'imagerie satellitaire Landsat » par K. D. KPEDENOU, T. BOUKPESSI et T. T. K. TCHAMIE.....	137
8. «Instabilité du régime climatique et dynamique des systèmes pastoraux dans la commune de Sinende au Nord-Bénin » par H. S. TOTIN VODOUNON, L. G. DJOHY, E. AMOUSSOU et M. BOKO.....	157
9. «Atouts et contraintes de l'implantation du parc Sarakawa dans la vie socio-économique des populations riveraines » par P. AHE, M. DJANGBEDJA, A-E. KOUYA, A. ALASSANE, T. BOUKPESSI, B. A.SINSIN, et T. T. K. TCHAMIE.....	179
10. «Développement du tourisme dans la réserve de biosphère de la Pendjari (Commune de Tanguiéta au nord-ouest du Bénin) » par A. KISSIRA.....	199
11. «Impacts des pratiques agricoles sur les composantes environnementales et stratégies endogènes de conservation de l'environnement dans la commune d'Adjohoun » par L. B. BIO BIGOU, H. A. KOMBIENI, A. KISSIRA et J. F. OUSSOU.....	225
12. «Influences des activités agricoles sur la fertilité des sols de la chaîne de l'Atacora au nord-ouest du Bénin » par P.D. KOMBIENOU, A. H. AZONTONDE, G. A. MENSAH et B. A. SINSIN.....	253
13. «Modélisation des niches climatiques de deux espèces d'oiseaux gibiers d'eau menacés sud du Bénin » par T. O. LOUGBÉGNON, J. T. C. CODJIA et M. R. LIBOIS.....	277

## INSTABILITE DU REGIME CLIMATIQUE ET DYNAMIQUE DES SYSTEMES PASTORAUX DANS LA COMMUNE DE SINENDE AU NORD-BENIN

Henri S. TOTIN VODOUNON<sup>1&2</sup> ([sourouhenri@yahoo.fr](mailto:sourouhenri@yahoo.fr)), Louis G. DJOHY<sup>1</sup> ([gildasdjohy@gmail.com](mailto:gildasdjohy@gmail.com)), Ernest AMOUSSOU<sup>1&2</sup>, Michel BOKO<sup>2</sup>

1. Département de Géographie et Aménagement du Territoire, Université de Parakou, BP 123, Parakou, Bénin, Email :

2. Laboratoire Pierre PAGNEY, Climat, Eau, Ecosystèmes et Développement, Université d'Abomey-Calavi, 03BP 1122, Cotonou, Bénin, Email :

### Résumé

Les activités pastorales occupent une place importante dans l'économie locale de la commune de Sinendé, dans le domaine du climat soudanien au Nord du Bénin. Cette étude vise à y analyser l'influence du rythme climatique sur le système pastoral. Les précipitations et températures mensuelles de Kandi et de Bembèrèkè sur la période 1961-2012 et les informations sur les activités pastorales sont les variables d'étude. Le calcul des indices standardisés et des taux de variation a permis d'analyser l'instabilité climatique à travers cinq régimes de pluie. L'incidence du climat sur le système pastoral a été déterminée. A Sinendé, les pluies annuelles varient de +31,5 % en régime très humide à -22 % en régime très sec ; de +17 % en régime humide à -14 % en régime sec, comparé à un régime climatique normal. La température moyenne a augmenté de 0,03 °C/an et le bilan climatique est négatif à l'échelle interannuelle (-657,5 mm) et annuelle (-55 mm). En fonction des phases climatiques humide ou sèche, le système pastoral varie du type sédentaire au nomade ou agropastoral. De même, en régime de climat humide, les fourrages herbacés et les points d'eau naturels (cours et plans d'eau) sont plus utilisés que les résidus de récolte, les fourrages ligneux et l'eau des aménagements hydro-pastoraux (barrages, puits, forages, etc.) en période sèche. La sensibilité des systèmes pastoraux au climat permettrait de mieux orienter les politiques de développement du secteur élevage en milieu semi-aride du Bénin.

**Mots clés :** Climat soudanien, pastoralisme, irrégularité climatique, Sinendé

## **Abstract**

Pastoral activities take a significant place on local economy in Sinendé within area of the sudanian climate at Northern Benin. This study aims to analyze influence of climate rhythm on pastoral system this municipality. Study data are monthly precipitations and temperatures of stations of Kandi and Bembèrèkè over the period 1961-2012 completed by field work information on pastoral activities. Calculation of standardized indices and rates of variation allowed analyzing climatic instability through five rainfall regimes. Climate influence on pastoral system functioning was determine. Rate of annual rains variation is +31, 5% in very wet regime to -22% in very dry regime; +17% in wet regime to -14 % in dry regime, compared with a normal climate regime. On the over hand, average temperature rise by 0.03 °C per year so that water balance is negative on interannual scale (-657.5 mm) and annual (-55 mm). According to the wet or dry climatic phases, pastoral system varies from sedentary type to nomad or agropastoral. In the same way, in wet climate regime, herbaceous fodder and natural water points (River) are used than crop residues, woody fodder and water of artificial hydro-pastoral equipments (small dams, well, boreholes) in dry climatic period. Pastoral systems sensitivity to climate would help to better direct policies of breeding sector development in semi-arid area of Benin.

**Key words:** Sudanian climate, Pastoral system, climate irregularity, Sinendé

## **Introduction**

La variation tendancielle du climat à travers ses principaux paramètres, notamment les précipitations et les températures constitue aujourd'hui une menace potentiellement majeure pour l'environnement et le développement durable. Les incidences d'événements climatiques extrêmes (...) mettent en évidence la grande vulnérabilité et le degré élevé d'exposition de certains écosystèmes et de nombreux systèmes humains à la variabilité actuelle du climat (GIEC, 2014). Les communautés pauvres seront les plus vulnérables du fait de leurs capacités d'adaptation limitées et leur grande dépendance de ressources à forte sensibilité climatique telles que l'eau et les systèmes de production. Ces changements sont une réalité à l'échelle des terres émergées et des océans où température moyenne est à la hausse et le

réchauffement de 0,85 [0,65 à 1,06] °C (GIEC, 2013).

Au Bénin, les décennies 1970 et 1980 ont été marquées par une baisse considérable des précipitations (Idani *et al.*, 2013) et une sécheresse sévère. Selon Yabi *et al.* (2013), les précipitations sont un élément climatique majeur pour le développement des activités agricoles et pastorales. L'élevage des bovins repose entièrement sur l'exploitation des jachères, des savanes et des forêts dans toute la zone soudano-sahélienne (Ickowicz et Mbaye, 2001) comme la partie nord du Bénin (Djènontin, 2011). Selon Djènontin *et al.* (2009), l'effet du climat est manifeste sur les parcours naturels avec une baisse de la biomasse dont dépend l'offre fourragère. Cela corrobore le GIEC (2014) qui évoque dans le contexte climatique actuel le risque de perte d'écosystèmes terrestres, de leur biodiversité, et des biens, fonctions et services écosystémiques qu'ils apportent aux moyens de subsistance.

