

UNIVERSITE DE LOME  
SCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT

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



**PRESSES DE L'UL**

**Dix-neuvième Numéro Lomé, Décembre 2022**

**Directeur de publication** : Prof. Lalle Yendoukoa LARE, Université de Lomé, Togo.

**Rédacteur en Chef** : Minkilabe DJANGBEDJA, Maître de Conférences, Université de Lomé, Togo

**Secrétariat de publication** : Prof. Tchaa BOUKPESSI, Abdourazakou ALASSANE (MC), Paroussié Wiyao TAKOU (MA), Faya LEMOU (A), Laounta AKAME (A) et Pèhèzounam AHE (A).

**Comité Scientifique** :

Prof. Yao AGBOSSOUMONDE (Lomé, Togo) ; Prof. Kodjo AKLIKOKOU (Lomé, Togo) ; Prof. Atiyihwè AWESSO (Lomé, Togo) ; Prof. Komlan BATAWILA (Lomé, Togo) ; Prof. Tchaa BOUKPESSI (Lomé, Togo) ; Prof. Ibrahim BOUZOU-MOUSSA (Niamey, Niger) ; Prof. Sabiba Kou'Santa AMOUZOU (Kara, Togo) ; Prof. Moctar BAWA (Lomé, Togo) ; Prof. Gbandi DJANEYE-BOUNDJOU (Lomé, Togo) ; Prof. Gnon BABA (Lomé, Togo); Minkilabe DJANGBEDJA (MC) (Lomé, Togo) ; Prof. Koffi DJONDO (Lomé, Togo) ; Prof. Tak Youssif GNONGBO (Lomé, Togo) ; Prof. Follygan HETCHELI (Lomé, Togo) ; Prof. Moussa GIBIGAYE (Cotonou, Bénin) ; Prof. Atsu Koudzo GUELLY (Lomé, Togo) ; Ama-Edi KOUYA (MC) (Lomé, Togo) ; Prof. Kodjona KADANGA (Lomé, Togo) ; Prof. Koffi KOKOU (Lomé, Togo) ; Prof. Koffi KILI (Lomé, Togo) ; Prof. Kouami KOKOU (Lomé, Togo) ; Prof. Kossi NAPO (Lomé, Togo) ; Abdourazakou ALASSANE (MC) (Lomé, Togo) ; Prof. Abou NAPPON (Ouagadougou, Burkina-Faso) ; Prof. Edinam KOLA (Lomé, Togo) ; Prof. Komi KOSSI-TITRIKOU (Lomé, Togo) ; Prof. Lalle Yendoukoa LARE (Lomé, Togo) ; Prof. Euloge OGOUWALE (Cotonou, Bénin) ; Prof. Vincent OREKAN (Cotonou, Bénin) ; Prof. François de Charles OUEDRAOGO (Ouagadougou, Burkina Faso) ; Prof. Komla SANDA (Lomé, Togo) ; Prof. Brice SINSIN (Cotonou, Bénin) ; Prof. Koudjo Yve SOKEMAWOU (Lomé, Togo) ; Prof. Thiou T. K. TCHAMIE (Lomé, Togo) ; Prof. Kpèrkouma WALA (Lomé, Togo) ; Prof. Tanga Pierre ZOUNGRANA (Ouagadougou, Burkina-Faso) ; Prof. Brice TENTE (Cotonou, Bénin) ; Prof. Ismaïla TOKO IMOROU (Cotonou, Bénin) ; Jean Bosco VODONOU (MC) (Parakou, Bénin) ; Prof. Ibouaïma YABI (Cotonou, Bénin) et Prof. Akossiwa ZINSOU KLASSOU (Lomé, Togo).

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

## Sommaire

1. Représentations dans l'adoption du comportement environnemental des élèves du lycée Houphouët Boigny de Korhogo (Côte d'Ivoire) ; par A. D. MONEHAHUE; K. A DJANE .....	4
2. Indices de satisfaction en eau et productivité du maïs ( <i>Zea mays</i> ) dans la basse vallée de l'Ouémé à l'horizon 2050, par F-J. DOSSOU-DOKPE, L. HOMADIPKOHOU, J. M. SOGBEDJI, E. OGOUWALE.....	34
3. Déterminant climatique de la production cotonnière dans l'arrondissement de Kérou (Commune de Kérou), par R. OGOUWALE, M-S. ISSA, O. KOUDAMILORO.....	46
4. Connaissances ethnozoologiques de la tortue en pays moba (Nord-Togo), par G. KANTCHEBE, M. DJANGBEDJA.....	62
5. Application de la télédétection et du SIG dans le suivi de l'aire urbaine et périurbaine de la ville de Ouidah à base de l'imagerie satellitaire spot et sentinel, par M. DJAOUGA.....	79
6. Évaluation du stress bioclimatique pulmonaire chez les enfants de 0 à 5 ans dans la commune du Dassa-Zoumé, par N. P. M. BOKO.....	96
7. Orpaillage au Burkina Faso : de l'eldorado au sacrifice de l'avenir des enfants, par S. S. S. L. SOME, T. A. OUEDRAOGO, T. KOUROUMA, S. OUEDRAOGO.....	110
8. Valorisation des ressources naturelles comestibles dans la commune de Gogounou au Bénin, par P. J. DOSSOU ; B. SOUNON BOUKO et N. BOUKARY IBRAHIM.....	132
9. Dynamique de l'occupation du sol et facteurs de dégradation de la réserve de faune et de flore de l'Oti-Mandouri au nord-est Togo, par S. IDRISSE, Z. KOUMOI, T. SOUSSOU.....	150
10. Diagnostic du mode de gestion des sous-populations de <i>Parkia biglobosa</i> (Jacq.) R. Br. de six zones agro-écologiques du Bénin, par K. KOURA, A. L. A. B. CHABI-AKAKPO, J. C. GANGLO.....	171
11. Effets cumulés de l'assèchement et de la production cotonnière sur les macroinvertébrés benthiques de cinq ruisseaux affluents des rivières Alibori et Sota du bassin cotonnier du nord Bénin, par H. H. AKODOGBO, Z. OROU PIAMI, F. M. GOUISSI, K. S. ABAHI, A. S. D. D. ADJE, R. R. T. GOUTON, M. P. GNOHOSSOU.....	193

## DETERMINANT CLIMATIQUE DE LA PRODUCTION COTONNIÈRE DANS L'ARRONDISSEMENT DE KEROU (COMMUNE DE KEROU)

Romaric OGOUWALE <sup>1</sup>, Maman-Sani ISSA <sup>2</sup>, Olivier KOUDAMILORO <sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire Pierre PAGNEY « Climat, Eau, Écosystèmes et Développement » (LACEEDE), Université d'Abomey-Calavi (Bénin).

<sup>2</sup> Centre Interfacultaire de Formation et de Recherche en Environnement pour le Développement Durable (CIFRED), Université d'Abomey-Calavi (Bénin)

\*[overkouda@gmail.com](mailto:overkouda@gmail.com)

### Résumé

La production cotonnière est l'un des sous-secteurs agricoles potentiellement affectés par les effets de la variabilité des paramètres climatiques en Afrique de l'ouest. Le présent travail analyse les effets de la variabilité climatique sur la culture du coton dans l'arrondissement de Kérou.

