

Disponibilité des ressources en eau dans le bassin béninois du fleuve Niger en Afrique de l'Ouest

**Alphonse Ahodègnon ALOMASSO^{1,3*}, Expedit Wilfrid VISSIN²,
Euloge Kossi AGBOSSOU³ et Martin ASSABA⁴**

¹Laboratoire d'Hydrologie de l'Eau

²Laboratoire Pierre Pagny, Climat, Eau, Ecosystème et Développement (LACEEDE)

³Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi

⁴Laboratoire de Biogéographie et d'Expertise Environnementale, Université d'Abomey-Calavi

* Correspondance, courriel : alomassing@yahoo.fr

Résumé

L'étude vise à approfondir les connaissances sur la disponibilité des ressources en eau dans le bassin béninois du fleuve Niger. Elle a été menée à l'aide des méthodes classiques de statistique, descriptive, hydrologique et de climatologie. Les résultats montrent que sur le plan climatique, la période 1960 - 2010 a été marquée par une baisse pluviométrique. En effet, la tendance générale a révélé entre 1960 - 2010 que les totaux pluviométriques annuels connaissent une baisse progressive, une hausse des températures moyennes de 1,8 °C, une récurrence de la sécheresse, de même, une répartition hétérogène des cumuls pluviométriques sur l'ensemble du bassin entre 1960 - 2010. A l'issue de cette étude, des modes de gestion intégrée ont été identifiés et proposés afin d'assurer la pérennisation du l'or bleu.

Mots-clés : *disponibilité, ressource en eau, bassin versant du fleuve Niger.*

Abstract

Availability of water resources in the Benin basin of the Niger river in West Africa

The study aimed to deepen knowledge on the availability of water resources in the Benin basin of the Niger River. It was conducted using classical methods through statistical, descriptive, hydrological and climatological analysis. The results showed that on the climatic level, the period of 1960 - 2010 was essentially marked by a drop in rainfall. Indeed, the general trend revealed that between 1960 - 2010 the total annual rainfalls are gradually decreasing. It revealed also a rising in average temperatures of 1.8 °C, a recurrence of the drought, and a heterogeneous distribution of rainfall over the entire basin between 1960 and 2010. At the end of this study, integrated management methods were identified and proposed to ensure the sustainability of blue gold.

Keywords : *availability, water resources, Niger river catchment.*

1. Introduction

Les trois dernières décennies en Afrique de l'ouest sont marquées par une variabilité pluviométrique avec une tendance à la baisse des hauteurs de pluies (Olivry et *al.* 1983 ; Sircoulon 1990). Les recherches effectuées par Olivry et *al.*, (1983) ; Sircoulon (1990) indiquent que les précipitations en Afrique de l'Ouest ont connu une diminution du fait de la modification du climat. Cette tendance est qualifiée de "nouvelle phase climatique" par Carbonnel et Hubert (1992). La région ouest-africaine a connu une récession pluviométrique aux ampleurs parfois très accusées doublée d'une augmentation significative du nombre d'années sèches (Sircoulon, 1990). Nicholson (1986) estime que la baisse des hauteurs pluviométriques en Afrique de l'Ouest est comprise entre 10 et 25 % en comparaison à celle enregistrée au début du 20ème siècle. Ces modifications ont entraîné des perturbations dans la disponibilité des ressources en eau au sein des écosystèmes (Walther et *al.*, 2002). Au Bénin, Bokonon-Ganta, (1987), Boko (1988), Afouda (1990), Houndénou (1999) et Ogouwalé (2006) ont montré que la baisse de la pluviométrie associée au réchauffement thermique, ont induit une dégradation du milieu écologique avec pour conséquence des impacts négatifs sur la disponibilité des ressources et la productivité des écosystèmes.

De même Vissin (2001) a montré la baisse tendancielle de la pluviométrie, qui a entraîné une diminution sensible des ressources en eau dans le bassin versant de la Sota, un affluent du fleuve Niger. Par ailleurs, les dérèglements et les déficits pluviométriques saisonniers enregistrés ont perturbé les cycles culturaux, bouleversé le calendrier agricole paysan, augmenté la transhumance chez les éleveurs (Afouda, 1990). Les modifications climatiques de ces dernières décennies ont entraîné une diminution de la disponibilité des ressources en eau et des formations végétales surtout herbacées dans la plupart des régions du Bénin. Or plus de 80 % du cheptel de bovin se trouve concentré dans le nord du Bénin, notamment dans les départements de l'Alibori-Borgou (MAEP, 1996). Toko (2005) a montré que le bassin versant du fleuve Niger se caractérise par un accroissement de la population, une augmentation des zones de culture, une pression accrue des activités pastorales et une intense production agricole en particulier le coton. C'est pour analyser les différents contours de cette problématique que cette étude de la disponibilité des ressources en eau dans le bassin versant béninois du fleuve Niger a été initiée.