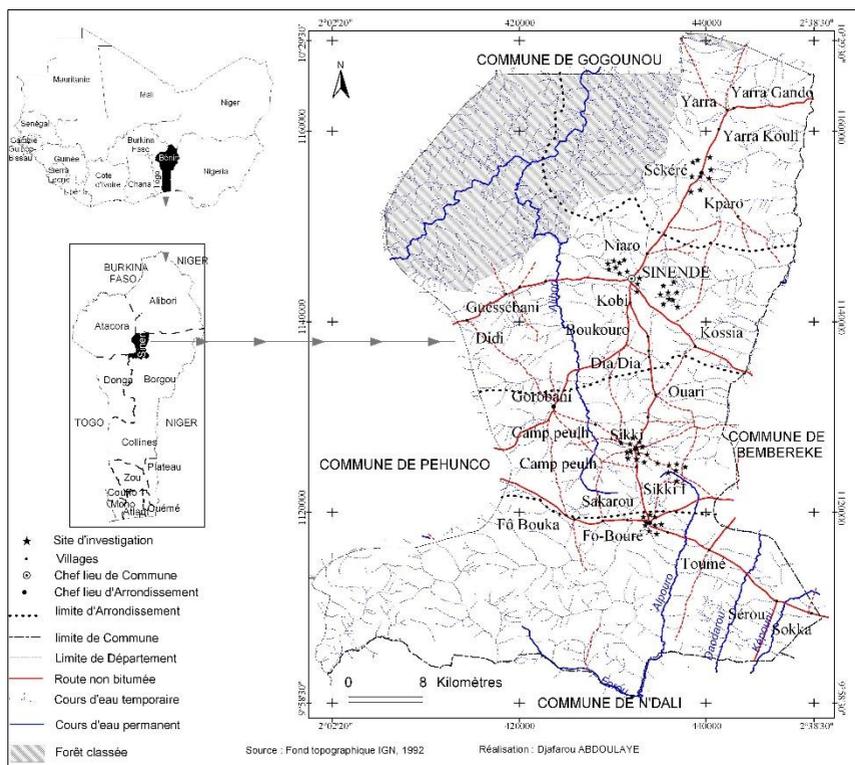
Cette étude vise à analyser l'évolution de la pluviométrie, des températures et du bilan climatique et leurs impacts sur les systèmes d'élevage bovin dans la commune de Sinendé.

## **I. Présentation du secteur d'étude**

La commune de Sinendé au Nord-Bénin (figure 1) est située entre 10°20'41" de latitude Nord et 2°22'45" de longitude Est, sur 2 289 km<sup>2</sup>.

Elle est fortement influencée par le climat soudanien à une saison pluvieuse d'avril à octobre et une saison sèche de novembre à mars (Boko, 1988). Durant la période 1951-2010, le nombre de jours de pluie a constamment baissé dans l'ordre de 11 à 28 % alors que la température a augmenté de 1 °C (Boko *et al.*, 2012). La population, estimée à 88 383 habitants en 2013, est composée en majorité de Bariba (59,9 %) et de Peuhl (35,3 %) respectivement agriculteurs et éleveurs. La commune de Sinendé occupe le quatrième rang au Bénin en matière d'élevage. Les modèles probabilistes prédisent qu'à l'horizon 2050, la région sera caractérisée par un accroissement de pluies épisodiques, une diminution des précipitations à l'échelle saisonnière et un accroissement de la durée des saisons sèches (Boko *et al.*, 2012). L'irrégularité climatique affecte l'agriculture et l'élevage traditionnels, principales bases de l'économie locale pour plus de 80 % de la population active. Parmi les espèces animales élevées, les bovins occupent 71 %, les

caprins 14 %, les ovins 14 %, les porcins 1 %. Mais d'une façon générale, l'élevage est de type traditionnel extensif, caractérisé par la transhumance en saison sèche (INSAE, 2004).



**Figure 1 : Situation géographique et sites d'enquêtes dans la commune de Sinendé**

Les sols de type ferrugineux tropicaux (INRAB, 1995) conviennent aux cultures de l'igname, du maïs, de l'arachide et du niébé (Ouorou Barre, 2010) et au développement des ressources fourragères herbacées ou ligneuses. Ces fourrages servent à l'alimentation du bétail en saison pluvieuse à l'opposé des résidus de récolte plus utilisés en saison sèche.

## **II. Données et méthodes**

### **2.1. Données d'étude**

Les précipitations et températures mensuelles de la station synoptique de Kandi et les hauteurs de pluie du poste pluviométrique de Bembèrèkè situées respectivement à 135 km et 32 km de Sinendé, collectées à l'ASECNA-Cotonou (Bénin) sur la période 1961-2012 ont été utilisées. Ces deux stations ont permis d'obtenir les données de pluie régionalisée de la commune de Sinendé du fait que cette dernière ne dispose pas de réseau d'observations climatiques.

A partir de l'hypothèse de l'homogénéité spatiale des précipitations mensuelles de Brunet-Moret (1971), les données manquantes ont été comblées par la méthode des doubles cumuls des stations du même domaine climatique. Soit pour une année  $i$ , les précipitations mensuelles  $x_i$  et  $y_i$  à deux stations  $x$  et  $y$  peuvent s'écrire :

$$x_i = \frac{\bar{X}}{\bar{Y}} y_i + \varepsilon_i$$

$\bar{X}$  et  $\bar{Y}$  sont les moyennes inter-mensuelles sur une longue série des stations retenues. La variable  $\varepsilon_i$  est négligeable et nulle. Ensuite, une reconstitution de ces valeurs manquantes a été faite grâce à la régression linéaire multiple à partir de trois à quatre stations du même domaine climatique.

De plus, les statistiques sur le cheptel et les informations socio-anthropologiques ont été recueillies par approche participative auprès des éleveurs ayant une certaine connaissance des unités paysagiques des aires de pâturage. Les sites pastoraux investigués sont situés dans les localités de Sékéré, Sinendé, Siki, Fo Bouré (figure 1). L'échantillon d'étude est constitué de 121 éleveurs (en majorité transhumants), agropasteurs et agriculteurs sur les 865 recensés. Les principales informations recueillies concernent la perception de ces acteurs sur les irrégularités climatiques, leurs incidences sur les systèmes pastoraux et les stratégies d'adaptations développées.

## 2.2. Détermination des anomalies climatiques et des classes de régime pluviométrique

La précipitation ou la température centrée réduite, (notée VCR) est calculée à l'aide de la formule :

$$VCR = \frac{x_i - \bar{X}}{\sigma}$$

avec :  $x_i$  pluviométrie ou température de l'année  $i$  ;  $\bar{X}$  et  $\sigma$  respectivement la moyenne et l'écart-type de la pluviométrie ou température moyenne interannuelle sur la période de référence.

Ces indices de pluie centrée réduite (PCR), correspondant aux indices standardisés de précipitation de McKee *et al.* (1993), ont été utilisés pour déterminer les années excédentaires ou déficitaires. Cinq régimes de pluie ont été ainsi retenus en fonction des classes de PCR. Il s'agit de : régime très humide (PCR maximale), régime humide ( $1 < PCR < 1,49$ ), régime normal (PCR = 0), régime sec ( $-1 < PCR < -1,49$ ) et régime très sec (PCR minimale).

Par ailleurs, le taux de variation ( $T_v$ ) des totaux pluviométriques annuels des régimes extrêmes par rapport au régime normal est calculé par la formule :

$$T_v(\%) = \left[ \frac{M_{\text{extrême}}}{M_{\text{normale}}} - 1 \right] \cdot 100$$

avec  $M_{\text{extrême}}$ , moyenne de pluie d'un quelconque régime extrême rapportée à un régime normal ( $M_{\text{normale}}$ ).