Pour atteindre cet objectif, une approche méthodologique comportant la recherche documentaire, les travaux de terrain, le traitement des données a été adoptée. Les données climatologiques (pluviométrie et température) de la période 1970-2019 et des statistiques de la superficie et du rendement de la production du coton sur la période 2002-2017 ont été utilisées. Les différents traitements des données quantitatives ont été renforcés par des données qualitatives socio-anthropologiques issues d'enquêtes de terrain. Les résultats révèlent que la série 1970-2019 a enregistré 9 années excédentaires soit 21 % du nombre total des années de cette série climatologique contre 20 années déficitaires, qui représentent 46%. De plus, la température moyenne a connu une hausse de 1,9°C. De 2002 à 2017, la production cotonnière a connu une hausse assez remarquable : de 11 129 700 tonnes pour la campagne 2009-2010 à 34 139 550 tonnes pour la campagne 2015-2016. Le calendrier agricole traditionnel est soumis à un dérèglement en fonction de la variation climatique. En réaction, les paysans développent plusieurs stratégies d'adaptation. Selon 67 % des enquêtés, les cultures locales généralement ayant un long cycle ne tiennent plus face à cette nouvelle donne en matière de durée de saison. 54,82 % des producteurs ont recours à des herbicides, 70 % ont procédé à la modification de l'ordre de semis des cultures et à l'abandon progressif du

calendrier agricole empirique, l'adoption de nouvelles variétés de cultures selon 87 %, la culture des bas-fonds (43 %), l'intégration des informations agrométéorologiques dans les habitudes des paysans et la diversification des activités génératrices de revenus (59 %) etc.

**Mots clés :** Kérou, variabilité climatique, production cotonnière, stratégies d'adaptation.

### **Abstract**

Cotton production is one of the agricultural sub-sectors potentially affected by the effects of the variability of climatic parameters in West Africa. This work analyzes the effects of climate variability on cotton cultivation in the district of Kérou.

To achieve this objective, a methodological approach comprising documentary research, fieldwork and data processing was adopted. Climatological data (rainfall and temperature) for the period 1970-2019 and cotton production area and yield statistics for the period 2002-2017 were used. The various treatments of quantitative data were reinforced by qualitative socio-anthropological data from field surveys.

The results reveal that the 1970-2019 series recorded 9 surplus years, i.e. 21% of the total number of years in this climatological series, against 20 deficit years, which represent 46%. In addition, the average temperature increased by 1.9°C. From 2002 to 2017, cotton production increased quite remarkably: from 11,129,700 tons for the 2009-2010 campaign to 34,139,550 tons for the 2015-2016 campaign. The traditional agricultural calendar is subject to disruption according to climatic variations. In response, farmers develop several coping strategies. According to 67 % of respondents, local crops generally having a long cycle no longer hold up to this new situation in terms of season length. 54.82 % of producers use herbicides, 70% have modified the order of sowing crops and the gradual abandonment of the empirical agricultural calendar, the adoption of new varieties of crops according to 87%, the cultivation of lowlands (43%) and the diversification of income-generating activities (59%) etc.

**Keywords:** Kérou, climate variability, cotton production, adaptation strategies production, strategies of adaptation.

## **1. Introduction**

Les changements et la variabilité climatiques constituent aujourd'hui un grand défi du siècle, qui nécessite une réponse à l'échelle mondiale. Ils sont considérés de nos jours comme l'une des menaces les plus graves posées au développement durable (GIEC, 2007, p. 22). Au cours des dernières décennies, ce phénomène a influé sur les systèmes naturels et humains de tous les continents et sur tous les océans. Les preuves les plus flagrantes et les mieux étayées des incidences du changement climatique ont trait aux systèmes naturels (GIEC, 2014, p. 180). Dans beaucoup de régions, la modification du régime des précipitations ou de la fonte des neiges et des glaces perturbe les systèmes hydrologiques et influe sur la qualité et la quantité des ressources hydriques (*degré de confiance moyen*).

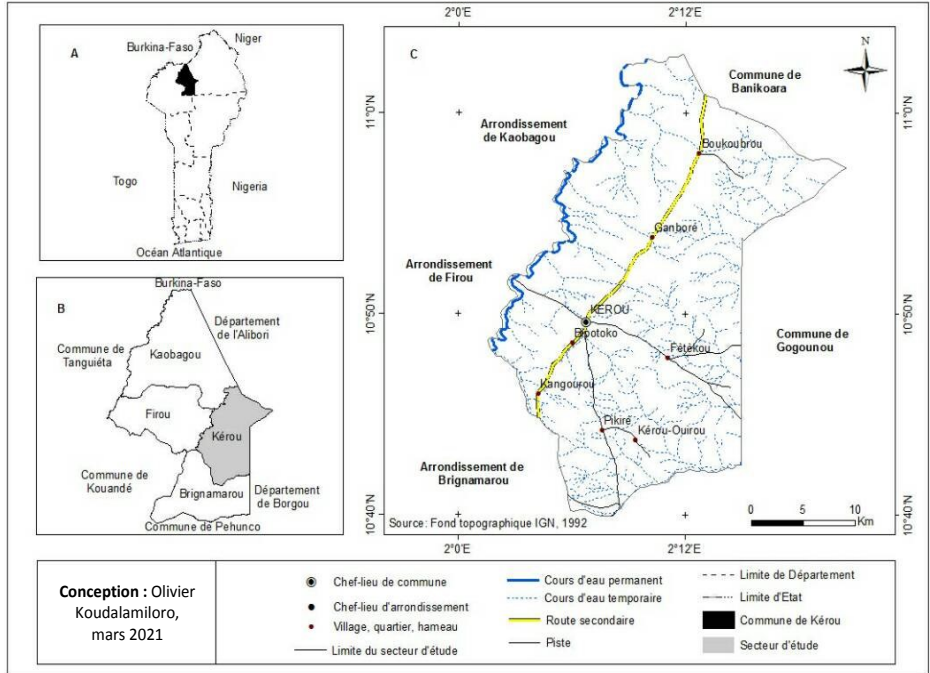
Au Bénin, cette variabilité climatique se manifeste par des anomalies et des crises plus ou moins aléatoires et laisse apparaître des phases successives ou alternatives d'excédents et de déficits hydriques. Selon E. Ogouwalé (2006, p.302), la péjoration pluviométrique, la réduction de la durée de la saison agricole, la persistance des anomalies, la hausse des températures moyennes, caractérisent désormais les climats du Bénin et modifient les régimes pluviométriques et les systèmes de production agricole. La région septentrionale du pays, depuis les années 1958, 1977 et 1983, subit le plus fort déficit pluviométrique avec une généralisation de la sécheresse et une baisse constante du nombre de jours de pluie dans les différentes stations (M. Boko *et al.*, 2012, p. 6). Le raccourcissement de l'unique saison pluvieuse qui caractérise normalement la région, induit un retard dans l'installation des événements pluvieux (C. Houndenou, 1999, p. 193). Face à cette situation, l'intérêt devient de plus en plus grand pour les hydrologues de caractériser l'impact de la variabilité climatique sur les ressources en eau et d'évaluer la disponibilité de ces ressources pour l'agriculture dans les régions les plus vulnérables, à partir des modèles de transformation pluie-débit (A. Afouda *et al.*, 2005, p. 5). Le but de ce travail est de caractériser les perceptions et les stratégies d'adaptation des producteurs du coton face à la variabilité climatique à Kérou.

## **2. Milieu d'étude**

Situé au Nord du Bénin et dans le département de l'Atacora, l'arrondissement de Kérou s'étend entre 10° 40' et 11° 09' de latitude nord et 1° 43' et 2° 37' de longitude est. Il est limité au Nord par la République

de Burkina Faso, au Nord-ouest par la Commune de Tanguiéta, au Sud par la Commune de Pehunco, au Sud-est par la Commune de Sinendé (Département de Borgou), à l’Ouest par la Commune de Kouandé et à l’Est par les communes de Banikoara et de Gogounou (Département de l’Alibori). La figure 1 présente la situation géographique de l’arrondissement de Kérou.

**Figure 1: Situation géographique de l’arrondissement central de Kérou**



Source : Fond topographique IGN, 1992

### 3. Matériels et méthodes

#### 3.1. Données utilisées et méthodes de collecte

Divers types de données ont été utilisés dans le cadre de ce travail. Il s’agit des données climatologiques (pluie, la température, etc.) de 1970 à 2019 obtenues à Météo-Bénin, le système de culture, les techniques culturales, la taille des parcelles, les rendements de la production cotonnière entre 1996 et 2019 obtenues à Sec/ATDA 2 de Kérou.

### 3.2. Méthode de traitement des données

Pour le traitement des données de terrain et la réalisation de certains tableaux, graphiques et cartes, les logiciels SPSS, Arc GIS 10,5 ont été utilisés ou combinés. Les données qualitatives issues des questions ouvertes ont été traitées manuellement. Le traitement des paramètres climatiques (pluviométrie, température est basé sur l'utilisation de la méthode de Lamb (1982) et des tests statistiques de stationnarité pour l'analyse temporelle des données.

Pour mieux visualiser les périodes de pluviométries déficitaires et excédentaires, les indices pluviométriques ou variables centrées réduites, les moyennes mobiles centrées et réduites sont calculées à partir de l'équation.

$$I_t = (X_{(t)} - X_m) / \sigma$$

avec  $I_t$  = Indice pluviométrique ( $X_{(t)}$ (mm) = Pluviométrie (ou débit,) annuelle pour une station pendant une année  $i$ ,  $X_m$ (mm) = Moyenne annuelle de la pluviométrie (ou d'écoulement) à la station pendant la période d'étude,  $\sigma$  = écart-type de la pluviométrie  $t$  les débits de cette période.

Rappelons que deux espèces originaires d'Amérique produisent l'essentiel du coton dans le monde: *Gossypium hirsutum*, vient du Mexique, fournit 90 % de la production mondiale et *Gossypium barbadense*, vient des îles Barbade, donne les plus belles fibres et assure 5 % de la production. Les deux autres espèces domestiquées sont originaires de l'ancien monde: *Gossypium herbaceous*, originaire du sud de l'Afrique, et *Gossypium arboreum*, originaire d'Inde représentent 5 % de la production mondiale. Leurs fibres moins longues et plus épaisses, sont le plus souvent valorisées par l'artisanat local. Le cotonnier a la faculté de fleurir tout en grandissant : on dit que son cycle est à croissance continue. Cela signifie que sur un même plant, on peut trouver à la fois des boutons, des fleurs et des fruits, appelés « capsules », qui contiennent des graines. Les capsules s'ouvrent et laissent apparaître les fibres, qui forment une petite boule blanche »

Dans commune de Kérou comme partout au Bénin, les variétés vulgarisées depuis 2003 et cultivées par les producteurs sont le H279-1 et STAM 18 avec un potentiel de rendement de l'ordre de 2 à 3 tonnes par hectare, mais jusque-là elle fait actuellement environ une tonne et demi par hectare en

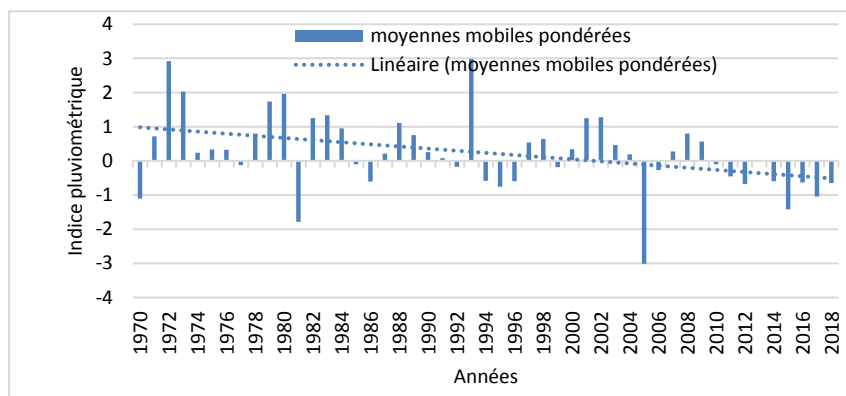
milieu paysan. La variété STAM 18 qui a un cycle de 6 mois produit est 2000 kg à 3000 kg à l’hectare (MAEP, 2021). Le meilleur rendement a été enregistré en 2003 (1467 kg/ha) et le plus faible en 2012 (719 kg/ha).

## 4. Résultats

### 4.1. Indicateurs de la variabilité climatique dans l’arrondissement de Kérou

Pour mieux visualiser les périodes de pluviométries déficitaires et excédentaires, les moyennes mobiles centrées et réduites paraissent plus efficaces, car, cette méthode permet de découper de façon perceptible les séries pluviométriques (figure 2).

**Figure 2: Evolution pluviométrique annuelle de la pluviométrie (1970-2018) à la station de Kérou : indices centrés réduits pondérés**



Source : Météo Bénin, 2021

Au regard de la répartition relativement équilibrée des indices pluviométriques observés de 1990 et 2000, contrairement aux années 1970 et 1980 qui sont globalement déficitaires sur l’ensemble de la commune. Les années 1970 et 1980 ont été les moins pluvieuses, tandis que les deux dernières décennies considérées (1990 et 2000) sont caractérisées par une tendance à l’augmentation légère des précipitations. La figure 6 montre que le milieu d’étude, à l’instar de la plupart des régions ouest-africaines, connaît depuis les années 1970 une baisse remarquable des précipitations (tableau 1).