Les indices calculés de température (TCR) ont permis de déterminer l'évolution thermométrique sur la période 1961-2012 et l'effet du pouvoir évaporant sur les ressources en eau et en fourrage.

## 2.3. Analyse diachronique de l'occupation des terres

La dynamique de l'occupation du sol a été appréciée à l'aide de la formule appliquée pour mesurer la croissance des agrégats macroéconomiques entre deux périodes données (Oloukoï *et al.*, 2007). La variable considérée est la superficie (S) sur la période 1990-2010.

Ainsi, les taux de variation des superficies ont été calculés et appréciés.

## **2.4. Analyse des données sur le cheptel et les activités pastorales**

Les analyses relatives aux activités pastorales ont été faites sur la base de la littérature existante, et complétées d'enquêtes socio-anthropologiques et d'observations directes en milieu réel. Elles ont concerné la disponibilité saisonnière de l'eau, les types de fourrage et les systèmes d'approvisionnement et de conservation. De plus, l'estimation par pesée de la matière organique produite de jour comme de nuit par le bétail dans un système intégré agriculture-élevage et celle des besoins en eau du bétail a été faite.

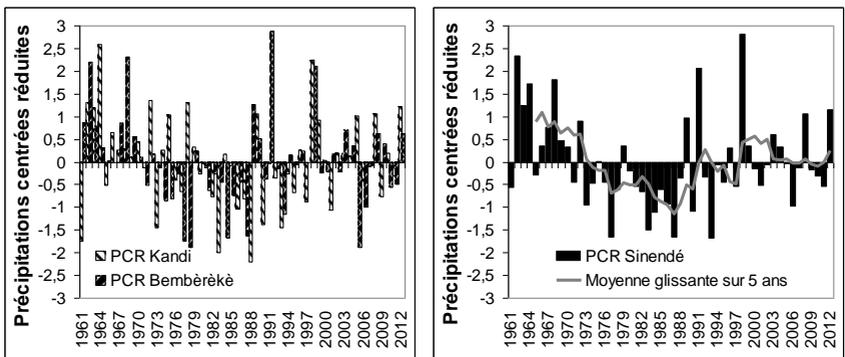
## **III. Résultats et discussion**

### **3.1. Variabilité climatique et instabilité du régime de pluie**

La variabilité du climat dans la commune de Sinendé est marquée par une perturbation du régime pluviométrique dont dépend la disponibilité des ressources en eau et fourragères.

#### **3.1.1. Anomalies et régimes pluviométriques**

L'évolution de la pluviométrie sur la période 1961-2012 est illustrée par la figure 2.



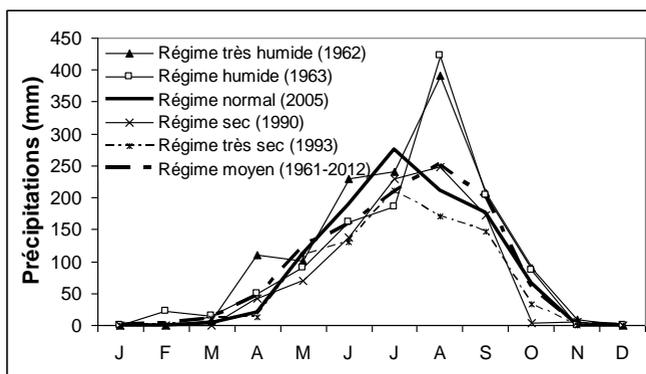
**Figure 2 : Variabilité interannuelle de la pluviométrie du secteur de Sinendé sur la période 1961-2012**

La variabilité climatique dans la commune de Sinendé est marquée par des séquences de période humide (1961-1972), sèche (1973-1988) et

d'instabilité (1989-2012). La fin de la période humide est en phase avec la rupture de stationnarité, située entre la fin de la décennie 1960 et le début de la décennie 1970 en Afrique occidentale et centrale, y compris le Sahel (Mahé *et al.*, 2001 ; Ardoïn-Bardin, 2004 ; Vissin, 2007 ; Totin *et al.*, 2009). Les conditions climatiques de la période 1970-1987 ont rendu difficile l'élevage par le manque d'eau pour l'abreuvement et de pâturage (Brooks, 2006 ; Dongmo *et al.*, 2007).

La récurrence d'année sèche (anomalies négatives de -0,1 à -1,7), 60 % de la série d'étude contrarie la proportion de 37 % d'années de pluie excédentaire (+0,3 à +2,8) et de 4 % seulement d'années normales. Cette tendance pluviométrique corrobore Totin *et al.* (2009) et Totin *et al.* (2014) qui évoquent une tendance à la persistance de la sécheresse et à l'aridité progressive dans la partie septentrionale du Bénin aux confins du domaine sahélien. La population (53 %) évoque un bouleversement de la durée des saisons dans ce domaine semi-aride. Ce qui l'oblige à une réadaptation du système pastoral à la nouvelle donne climatique.

La dominance d'années déficitaires et le nombre très faible d'années normales (anomalies sensiblement égales à 0) permet de parler d'un régime de pluie irrégulier à tendance sèche. Cette irrégularité du régime de pluie est illustrée par la figure 3.



**Figure 3 : Variation du régime de pluie sur la période (1961-2012)**

La hauteur de pluie annuelle est d'environ 1457,8 mm en régime très humide et 1237,2 mm en régime humide. A l'opposé, la pluviométrie annuelle est de 824,4 mm en régime très sec et de 910,4 mm en régime

sec. Au regard des conditions climatiques prédéfinies (Mainguet, 1995), la commune de Sinendé connaît, selon le cas, un régime pluviométrique soudanien ( $800 < \text{pluie} < 1200 \text{ mm}$ ) ou guinéen ( $\text{pluie} > 1200 \text{ mm}$ ).

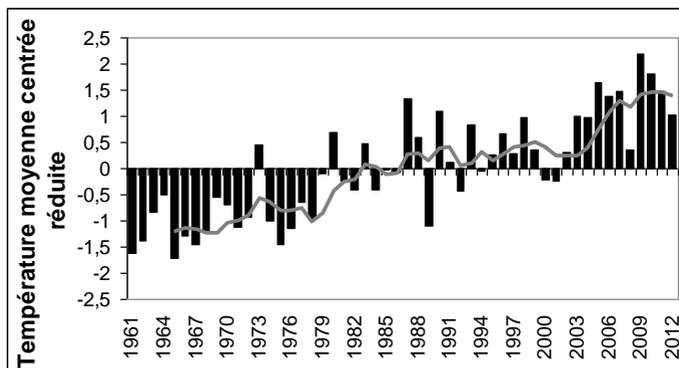
Cependant, les pluies annuelles en régime normal/moyen sont de 1057 à 1062 mm et confirment l'appartenance de cette commune à un domaine climatique soudanien comme l'ont montrée Boko (1988) et Houndénou (1999). L'instabilité du régime pluviométrique compromet, dans une certaine mesure l'intégrité des écosystèmes, réservoirs alimentaires du bétail. Les cumuls annuels de pluie des régimes irréguliers (très sec, sec, humide et très humide) sont très variables par rapport à celui du régime normal. Les taux sont de +31,5 % en régime très humide à -22 % en régime très sec ; de +17 % en régime humide à -14 % en régime sec, comparé à un régime climatique normal.

A l'échelle saisonnière, les lames d'eau précipitées peuvent varier de 97 à 100 %. Ainsi, de la saison pluvieuse à la saison sèche, les hauteurs de pluie peuvent passer de 1372,6 mm à 17,45 mm en régime très humide, 1199,1 mm à 38,1 mm en régime humide, de 1053,0 mm à 4,0 mm en régime normal, de 904,1 mm à 6,3 mm en régime sec et 813,0 à 11,4 mm en régime très sec. Cela dénote de la grande variabilité climatique du milieu soudanien du Bénin et parfois un fort contraste saisonnier des précipitations. La combinaison de la baisse de la pluviométrie et de sa forte variabilité a un effet plus que proportionnel sur les systèmes de production, surtout là où les conditions climatiques étaient déjà marginales (de Grandi, 1996) à Sinendé.

Outre l'instabilité pluviométrique, la variation de la température et de la demande évaporatoire constitue une contrainte au système pastoral.

### **3.1.2. Variation thermométrique et bilan hydrique**

La tendance de la température moyenne est à la hausse (figure 4), de 27,1 à 29,1 °C entre 1961 et 2012 ; soit une augmentation de 0,03 °C/an (1,2 °C sur la période d'étude).



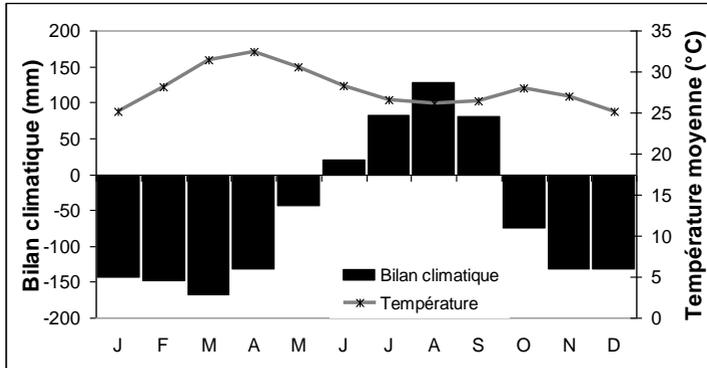
**Figure 4 : Variabilité interannuelle des anomalies de température (1961-2012)**

Cela corrobore Issa (2012) et Boko *et al.* (2012) qui ont trouvé une hausse de 0,9 °C et 1 °C respectivement dans le Moyen Bénin et le nord-Bénin. La population (96 %) assimile ce réchauffement à l'intensification récente de la chaleur.

A l'échelle mensuelle, les températures varient de 16,3 °C (décembre) à 26 °C (avril) pour les minima, de 30,2 °C (août) à 38 °C (avril) pour les maxima et 25,1 °C (janvier) à 32,4 °C (avril) pour les moyennes. En général, le mois d'avril est le plus chaud de l'année et constitue dans le milieu soudanien, selon Houndénou (1999), celui de « présaison » avec des valeurs élevées d'évapotranspiration.

Le renforcement du pouvoir évaporant de l'air en avril (début de la saison pluvieuse soudanienne) correspond à une pression climatique sur les ressources en eau et en fourrages dans la commune de Sinendé. Cette emprise du climat suite à la sécheresse absolue des mois de janvier-février (Houndénou, 1999) induit une intensification des activités pastorales, notamment de transhumance.

Par ailleurs, le bilan climatique est globalement négatif à l'échelle interannuelle avec en moyenne -657,5 mm (-116,7 mm en 1991 et -1008 mm en 1977) et annuelle (-55 mm en moyenne sur la période 1965-2010). Ce bilan climatique négatif peut être mis en relation avec une augmentation de la température (figure 5).



**Figure 5 : Température moyenne et bilan climatique moyens (1965-2010)**

Ainsi, pour une température moyenne de 31,4 à 32,4 °C en mars-avril, est enregistré un bilan climatique de -167 à -131 mm. A l'opposé, la faible température du mois d'août (26,1 °C) coïncide avec le plus fort bilan climatique (+128 mm). Sighomnou (2004) explique que l'intensité et la durée des fortes températures ont de lourdes répercussions sur la disponibilité et la gestion des ressources en eau en milieu tropical, notamment par le biais de l'évaporation. Bien que la corrélation entre la température et le bilan climatique ne soit pas systématique, elle semble régir la variation des systèmes pastoraux. Ainsi, la période de fortes chaleurs, évoquées par les éleveurs, rend difficile l'activité pastorale dans le domaine soudanien. Les contraintes caractéristiques sont le manque des ressources fourragères et l'assèchement des retenues hydro-pastorales aménagées pour l'abreuvement du bétail.

Sur le plan atmosphérique, la « pré-saison » se caractérise par un début de « rapprochement » de l'alizé continental sec et du flux de mousson qui, instaure des types de temps très variables et instables propices aux orages qui éclatent un peu partout (Afouda, 1990 ; Houndénou, 1999). La période à bilan climatique positif (juin à septembre) est favorable aux activités pastorales, du fait de la disponibilité fourragère et hydrique. Elle marque aussi le retour des éleveurs transhumants autochtones, mettant en évidence la dépendance du système pastoral de la variation climatique.

### 3.2. Dynamique saisonnière des systèmes d'élevage

Les systèmes d'élevage pastoral (sédentaire et nomade) et agro-pastoral sont animés par les éleveurs sédentaires et transhumants (nomades) (tableau I).

**Tableau I : Caractéristiques des systèmes d'élevage à Sinendé**

Systèmes	Alimentation	Taille du troupeau (tête)	Résidence
Pastoral sédentaire	- Fourrage herbacé, stockage des résidus de récolte, complémentation minérale - Mobilités annuelles (50-100 km)	50-100	Camps Peuhls dans chaque arrondissement
Pastoral nomade	- Fourrage herbacé, résidus des champs, Complémentation minérale - Mobilités annuelles (50-200 km)	50-150	Mobilité permanente
Agro-pastoral	- Stockage des résidus de récolte, apport des ligneux fourragers - Mobilités annuelles (30-100 km)	30-50	Camps Peuhls dans chaque arrondissement

**Source : Adapté de Djénontin (2005)**

Les transhumants sont les Peuhls autochtones ou les éleveurs étrangers des communes limitrophes (N'Dali, Bembéréké et Pehunco) et des pays voisins (Niger et Burkina Faso).

Selon Lhoste (1984), « le système d'élevage est l'ensemble des techniques et des pratiques mises en œuvre par une communauté pour exploiter, dans un espace donné, des ressources végétales par des animaux, dans des conditions compatibles avec ses objectifs et avec les contraintes du milieu ».

#### 3.2.1. Système d'élevage pastoral (sédentaire et nomade)

Ce système d'élevage, est basé sur l'utilisation de l'espace, les relations entre productions animales et végétales et leurs modes de valorisation. Les éleveurs possèdent entre 50 à 150 animaux et se déplacent

annuellement sur une distance comprise entre 50 et 200 km.

En saison sèche, période de déficit alimentaire, les éleveurs pratiquent la transhumance, caractérisée par des mouvements saisonniers et cycliques (d'amplitude variable) suivant des itinéraires précis permettant d'alimenter le bétail. Environ 45 % des éleveurs se sédentarisent alors que 55 % pratiquent la transhumance. Ces mouvements s'effectuent entre des zones agroécologiques complémentaires (Nori, 2007). Mais le manque de l'offre fourragère sur les parcours naturels s'explique par les contraintes qu'impose le climat et l'Homme (Sinsin, 1993 ; Williams, 2003 ; Djèntonin, 2005).