*Déterminant climatique de la production cotonnière dans l'arrondissement de Kérou (Commune de Kérou)*

**Tableau 1 : Statut pluviométrique des années sur la période (1970-2019)**

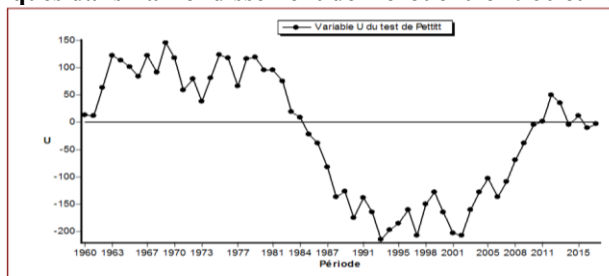
Evolution de la période	Années déficitaires	Années moyennes	Années excédentaires
Années	1970, 1974, 1977, 1986, 1993, 1996, 1999, 2003, 2006, 2010	1975, 1976, 1978, 1982, 1984, 1985, 1991, 1993, 1995, 1997, 2000, 2005, 2011, 2012,	1971, 1973, 1979, 1981, 1988, 1998, 2002, 2007, 2009,
<b>Total/Pourcentage</b>	20 (47 %)	14 (32 %)	9 (20 %)

Source : Météo Bénin, 2021

De l'examen des données du tableau 1, il est constaté que la série 1970-2019 a enregistré 9 années excédentaires soit 20 % du nombre total des années de cette série climatologique contre 20 années déficitaires, qui représentent 47%. Les années de pluies moyennes sont au nombre de 14 soit une proportion de 32 %. La modification du régime pluviométrique et des totaux annuels observés atteste déjà la variabilité pluviométrique dans l'arrondissement de Kérou. Les déficits et les excédents pluviométriques prononcés posent d'énormes difficultés aux producteurs du cotonnier. En effet, les années 1970, 1974, 1977, 1986, 2003 et 2006 ont été extrêmement déficitaires tandis que les années 1973, 1981, 1988, 1998, 2003, 2007 et 2009 ont été très excédentaires. La première conclusion à tirer est que la fréquence des événements pluviométriques extrêmes est légèrement en hausse au cours de ces deux dernières décennies.

Les différents tests ont permis d'identifier des périodes homogènes qui donnent les tendances générales dans le comportement pluviométrique (figure 3 et tableau 2).

**Figure 3: Rupture de stationnarité par test de Pettit dans les séries pluviométriques dans l'arrondissement de Kérouentre 1960 et 2020**



Source : Traitement de données Météo-Bénin, 2022

**Tableau 2 : Niveau de signification du test de Scheffé 1%.**

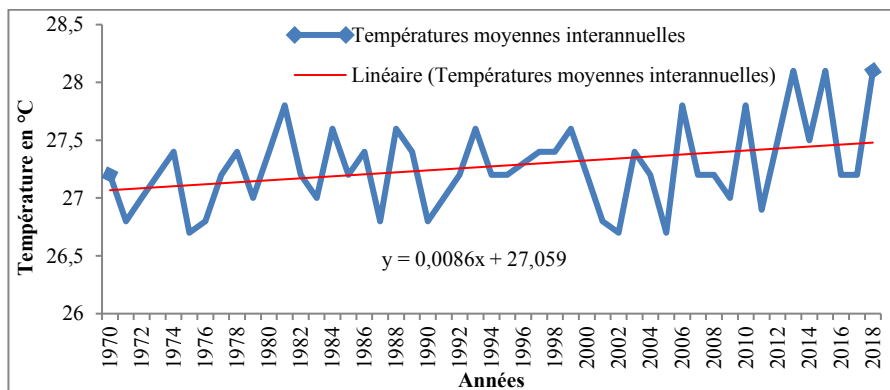
Précipitation			
Début	Fin	Moyenne	Ecart type
1960	1972	1425,983	275,809
1973	2018	1035,910	86,562

Source : Traitement de données Météo-Bénin, 2022

Le test de Pettitt montre une rupture de stationnarité, significative au seuil de 99 % au début des années 1970, la statistique de coupure atteignant son maximum en 1972. Les segmentations ont été obtenues au niveau de signification 0,05 du test de Scheffé comme le montre le tableau 2.

Sur l'ensemble de la commune de Kérou, il a été enregistré une période humide entre 1960 et 1972 avec une moyenne interannuelle de 1425,983 mm et un écart-type de 275,809 mm (tableau 2). Une période sèche est observée de 1973 à 2018, avec une moyenne interannuelle de 1035,910 mm et un écart-type de 86,562 mm, comportant une période de sécheresse très marquée entre 1981 et 1983. L'examen de la figure 4 révèle, sur l'ensemble de la période d'étude une augmentation des températures observées.

**Figure 4: Tendence thermométrique (1970-2018) dans l'arrondissement de Kérou**

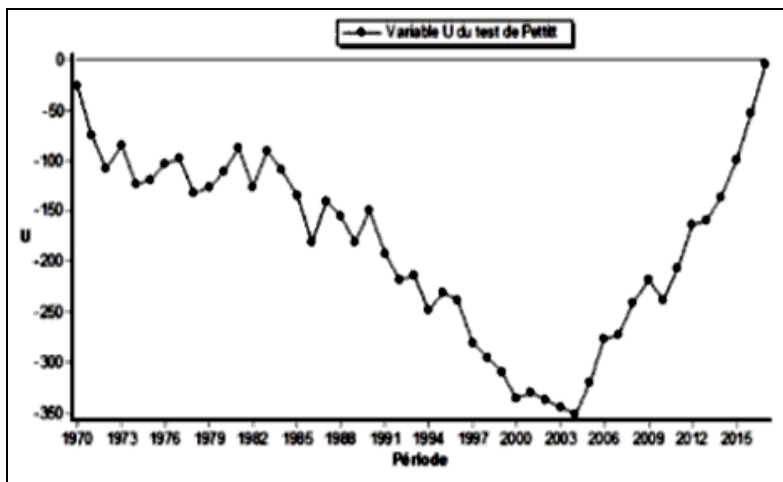


Source : Météo Bénin, 2021

## Déterminant climatique de la production cotonnière dans l'arrondissement de Kérou (Commune de Kérou)

Cette tendance à la hausse de la température est imputable aux activités humaines (GIEC, 2014, p. 177) et a certainement des répercussions sur les activités agricoles.

**Figure 5: Rupture de stationnarité par test de Pettit dans la série des températures à Kérou (1970 à 2018)**



Source : Traitement de données Météo-Bénin, 2022

**Tableau 3 : Niveau de signification du test de Scheffé 1%.**

Début	Fin	Moyenne	Ecart type
1970	2004	33,494	0,346
2005	2018	34,007	0,338

Source : Traitement de données Météo-Bénin, 2022

L'analyse statistique met en évidence une tendance à la hausse dans les températures avec une rupture en 2004 (Tableau 3). Au niveau des températures, l'étude menée à la station de Kérou a permis d'observer plusieurs tendances (figure 5). D'abord, une période humide entre 1970 et 2004 caractérisée par une moyenne interannuelle de 33,494°C et un écart-type de 0,346 °C a été mise en évidence. Elle est succédée par une période chaude allant de 2005 à 2018 (figure 5), avec une température moyenne de 34,007 °C et un écart-type de 0,338 °C. De plus, la température moyenne a connu une hausse de 1,9°C. Toutes ces perturbations des paramètres

climatiques répercutent sur la production cotonnière et de facto sur le rendement. Ainsi, le calendrier agricole traditionnel est soumis à un dérèglement dû aux variations climatiques.

#### 4.2. Perceptions paysannes de la variabilité climatique

Les perceptions portent sur les changements pluviométriques observés par les populations locales dans la commune. Le tableau 4 présente une synthèse sur la perception des paysans sur la variabilité climatique en général.

**Tableau 4 : Synthèse sur la perception des paysans sur la variabilité climatique en général.**

<b>Constats</b>	<b>Manifestations/conséquences</b>
<b>Le climat a changé</b>	Cela se traduit par une perturbation normale des activités agricoles et la baisse chronique des rendements des cultures pour 68 %
<b>Démarrage tardif et/ou mauvaise répartition des pluies</b>	Selon 73 % des enquêtées, on assiste à un changement dans le déroulement de la saison agricole et à la non opérationnalisation du calendrier agricole paysan. La pluviosité devient de moins en moins prévisible aujourd'hui.
<b>Mauvaise répartition des pluies</b>	D'après 87 % des populations, on assiste à la concentration de la pluie sur courte période et une rupture précoce ou tardive. Il est noté de forte turbidité de la fréquence et l'intensité des pluies.
<b>Poches de sécheresse</b>	Les ruptures de pluie surtout en période de semence ou au cours de la saison pluvieuse sont de plus en plus nombreuses, perturbant ainsi le bon développement des cultures et induit des pertes de récolte selon 89 % des personnes enquêtées.

Source : Enquête de terrain, septembre 2021

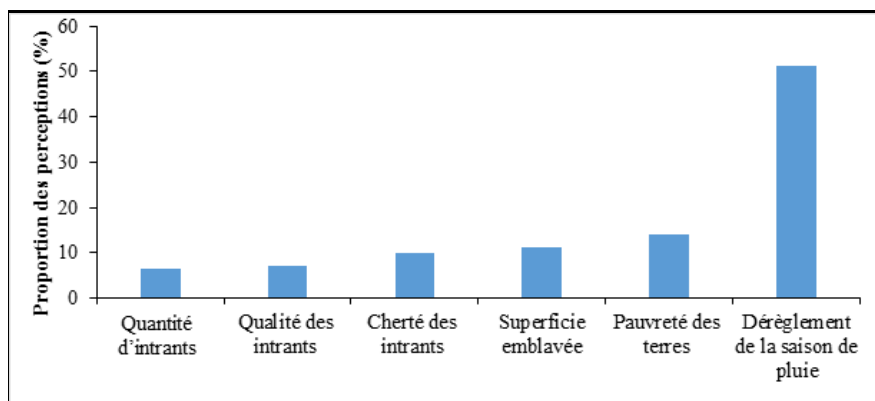
L'analyse du tableau 4 atteste que les paysans de l'arrondissement de Kérou perçoivent la variabilité de la durée de la saison agricole d'une part et de ces effets négatifs sur les activités agricoles d'autre part. Il faut retenir

## *Déterminant climatique de la production cotonnière dans l'arrondissement de Kérou (Commune de Kérou)*

de la perception des populations une modification ou un changement dans les manifestations de la pluie, la baisse de la pluviométrie, le décalage du calendrier agricole, la mauvaise répartition spatio-temporelle des pluies, l'augmentation de la chaleur et de la température et aussi une forte occurrence des vents violents.

La figure 6 présente la perception paysanne sur les raisons principales de la baisse des rendements du coton dans l'arrondissement de Kérou.

**Figure 6 : Perception paysanne sur les raisons principales de la baisse des rendements du coton dans l'arrondissement de Kérou**



Source : Enquêtes de terrain, septembre 2022

L'observation de la figure 6 révèle que 51,21 % des producteurs du cotonnier perçoit la variation climatique comme étant l'une des raisons principales de la baisse des rendements dans l'arrondissement de Kérou. Il est suivi respectivement de la pauvreté des sols (14,08 %), de superficie emblavée (11,23 %). Pour 10,04 % des personnes interrogées, c'est la cherté des intrants et la qualité des intrants (7,13 %).

### ***4.3. Conséquences de la variabilité de la durée de la saison agricole***

Le calcul du coefficient de corrélation linéaire de Bravais-Pearson entre les hauteurs de pluie et les rendements sur la période 1960-2018 a permis d'évaluer leur dépendance et leur signification. Le tableau V présente le coefficient de corrélation entre pluie et rendement du test de Kendall.

**Tableau 5 : Coefficient de corrélation du test de Kendall entre pluie et rendement.**

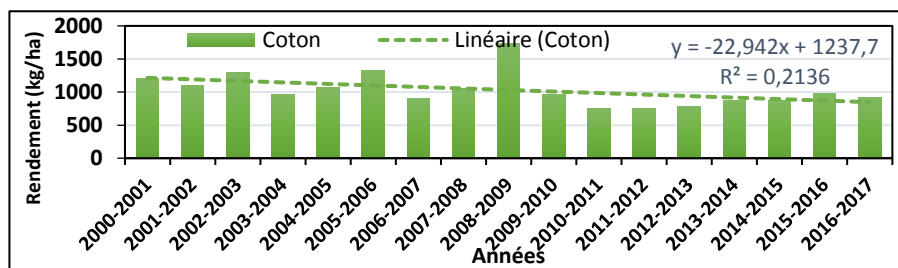
Cultures	Corrélation pluie- rendement	Test de Kendall
<b>Maïs</b>	$r = 0,75$	P – value = 0,019 ; $\alpha/2 = 0,025$
<b>Sorgho</b>	$r = 0,14$	P – value = 0,701 ; $\alpha/2 = 0,025$
<b>Coton</b>	$r = 0,71$	P – value = 0,097 ; $\alpha/2 = 0,025$
<b>Niébé</b>	$r = 0,30$	P – value = 0,410 ; $\alpha/2 = 0,025$
<b>Arachide</b>	$r = 0,27$	P – value = 0,450 ; $\alpha/2 = 0,025$

Source : Résultats de calcul, octobre, 2021

De l’analyse des données de ce tableau 5, il faut constater que la corrélation entre les hauteurs de pluie et le rendement des cultures est inférieure à 0,5 pour le sorgho ( $r = 0,14$ ), l’arachide ( $r = 0,27$ ) et le niébé ( $r = 0,30$ ). Au seuil de significativité  $\alpha = 0,05$  ; on ne peut pas rejeter l’hypothèse nulle d’absence de corrélation. Autrement dit, la corrélation n’est pas significative. Ce qui est justifié par le test de Kendall où p–value, est supérieure à  $\alpha/2$  ( $=0,025$ ) pour ces cultures. Les précipitations ne sont donc pas les seuls facteurs déterminants sur les rendements des cultures dans la région de Kérou. Par contre, la corrélation est significative entre rendement du coton et hauteur de pluie ( $r = 0,71$ ). Au seuil de signification  $\alpha = 0,05$  on ne peut pas rejeter l’hypothèse nulle d’absence de corrélation. La corrélation est significative, et est confirmé par la valeur de p – value, 0,019 largement inférieur à  $\alpha/2$  ( $=0,025$ ).