### **3.2.2. Système agro-pastoral**

L'évolution des systèmes d'élevage en Afrique soudano-sahélienne au cours des trois dernières décennies a conduit à l'agropastoralisme (d'Aquino, 1998). Plus de 80 % des éleveurs dans le nord-Bénin sont des agriculteurs dont les espaces cultivés couvrent une superficie variant entre 1 et 30 ha. Ils cultivent le maïs, le mil, l'igname, le niébé, le coton, le sorgho, le soja, l'arachide, le manioc et le riz dont les résidus servent en saison sèche à l'alimentation du bétail. De Grandi (1996) explique que les résidus des céréales représentent une biomasse importante, mais le pourcentage de bonne qualité ne dépasse guère 20 %. Selon Gruber (2005), la principale ressource sur laquelle repose la transhumance risque de disparaître si les terres non-cultivées deviennent rares du fait de l'expansion de la production végétale. Les formations naturelles (forêts et savanes) couvrent une superficie de 59,9 % mais ont diminué d'environ 23 % de 1990 à 2010. En revanche, les unités aménagées (agglomérations, champs et jachères, plantations), en augmentation de près de 90,3 %, s'étendent sur environ 40 % des terres de Sinendé.

Les conditions climatiques soudaniennes actuelles obligent les pasteurs à intégrer l'agriculture à l'élevage et à se sédentariser. Les déjections animales sont alors récupérées pour la fertilisation organique des sols. Un bovin fournit en moyenne entre 547,5 kg/an (de nuit) et 1095 kg/an (de jour) de matière sèche et les petits ruminants entre 183 et 365 kg/an en saison sèche. Berger (1996) a montré qu'un bovin fournit entre 2 à 6 kg de matière sèche de fèces le jour et environ 1,5 à 2,5 kg la nuit. Pour Christophe (2004), un bovin adulte produit 10 à 24 bouses par jour, soit

30 à 50 kg d'excréments constitués de 80 à 90 % d'eau. Cela donne environ 4 kg de matière sèche.

### 3.2.3. Sources alimentaires saisonnières du bétail

En saison pluvieuse, tous les éleveurs nourrissent leurs troupeaux d'herbes mais en saison sèche, utilisent les résidus de récolte (De Haan, 1997) conservés de diverses manières (photo 1). La production fourragère sans les résidus agricoles ne couvre les besoins des animaux qu'une année sur 3 voire sur 4 (Salifou, 2010).



Clichés : Djohy G.L., janvier 2014

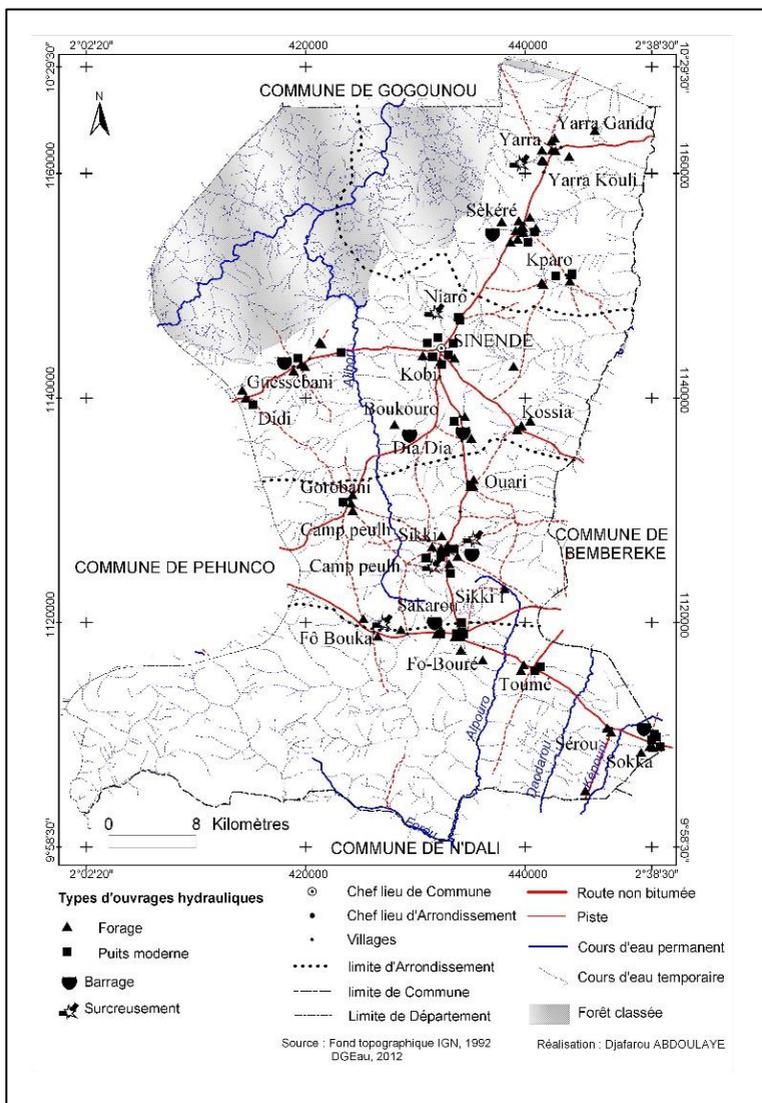
**Photo 1 : Techniques de conservation des résidus de récolte à Diadia (a) et à Kossia (b) dans la commune de Sinendé**

En plus des résidus de récolte, les éleveurs font recours à quelques espèces végétales : *Andropogon gayanus*, *Pennisetum polyshtachion*, *Andropogon chinensis*, *Imperata cylindrica* en saison pluvieuse et *Kaya senegalensis*, *Cassia sieberiana*, *Afzeria africana* en saison sèche, ajoutées aux repousses de graminées pérennes. Selon de Grandi (1996), le fourrage des ligneux maintient un taux de protéines relativement élevé pendant la saison sèche. Mais sa disponibilité est limitée par son accessibilité et par la morphologie des espèces ligneuses. Les feuilles de *Acacia senegalensis* sont utilisées dans l'alimentation du bétail en saison sèche (Douma *et al.*, 2007). Breman et Kressler (1995) expliquent que selon la morphologie des ligneux, le pourcentage de la production foliaire annuelle encore disponible à la fin de la saison sèche n'est que de 25 % dans la zone sahélienne et de 10 % dans la zone soudanienne. Pour Diatta (2002), le problème fondamental reste celui de l'amélioration du système d'alimentation du bétail par la maîtrise de la

production des ligneux fourragers spontanés de haute valeur nutritive afin de réduire la pression durant la période de soudure.

Par ailleurs, les animaux sont alimentés à partir des repousses de graminées pérennes qui, selon Breman et de Ridder (1991), ont une qualité assez bonne, mais sont en faible quantité. Elles sont obtenues après le passage des feux, et dans des zones relativement humides pendant la saison sèche (de Grandi, 1996). Leur productivité dépend de la disponibilité en eau, un facteur essentiel dans l'alimentation du bétail. Les besoins en eau varient, de la saison humide à la saison sèche de 10 l/jour à 30 l/jour pour les bovins, de 1 l/jour à 4 l/jour pour les caprins et de 2 l/jour à 6 l/jour pour les ovins (de Grandi, 1996). Ces besoins hydriques sont assurés par les hydrosystèmes naturels (mares, marigots, rivière Alibori) en saison pluvieuse et les aménagements hydro-pastoraux (barrages, puits, forages, etc.) notamment en saison sèche (figure 6).