La figure 7 présente l’évolution des rendements de coton entre 1970 et 2018 dans l’arrondissement de Kérou

**Figure 4: Evolution des rendements du coton dans l’arrondissement de Kérou entre 2000 et 2017**



Source : Compendiums des statistiques agricoles du MAEP (2018)

L'examen de la figure 7 montre que la tendance de rendement du coton est à la baisse qui aussi a varié d'une année à une autre au cours de la période 2002 à 2017 et n'a jamais atteint 1500 kg/ha alors que la capacité productive de cette variété de coton produit est 2000 kg à 3000 kg à l'hectare.

Le meilleur rendement a été enregistré en 2009 (1739kg/ha) et le plus faible en 2012 (744 kg/ha). Tous les agriculteurs interrogés des cultures sont fortement perturbés la production ces dernières années.

## **5. Discussion**

De la confrontation des données des stations climatiques et celles perçues, il est à retenir que l'arrondissement de Kérou a subi la variabilité climatique qui influence la production du coton. Globalement l'évolution des rendements et des hauteurs pluie se traduit donc par une tendance baissière des pluies et des rendements pendant la période de 2002-2018. Les producteurs de coton de la commune de Kérou et particulièrement ceux de l'arrondissement central s'accordent sur l'arrivée tardive et retrait précoce des pluies, le bouleversement des dates de semis et la baisse des rendements comme étant les principaux indicateurs des contraintes climatiques les plus observés dans leur terroir. Des résultats similaires ont été obtenus par M. Batamoussi Hermann *et al.* (2015, p. 2401) qui montrent que les changements climatiques caractérisés par l'instabilité des pluies influence dangereusement les dates de semis dans la commune de Banikoara plus précisément dans les arrondissements de Founougo et de Gomprou. Ces perceptions identifiées corroborent celles trouvées par d'autres auteurs tels que R. Dimon, 2008, p. 130 ; PANA1-Bénin, 2014 p. 32) qui ont montré que les populations locales du Nord-Bénin perçoivent la variabilité et les changements climatiques à travers les poches de sécheresse, les vents violents et la chaleur excessive. Cette tendance persistante correspond à la phase de récession pluviométrique (décennie 1970 et 1980), malgré un retour à de meilleures conditions de précipitations vers la fin des années 1980. Plusieurs études (E. W. Vissin, 2007, p. 184 ; H. Koumassi, 2014, p. 173) ont montré la variabilité climatique et son influence sur les ressources en eau.

En effet le changement de la durée de la saison agricole a eu d'énormes impacts sur le secteur de l'agriculture dans l'arrondissement de Kérou. Des travaux de M. Boko (1988, p.158), A. Afouda (1990, p. 65), C. Houndénou (1999, p. 71) et de E. Ogouwalé (2004, p. 36 ; 58), on retient que la

péjoration pluviométrique, réduction de la durée de la saison agricole, persistance des anomalies négatives, hausse des températures minimales, caractérisent désormais les climats du Bénin et modifient les régimes pluviométriques et les systèmes de production agricole.

Pour faire face à ces effets néfastes de la variabilité climatique dans le terroir, les cotonculteurs de Kérou adoptent le labour superficiel à la charrue, semis précoces, les semis échelonnés et répétés et le réaménagement du calendrier agricole de même que le changement d'activité ou reconversion sont autant de stratégies qui permettent de limiter les contraintes climatiques hautement d'actualité dans la zone d'étude comme partout ailleurs. M. Batamoussi Hermann *et al.* (2015, p.2412) et S. S. Tassigui (2020, p.7), ont montré que les producteurs du coton dans leur majorité pratiquent la culture attelée heureusement moins destructrices des sols que la traction motorisée. Le système cultural le plus pratiqué est la monoculture, et les rotations n'incluent pas les légumineuses ni les jachères. Le billonnage direct est la forme de labour la plus pratiquée.

## **Conclusion**

Cette étude consacrée à la variabilité climatique et production cotonnière dans l'arrondissement de Kérou, a permis de constater que la production cotonnière y est très importante et remarquée par une augmentation entre 2002 et 2017. Les données témoignent de l'irrégularité des pluies qui se manifeste par un déficit en eau très remarquable. Face à la variabilité du climat, qui est source des déséquilibres agricoles, les cotonculteurs développent des stratégies d'adaptation telles que les semis échelonnés, répétés et les cultures en associations pour répondre au manque d'espaces cultivables dû aux problèmes fonciers. L'utilisation de l'engrais, l'augmentation des emblavures font partie intégrante du système d'adaptation.

Bien que les résultats soient acceptables, il n'a nullement question d'avoir épuisé tous les aspects soulevés par la problématique. Il convient de continuer à travailler sur ces insuffisances dans le but de parfaire ce travail. Dans une perspective de proposer des meilleures stratégies d'adaptation à la variabilité climatique, les études futures porteront sur la variabilité climatique et sécurité alimentaire dans l'arrondissement de Kérou.

## **Références bibliographiques**

- AFOUDA Abel, LAWIN Emmanuel et SEGUIE Louis 2005. « Etude du tarissement sur le bassin de l'Ouémé (au Bénin) » *Regional Hydrological Impacts of Climatic Change—Hydroclimatic Variability* (Proceedings of symposium S6 held during the Seventh IAHS Scientific Assembly at Foz do Iguaçu, Brazil, April 2005). IAHS Publ. 296, 2005: 15 P.
- AFOUDA Fulgence 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*. Thèse de doctorat de 3<sup>ème</sup> cycle, Paris IV Sorbonne. 312p.
- BOKO Michel 1988, *Climats et communautés rurales du Bénin : Rythmes de développement*. Thèse d'Etat, Dijon, 2 vol, 607p.
- CHIA Eduardo, PETIT Michel et BROSSIER Jacques 2014. Théorie du comportement adaptatif et agriculture familiale, 100p. ;
- DIMON Rodrigue 2008. *Adaptation aux changements climatiques : perceptions, savoirs locaux et stratégies d'adaptation développées par les producteurs des Communes de Kandi et de Banikoara, au Nord du Bénin*. Thèse d'Ingénieur Agronome, Faculté des Sciences Agronomiques, université d'Abomey-Calavi, Cotonou, Bénin, 130 p.
- GIEC, 2007. *Bilan 2007 des changements climatiques*. Rapport de synthèse. GIEC, Genève, Suisse. 114 p.
- GIEC, 2014. *Changements climatiques 2014, Rapport de synthèse*, 180p.
- HOUNDENOU Constant, 1999. *variabilité climatique et maïsiculture en milieu tropical humide : l'exemple du Bénin, diagnostic et modélisation*. Thèse de doctorat de Géographie. UMR 5080, CNRS « climatologie de l'Espace Tropical », Université de Bourgogne, Centre de recherche de climatologie. 341p.
- KOUMASSI Hervé, 2014. *Risques hydro climatiques et vulnérabilité des écosystèmes dans le bassin-versant de la Sota*. Thèse de Doctorat de l'Université d'Abomey-Calavi. 244 p ;
- OGOUWALE Euloge, 2004. *Changements climatiques et sécurité alimentaire dans le Bénin méridional*, Mémoire de DEA, UAC/FLASH/DGAT.95p.
- OGOUWALE Euloge, 2006. *Changements climatiques dans le Bénin méridional et central : indicateurs, scénarios et prospective de la sécurité alimentaire*. Thèse de Doctorat unique, LECREDE/ FLASH/ EDP/ UAC, 302 p.

- OLIVRY Jean-Claude, 1993. *Evolution récente des régimes hydrologiques en Afrique intertropicale*. In l'eau, la terre et les hommes, hommage à René Frécaut Ed. Presses Universitaires de Nancy, pp 181-190.
- Pana-Bénin, 2014. *Choix des technologies agricoles pour l'adaptation aux changements climatiques dans les communes d'intervention du pana1*, 94 p.
- TASSIGUI SIO Sabi, 2020. *Stratégies d'adaptation développées par les agriculteurs et éleveurs de bovins dans les sous bassins versants de la Mékrou et de l'Alibori dans le contexte de la variabilité hydro-climatique au Bénin*. Thèse de doctorat, EDP, FLASH, UAC, Bénin, 256 p.
- VISSIN Expédit Wilfrid, 2007. *Impact de la variabilité climatique et de la dynamique des états de surface sur les écoulements du bassin béninois du fleuve Niger*, 310p.
- ZAKARI Soufiane ; TENTE Brice, YABI Ibouraima, TOKO Imorou Ismael, 2015. « Evolution hydroclimatique, perceptions et adaptation des agroéleveurs dans l'extrême Nord du Bénin (Afrique de l'Ouest) », *XXVIIIe Colloque de l'Association Internationale de Climatologie*, Liège 2015, 399-406 pp.
- Michel BATAMOUCSI HERMANN, Ismail MOUMOUNI et Sabi Bira Joseph TOKORE OROU MERE 2015. Contribution à l'amélioration des pratiques paysannes de production durable de coton (*Gossypium hirsutum*) au Bénin : cas de la commune de Banikoara, *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 9(5): 2401-2413, 2015

## INSTRUCTIONS AUX AUTEURS

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

La Revue Sciences de l'Environnement en abrégé *Rev. Sc. Env.* est une revue thématique du 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 :

1. un titre (en majuscule, centré par rapport au texte) ;
2. une signature comportant le prénom (en minuscule avec l'initial en majuscule) suivi du nom (en majuscule) de ou des auteur (s) ;
3. le nom et l'adresse complète de l'institution d'attache ;
4. le courriel ;
5. un résumé en français et en anglais (de 250 mots au maximum présentant la problématique, l'approche méthodologique, les résultats et les perspectives) ;
6. des mots clés (un minimum de trois et un maximum de cinq).

Ce texte doit respecter les formes habituelles de présentation :

7. introduction ;
8. cadre géographique ;
9. approche méthodologique (ou matériels et méthodes) ;
10. résultats ;
11. discussion ;
12. conclusion ;
13. 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 15 pages au maximum, y compris les références bibliographiques pour les contributions théoriques et 20 pages pour les autres ;
- Interligne simple ; police : Times New Roman ; taille 11 ;
- le format : A5 ; les marges de haut et de bas : 1,9 cm ; de gauche et de droite : 1,75 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 :

Les articulations d'un article, à l'exception de l'introduction, de la conclusion, des références bibliographiques, doivent être titrées, et numérotées par des chiffres (exemples : 1. ; 1.1. ; 1.1.1. ; 2. ; 2.2. ; 2.2.1 ; etc.).

## **1. Premier niveau (Times 12 gras)**

### ***1.1. Deuxième niveau (Times 12 gras italique)***

#### *1.1.1. Troisième niveau (Times 12 italique sans le gras).*

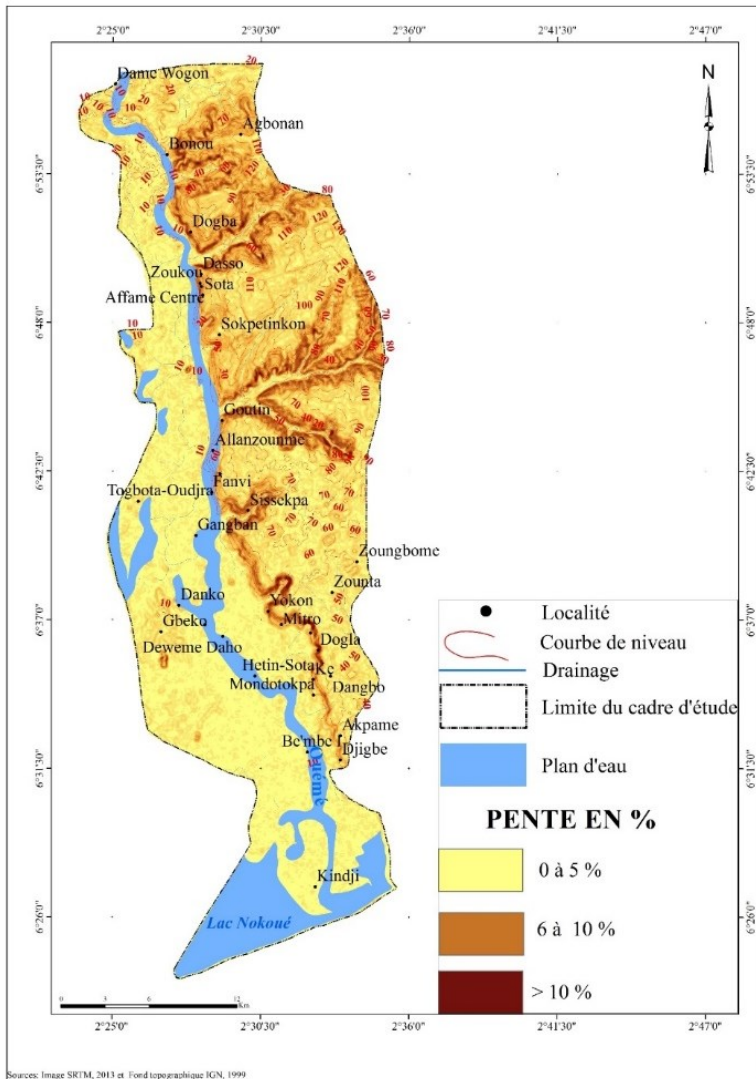
Les noms scientifiques doivent être écrits en entier, avec le nom du descripteur ou de l'auteur, à la première apparition (ex. : *Tectona grandis* L.). On peut donner uniquement le nom du genre suivi du nom de l'espèce à la deuxième apparition (ex. : *Tectona grandis*). Dans le cas où il s'agit d'une 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 figures et photos doivent être de bonne qualité visuelle avec une très bonne résolution 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 (*\*png*, *\*jpeg*). Au cours de la conversion, il faudrait veiller à choisir la résolution maximale, nécessaire à un bon rendu visuel à l'impression ;
- un fichier Word contenant toutes les illustrations (tableaux, figures, photos) doit accompagner l'article. Dans ce fichier, les tableaux, graphiques et autres figures réalisées en MS Word ou Excel seront conservés dans leur format d'origine sans conversion ;
- les figures doivent montrer à la lecture visuelle, suffisamment d'informations compréhensibles sans recours au texte ;
- les tableaux, les cartes, les figures, les graphiques, les schémas et les photos doivent être numérotés (numérotation continue) en chiffres arabes selon l'ordre de leur apparition dans le texte ;
- ils doivent comporter un titre concis, placé au-dessus de l'élément d'illustration (centré, taille 10 gras) ;
- la source est indiquée (centrée) au-dessous de l'élément (Taille 10, normal) ;
- il est important que ces éléments d'illustration soient d'abord annoncés, ensuite insérés, et enfin commentés dans le corps du texte ;
- les illustrations doivent être référencées avec précision dans le texte. Exemple : Tableau 1 ou Figure 1, lorsque l'illustration est appelée ; (Tableau 1), (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.