L'irrégularité pluviométrique, conduit aujourd'hui à un manque critique d'eau et de fourrages, obligeant les pasteurs à la transhumance dans le secteur de Sinendé. Cela augmente ainsi leur flexibilité à travers une capacité accrue à répondre au changement rapide et un environnement de plus en plus imprévisible (Dongmo *et al.*, 2007). Pour Simel (2010), l'augmentation de l'aridité a favorisé de manière prépondérante l'intégration de l'élevage de bovins aux systèmes de cultures fourragères. Ainsi, les pasteurs transhumants migrent vers les régions méridionales plus humides, souvent à proximité des régions très cultivées. Au Tchad oriental par exemple, certains troupeaux sont conduits à plus de 700 km du terroir d'attache (Clanet, 1994). Ce phénomène s'est accentué, en particulier dans les aires semi-arides ouest africaines comme Sinendé au Bénin, depuis les sécheresses des décennies 1970 et 1980.



**Figure 6 : Répartition des points d'eau dans la commune de Sinendé**

Dongmo *et al.* (2007) en concluent que la variabilité des paramètres climatiques influence les activités pastorales depuis les décennies 1970 et 1980 où l'Afrique a connu une terrible sécheresse. En outre, la

dégradation des ressources naturelles en général et celle des formations végétales, notamment fourragères au Nord-Bénin seraient une conséquence du développement de l'agriculture et de l'élevage (Schleich *et al.*, 1994 ; Aboh *et al.*, 2012).

## **Conclusion**

Les activités pastorales dans la commune de Sinendé restent très dépendantes du climat marqué par une récurrence d'années sèches, une augmentation des températures et un bilan hydrique négatif à l'échelle annuelle et interannuelle. La sensibilité climatique de ces activités se manifeste par l'abondance du fourrage et de l'eau en période pluvieuse et leur diminution considérable en période sèche. Pendant la saison sèche, période de pénurie du fourrage et de l'eau, la production des troupeaux bovins s'en trouve drastiquement affectée et contraint les éleveurs à envisager la transhumance.

Face à la succession régulière ou épisodique des phénomènes climatiques, les pasteurs pratiquent la transhumance pendant la saison sèche (grande transhumance) et en saison pluvieuse (petite transhumance) avec ses conséquences sociales et économiques à l'échelle locale et sous régionale en Afrique de l'ouest.

## **Références bibliographiques**

- Aboh B.A., Babatounde S., Oumorou M., Houinato M., Sinsin B., 2012 : Valeur pastorale des parcours naturels en zone soudano-guinéenne et stratégie paysanne d'adaptation aux effets de leur invasion par *Chromolaena odorata* au Bénin. *Int. J. of Biol. and Chem. Sci.* **6**(4): 1633-1646.
- Afouda F., 1990 : L'eau et les cultures dans le Bénin central et septentrional : étude de la variabilité des bilans de l'eau dans leurs relations avec le milieu rural de la savane africaine. Th. de Doct., Univ. de Paris IV (Sorbonne), Institut de Géographie, Paris, France, 428 p.
- Ardoin-Bardin S., 2004 : Variabilité hydroclimatique et impacts sur les ressources en eau de grands bassins hydrographiques en zone soudano-sahélienne. Th. de Doct., Univ. de Montpellier II, Montpellier, France, 440 p.

- Berger M., 1996 : *L'amélioration de la fumure organique en Afrique Soudano-Sahélienne. Agriculture et développement*. Montpellier, France, 58 p.
- Boko M., 1988 : *Climats et communautés rurales du Bénin : Rythmes climatiques et rythmes de développement*. Th. de Doct. d'Etat ès Lettres et Sc. Hum. Univ. de Bourgogne, Dijon. France, 2 volumes. 601 p.
- Boko M., Kosmowski F., Vissin W.E., 2012 : *Les Enjeux du Changement Climatique au Bénin : Programme pour le Dialogue Politique en Afrique de l'Ouest*. Konrad-Adenauer-Stiftung, Cotonou, Bénin, 65 p.
- Breman H., de Ridder N. 1991 : *Manuel sur les pâturages des pays sahéliens*. Paris-Wageningen (Pays-Bas), ACCT-Cabo-Dio-CTA, Karthala, 485 p.
- Breman H., Kessler J.-J., 1995: *Woody plants in agro-ecosystems of semi-arid regions-with an emphasis on the Sahelian countries*. Advanced Series in Agricultural Science 23, Springer, Berlin, Heidelberg, 340 p.
- Brooks N., 2006 : *Changement climatique, sécheresse et pastoralisme au sahel : Note de discussion pour l'Initiative Mondiale sur le Pastoralisme Durable*, WISP, 12 p.
- Brunet-Moret Y., 1971. Etude de l'homogénéité de séries chronologiques de précipitations annuelles par la méthode des doubles masses. *Cah. ORSTOM, sér. Hydrol.*, vol.VIII, 4(1) : 3-31.
- Christophe J.D., 2004 : *La bouse : historique, importance et écosystème*. Th. de doct. vétérinaire, Ecole nationale vétérinaire de Toulouse. 82 p.
- Clanet J.C., 1994 : Géographie pastorale au Sahel central, *J. des Afric.*, 64(2) : 159-161.
- d'Aquino D.P., 1998. Les options agro-pastorales des sahéliens et leurs évolutions dans le nord du Burkina Faso. *Cah. Agric.*, 7(2) : 93-101.

- de Grandi J.C., 1996 : L'évolution des systèmes de production agropastorale par rapport au développement rural durable dans les pays d'Afrique soudano-sahélienne. Collection FAO, Rome, Italie, 162 p.
- de Haan L.J., 1997 : *Agriculteurs et éleveurs au Nord-Bénin. Ecologie et genre de vie*. Karthala, Paris, France 217 p.
- Diatta S., 2002 : Mode de propagation d'un ligneux fourrager sahélien : Germination et premiers étapes de croissance de *Maerua crassifolia* Forssk au laboratoire. Mém. DEA, Univ. Cheikh Anta Diop, Dakar, Sénégal, 23 p.
- Djèntonin A.J., 2005. Interactions élevage-environnement : adaptation des modes d'élevage des bovins à l'extension des espaces cultivés au Nord-Est du Bénin. Mém. DEA, Université d'Abomey-Calavi, Cotonou, Bénin, 112 p.
- Djèntonin A.J., 2011 : Dynamique des stratégies et des pratiques d'utilisation des parcours naturels pour l'alimentation des troupeaux bovins au Nord-est du Bénin, Th. de Doct., Univ. d'Abomey-Calavi, Cotonou, Bénin 274 p.
- Djèntonin P.J.A., Houinato M. Toutain B., Sinsin B., 2009 : Pratiques et stratégies des éleveurs face à la réduction de l'offre fourragère au Nord-est du Bénin. *Séch.*, **20**(4) : 346-353.
- Dongmo A.L., Djamèn P., Vall E., Koussou M.O., Coulibaly D., Lossouarn J., 2007 : L'espace est fini ! Vive la sédentarisation ? Innovations et développement durable en question chez les pasteurs des zones cotonnières d'Afrique de l'ouest et du centre. *Renc. Rech. Ruminants*, **14** : 153-160.
- Douma S., Diatta S., Kaboré-Zoungana C.Y., Banoïn M., Akpo L.E., 2007 : Caractérisation des terres de parcours sahéliennes : typologie du peuplement ligneux de la station expérimentale sahélienne de Toukounouss au Niger. *J. des Sci.*, **7**(4) : 1-16.
- GIEC, 2013: Résumé à l'intention des décideurs, Changements climatiques 2013: Les éléments scientifiques. Contribution du Groupe de travail I au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe

d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat [sous la direction de Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex et P.M. Midgley]. Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York (État de New York), États-Unis d'Amérique, 34 p.