## Exemples d'illustrations

Figure 1 : Différents types de pentes dans le bassin inférieur de l'Ouémé



Source : Image SRTM, 2013 et Fond topographique, IGN 1999

**Tableau 5 : Vitesse de sapement des fondations et calcul des pertes de terres dans le secteur de recherche**

Commune	Vitesse de sapement moyenne en km/heure	Volume des terres perdues par les ravinements en moyenne en m <sup>3</sup>
Bonou	5,5	7
Adjohoun	6	5
Dangbo	4,7	3
Aguégoués	3,33	2

Source : Résultats de recherche, mai 2017

**Photo 1 : Sapements de berges participant à la recharge sédimentaire des rivières**



Prise de vue : Agbomahènan, Décembre 2017

#### **4. Normes bibliographiques**

##### **10. Comment citer les auteurs ?**

Les références de citation sont intégrées au texte citant, selon les cas, de la façon suivante : Initiale (s) du Prénom ou des Prénoms et du Nom de l'Auteur, année de publication, pages citées.

Les passages cités sont présentés en italique ou entre guillemets. Lorsque la citation dépasse trois lignes, il faut aller à la ligne, pour la

présenter (interligne 1) en retrait, en diminuant la taille de police d'un point (taille 10).

### ***Lorsque l'auteur est appelé***

#### Exemples :

- selon T. T. K. Tchamiè (2012, p. 12) ; quand il s'agit d'un document d'un auteur ;
- selon T. T. K. Tchamiè et L. Y. Laré (2012, p. 19) ; quand il s'agit d'un document de deux auteurs ;
- selon W. Takou & al., (2012 ; p. 10) ; 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 publication. Exemple : Selon Y. Dakissaga (2006, p. 22), Z. Nassa (2009, p. 31) et T. Polorigni (2012, p. 80).

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

#### Exemples :

- (T. T. K. Tchamiè, 2012, p. 12) ; quand il s'agit d'un document d'un auteur ;
- (T. T. K. Tchamiè et L. Y. Laré, 2012, p. 19) ; quand il s'agit d'un document de deux auteurs ;
- (W. Takou & al., 2012, p. 10) ; 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 : (Y. Dakissaga, 2006, p. 22 ; Z. Nassa, 2009, p. 31 et T. Polorigni, 2012, p. 80).

## **11. Références bibliographiques**

Seules figurent dans la bibliographie, les références citées dans le texte. Inversement, tout auteur cité doit figurer dans la bibliographie. L'ordre retenu pour les **références bibliographiques** est alphabétique. Elles se présentent de la manière suivante :

NOM et Prénom (s) de l'auteur, Année de publication, Zone titre, Lieu de publication, Zone Editeur, les pages (p.) des articles pour une revue.

Dans la zone titre, le titre d'un article est présenté en Time New Roman (sans italique) et entre guillemets, celui d'un ouvrage, d'un mémoire ou d'une thèse, d'un rapport, d'une revue ou d'un journal est présenté en italique. Dans la zone Editeur, on indique la Maison d'édition (pour un ouvrage), le Nom et le numéro/volume de la revue (pour un article). Au cas où un ouvrage est une traduction et/ou une réédition, il faut préciser après le titre le nom du traducteur et/ou l'édition (ex : 2<sup>nde</sup> éd.).

### Exemples :

#### i. **Cas de la littérature grise et ouvrage simple**

- AMIN Samir, 1996, *Les défis de la mondialisation*, Paris, L'Harmattan.
- AUDARD Catherine, 2009, *Qu'est-ce que le libéralisme ? Ethique, politique, société*, Paris, Gallimard.
- BERGER Gaston, 1967, *L'homme moderne et son éducation*, Paris, PUF.
- DI MEO Guy, 2000, *Géographie sociale et territoires*, Paris, Nathan.

#### ii. **Article d'une revue**

- DIAGNE Souleymane Bachir, 2003, « Islam et philosophie. Leçons d'une rencontre », *Diogenes*, 202, p. 145-151.

#### iii. **Ouvrage collectif**

- BARROS (De) Phillipe et KUEVI Dovi André, 1989, « Prospection archéologique au Togo », in *Togo-Dialogue*, n°45, Lomé, p. 40-42.

## **5. Soumissions et évaluation des articles**

Les textes doivent être **exclusivement envoyés** à l'adresse [revuelarbe@gmail.com](mailto:revuelarbe@gmail.com)

- Tout manuscrit qui ne respecte pas les normes su-énumérées sera purement et simplement rejeté.
- Les projets d'articles sont attendus entre le **1<sup>er</sup> janvier** et le **30 juin de chaque année**, délai de rigueur. Un délai de deux (2) mois est nécessaire pour instruire les articles. Les articles sont évalués par des scientifiques choisis de par le monde selon leurs champs thématiques.
- Les projets d'articles corrigés par les auteurs doivent parvenir à la direction de la publication de la revue, au plus tard le 30 septembre. Le mois d'octobre est consacré au traitement des articles par le comité scientifique et le secrétariat de publication de la revue, avant d'être renvoyés au besoin, aux auteurs pour les ultimes corrections. A l'issue de cette étape, la liste définitive des articles à publier sera retenue. Les articles publiés sont attendus au plus tard le 15 décembre de chaque année.
- Les articles sont évalués par des scientifiques de par le monde en fonction des spécialités.
- Les frais d'évaluation de l'article sont envoyés au moment de la soumission de l'article. Ils s'élèvent à **20 000 f CFA**
- Les frais de publication, sont versés après acceptation de l'article. Ils s'élèvent à **30 000 f CFA**.