GIEC, 2014 : Changements climatiques 2014: Incidences, adaptation et vulnérabilité – Résumé à l'intention des décideurs. Contribution du Groupe de travail II au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat [sous la direction de Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea et L.L. White]. Organisation météorologique mondiale, Genève (Suisse), 34 p.

Gruber I., 2005 : Modes de conduite de l'élevage et utilisation des ressources au Bénin. *IMPETUS Atlas du Bénin*, **57** : 125-126.

Houndénou C., 1999 : Variabilité climatique et maïsiculture en milieu tropical humide. L'exemple du Bénin, diagnostic et modélisation. Th. de Doct. de l'Univ. de Bourgogne, Dijon, France, 390 p.

Ickowicz A., Mbaye M., 2001 : Forêt soudanienne et alimentation des bovins au Sénégal: potentiel et limites. *B. et F. des Trop.*, **270**(4) : 47-61.

Idani M., Akindélé A. A., Médéou F. K., Ogouwalé E., 2013 : Stratégies d'adaptation paysannes aux changements climatiques dans l'arrondissement de Dassari (Bénin, Afrique de l'Ouest). *Actes du XXVIème Colloque de l'AIC*, 291-294.

INSAE, 2004 : *Cahier des villages et quartiers de ville département du Borgou*. Direction des Etudes Démographiques, Cotonou, Benin, 23 p.

Institut National de Recherches Agricoles du Bénin (INRAB), 1995 : Les sols et leurs potentialités agricoles, les essences forestières. INRAB, Cotonou, Bénin, 76 p.

Issa M.S. 2012 : Changements climatiques et agrosystèmes dans le

- Instabilité du régime climatique et dynamique des systèmes pastoraux dans la commune de Sinende au Nord-Bénin*
- Moyen Bénin : Impacts et stratégies d'adaptation. Th. de Doct. de l'Univ. D'Abomey-Calavi, Cotonou, Bénin, 273 p.
- Lhoste P., 1984 : Le diagnostic sur le système d'élevage. *Les Cah. de la Rech.-Dév.*, **3-4**, 85-88.
- Mahé G., L'Hôte Y., Olivry J.C., Wotling G., 2001: Trends and discontinuities in regional rainfall of west and central Africa - 1951-1989. *Hydrol. Sci. J.*, **46**(2), 211-226.
- Mainguet M., 1995 : *L'homme et la sécheresse*. Paris, Masson, 335 p.
- McKee T.B., Doesken N.J., Kleist J., 1993: The relationship of drought frequency and duration to time scale. *Report of the eighth Conference on Applied Climatology*. Anaheim (California), 6 p.
- Nori M., 2007: *Mobile livelihoods, patchy resources & shifting rights: approaching pastoral territories*. Thematic paper for the International Land Coalition (ILC), Rome, 54 p.
- Ouorou Barre F.I., 2010 : Variabilité climatique et production agricole dans les communes de Tanguiéta et Matéri. Mém. de DEA, Univ. d'Abomey-Calavi, Cotonou, Bénin, 109 p.
- Salifou B., 2010 : Contribution au forum sur la transhumance transfrontalière. In : *Rapport général du forum sous régional sur la transhumance transfrontalière*. Gogounou, Bénin, 29-37.
- Schleich K., Sidi L., Hounsou-Ve G., 1994 : Les ressources en eau et en pâturages disponibles. Intégration agriculture-élevage et ressources en eau et en pâturage au Bénin. Partie II. In : *Analyse du secteur agricole au Bénin ; Branche production animale*, COMO, GTZ, Bénin, 15 p.
- Sighomnou D., 2004 : Analyse et redéfinition des régimes climatiques et hydrologiques du Cameroun : perspectives d'évolution des ressources en eau. Th. de Doct. d'Etat ès-Sciences, Univ. de Yaoundé I, Cameroun, 290 p.
- Simel O.J., 2010 : Le pastoralisme et les défis du changement climatique. In « Pasteurs nomades et transhumants autochtones ». *L'Harmattan*, Paris, 61-75.

- Sinsin B., 1993 : Phytosociologie, écologie, valeur pastorale, production et capacité de charge des pâturages du périmètre Nikki-Kalalé au Nord-Bénin. Thèse de doctorat, Univ. Libre de Bruxelles, Belgique, 350 p.
- Totin V.S.H., Houndénou C., Boko M., Afouda A., 2009 : Variabilité pluviométrique et bilan climatique dans le bassin de la Volta au Bénin. *Clim. et Dév.*, **8** : 81-94.
- Totin V.S.H., Zannou A., Amoussou E, Afouda A., Boko M., 2014 : Progressive aridity impact on the hydrological regime on the Volta River basin in Benin (West Africa). *Hydrology in a Changing World: Environmental and Human Dimensions, Proceedings of FRIEND-Water 2014*, Montpellier, France, October 2014 (IAHS Publ. 363), 17-22.
- Vissin E.W., 2007 : Impact de la variabilité climatique et de la dynamique des états de surface sur les écoulements du bassin béninois du fleuve Niger. Th. de Doct. de l'Univ. de Bourgogne Dijon, France, 280 p.
- Williams M., 2003: Changing land use and environmental fluctuations in the African savannas. In: Bassett T. J., Crummey D. (eds.) African savannas: global narratives and local knowledge of environmental change, *Currey, Oxford*, 31-52.
- Yabi I., Afouda F., Zakari S., Boko M., 2013 : Quelques caractéristiques de la seconde saison agricole dans le département des collines (Bénin). *Actes du XXVIème Colloque de l'AIC*, Cotonou, Bénin, 530-535.

## **INSTRUCTIONS AUX AUTEURS**

### **1. Conditions de publication**

La Revue Sciences de l'Environnement en abrégé *Rev. Sc. Env.* est une revue de géographie logée au Laboratoire de Recherches Biogéographiques et d'Etudes Environnementales (LaRBE) de l'Université de Lomé (Togo). C'est une revue ouverte à toutes les spécialités s'intéressant à la thématique de l'environnement. Elle publie des articles originaux, rédigés en français ou en anglais, non publiés auparavant et non soumis pour publication dans une autre revue. Elle paraît annuellement et, au besoin, en hors-série et en édition spéciale.

### **2. Le manuscrit**

Tout manuscrit soumis à examen, doit comporter les éléments suivants : un titre (en majuscule, centré par rapport au texte), une signature comportant le prénom (en minuscule avec l'initial en majuscule) suivi du nom (en majuscule) de ou des auteur (s) ; le nom et l'adresse complète de l'institution d'attache ; le courriel ; un résumé en français et en anglais (de 250 mots au maximum présentant la problématique, l'approche méthodologique, les résultats et les perspectives) ; des mots clés (un minimum de trois et un maximum de cinq). Ce texte doit respecter les formes habituelles de présentation : introduction, approche méthodologique ou matériels et méthodes, résultats, discussion, conclusion et les références bibliographiques. Ce schéma classique peut être adapté selon le type de recherche.

Le volume et la typographie : le volume d'un article est de 20 pages au maximum. Interligne simple ; police : Times New Roman ; taille 11 ; le format : A5 ; les marges de haut et de bas : 1,9 cm, de gauche : 2,5 cm et de droite : 1 cm. Les espacements avant et après les paragraphes et titres sont de 6. Le texte doit être saisi « au kilomètre », c'est-à-dire sans application d'une feuille de style quelconque.

Les articulations du développement du texte, les titres et sous-titres sont à présenter ainsi :

## **I. Premier niveau, premier titre** (Times New Roman, taille 11, gras)

### **1.1. Deuxième niveau** (Times New Roman, taille 11, gras)

#### **1.2.1. Troisième niveau** (Times New Roman, taille 11, gras) et ainsi de suite.

Les noms scientifiques doivent être écrits en entier, avec le nom du descripteur ou de l'auteur dans le texte ou dans le résumé ou dans l'introduction, à la première apparition (ex. : *Tectona grandis* L.). On peut donner uniquement le nom du genre suivi du nom de l'espèce à la deuxième apparition (ex. : *Tectona. grandis*). Dans le cas où il s'agit d'une série de mêmes genres qui se suivent, le nom du premier genre sera écrit en entier et en abrégé les autres, suivis des noms des espèces (ex. : *Terminalia laxiflora* Engl., *T. ivorensis* A. Chev., *T. superba* Engl. & Diels).

## **3. Les illustrations**

- Les illustrations (figures, tableaux, photos) doivent être prêtes pour la publication et doivent parvenir en format *\*png* (plus conseillé) ou *\*jpeg* ;
- les graphiques et autres schémas réalisés en Ms Word, Excel ou tout autre logiciel devraient être convertis strictement aux formats images indiqués ci-dessus. Au cours de la conversion, il faudrait veiller à choisir la résolution maximale, nécessaire à un bon rendu visuel à l'impression ;
- toute illustration floue ou illisible sera rejetée ;
- les figures doivent montrer à la lecture visuelle, suffisamment d'informations compréhensibles sans recours au texte ;
- chaque illustration doit avoir un titre et une source (**Times New Roman, taille 10, gras**) ;
- les illustrations doivent être référencées avec précision dans le texte. Exemple : Tableau I ou Figure 1, lorsque l'illustration est appelée ; (Tableau I), (Figure 1) lorsque la référence de l'illustration est placée à la fin d'une phrase. Les illustrations sont numérotées et commentées dans un ordre chronologique ;

- les tableaux sont numérotés en chiffre romain (Exemple : **Tableau I : Variation des aires favorables à *Porphyrio Porphyrio***). Leurs titres sont placés en haut. Les figures (cartes, schémas, etc.) et photos sont numérotés en chiffres arabes (Exemple : **Figure 1 : Zone d'étude**). Leurs titres sont placés en bas ;
- en ce qui concerne les figures et les photos, leur source est placée au dessus du titre ;
- les illustrations, leurs titres et leurs sources sont centrés.

#### 4. Normes bibliographiques

##### ✓ Comment citer les auteurs ?

Seuls les noms des auteurs sont référencés dans le texte, suivi de l'année de publication. Ni l'initial du prénom, ni le prénom lui-même ne doivent faire partie intégrante de la référence citée.

##### *Lorsque l'auteur est appelé*

###### Exemples :

- Selon Tchamiè (2012) ; quand il s'agit d'un document d'un auteur ;
- Selon Tchamiè & Laré (2012) ; quand il s'agit d'un document de deux auteurs ;
- Selon Takou & *al.*, (2012) ; quand il s'agit d'un document de plus de deux auteurs.
- Si plusieurs références se suivent, elles doivent être séparées chacune par une virgule et classer par ordre chronologique de publications. Exemple : Selon Dakissaga (2006), Nassa (2009) et Polorigni (2012)...

##### *Lorsque la référence est placée à la fin d'une phrase*

###### Exemples :

- (Tchamiè, 2012) ; quand il s'agit d'un document d'un auteur ;
- (Tchamiè & Laré, 2012) ; quand il s'agit d'un document de deux auteurs ;

- (Takou & *al.*, 2012) ; quand il s'agit d'un document de plus de deux auteurs.
- Si plusieurs références se suivent, elles doivent être séparées chacune par un point-virgule et classer par ordre chronologique de publications. Exemple : (Dakissaga, 2006 ; Nassa, 2009 ; Polorigni, 2012).

### ✓ **Références bibliographiques**

Seules figurent les références citées dans le texte. Inversement, tout auteur cité doit figurer dans la bibliographie. L'ordre retenu pour les **références bibliographiques** est alphabétique. Les références sont classées en fin d'article dans l'ordre alphabétique. Elle se présente de la manière suivante :

- Pour les articles de revues

Nom (en majuscule) des auteurs suivis des initiales de leurs prénoms, année de publication : Titre de l'article (dans la langue d'origine). Nom de la revue en italiques, numéros de tomes, de volumes et de série en gras (mettre les ponctuations), première et dernière pages de l'article ou le nombre de pages.

Ex. Robequain C. 1939 : La végétation forestière de l'AOF et du Togo. *Ann. Géo.*, **48 (272)** : 163-170.

Tchamiè T.T.K., 2000 : Evolution de la flore et de la végétation des bois sacrés des massifs kabyè et des régions environnantes (Togo). *LEJEUNA*, nouvelle série, N° 164, 36 p

- Pour les ouvrages collectifs ou une contribution

Nyassogbo G. K., 1998, qu'est-ce qu'une capitale ? Essai de définition. In *Le centenaire de Lomé, capitale du Togo (1897-1997)* (Nyassogbo G. K., Marguerat Y., Gayibor N.). Collection «Patrimoines» n° 7 Presses de l'UB Lomé, pp 11-32.

- Pour les livres et littérature grise

Même présentation des auteurs. Titre du livre en italiques, ville ; nom de l'éditeur, année de publication, nombre de pages.

Ex. : Braque, R. 1988 : *Biogéographie des continents*. Paris Barcelone Milan Mexico, Masson, 470 pages.

## **5. Soumissions**

Les textes doivent être exclusivement envoyés à l'adresse [revuelarbe@gmail.com](mailto:revuelarbe@gmail.com) . L'auteur devrait s'aquitter à la soumission de son article, des frais d'évaluation qui s'élèvent à **10 000 Francs CFA (15 Euros)**.

Tout manuscrit qui ne respecte pas les normes sus-énumérées sera purement et simplement rejeté.

Les projets d'articles sont attendus jusqu'au **30 septembre de chaque année**, délai de rigueur. Les frais de publication, sont versés après publication de l'article. Ils s'élèvent à **40 000 Francs CFA (60 Euros)**.

## **6. Evaluation des articles**

Les articles sont évalués par des scientifiques choisis de par le monde selon les champs thématiques des articles.