2. Matériel et méthodes

2-1. Milieu d'étude

Le milieu d'étude est localisé entre 9°30' et 11°45' de latitude Nord et 1°50' et 3°45' de longitude Est (Afrique conseil, 2006). La zone d'étude couvre une superficie d'environ 48000 km², soit 42 % de la superficie total du Bénin (RGPH3, 2002) et regroupe treize communes à savoir Banikoara, Bembèrèkè, Gogounou, Kalalé, Karimama, Kandi, Kérou, KouandéMalanville, Nikki, Péhunco, Sègbana, Sinendé (*Figure 1*). La superficie du sous bassin national est de 47.726 km². La population de la portion nationale est estimée à 1.673 527 hbts d'après le RGPH4. La commune de Banikoara est la plus peuplée alors que celle de Kérou a le chiffre de population le plus faible. La *Figure 1* montre la localisation du bassin béninois du fleuve Niger

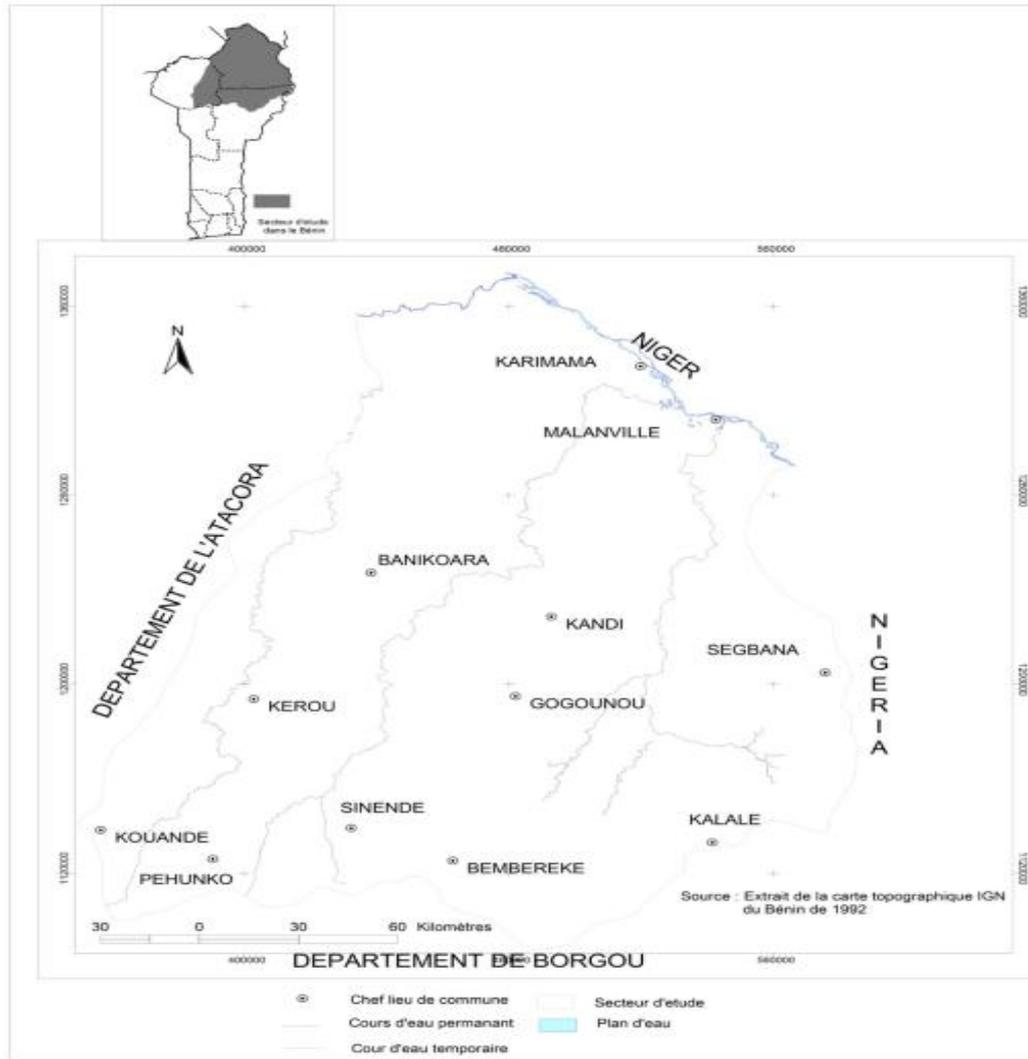


Figure 1 : Situation géographique du bassin béninois du fleuve Niger

Source : Enquête, (2014)

2-2. Population et activités économiques

2-2-1. Population

La caractéristique ethnique de la zone d'intervention varie d'un département à un autre. Ainsi, dans le département de l'Alibori, trois grades ethnies sont dominantes. Il s'agit des Bariba (32,6 %), des peuls, (22,1 %) et des Dendi (18,2 %) (RGPH3, 2012). Les Mokolé du groupe Yoruba et apparentés ne représentent que (04 %) de la population du département (RGPH3, 2012). Dans le département du Borgou, plusieurs ethnies d'importance démographique appréciable cohabitent. Il s'agit des Bariba (37,6 %), des peuls (20 %), des Gando (9,9 %) et Lokpa (1,7 %) (RGPH3, 2012). Dans l'Atacora, l'ethnie majoritaire est le Bariba (19,1 %) suivie de Berba (14,2 %), Waama (11,2 %), Bésorabé (11,1 %), Natimb (9,9 %), peuls (9,8 %), Otamari (4,9 %) et Goumantché (4,4 %) (RGPH3, 2012). Les Gambaga et les Yendé respectivement 1,5 % et 1,2 % ne sont parlées que par une faible frange de la population (RGPH3, 2012). Les Yoa représentent 28,5 % de la population de la Donga et forment avec les Lokpa (18,5 %), les peulh (11,5 %), les Dendi (5,7 %), les Nagot (5,5 %) et les Ani (5,1 %) les Fon (0,8 %) les Gourmantché (0,6 %) sont peu citées. La **Figure 2** montre la répartition des ethnies dans le bassin béninois du fleuve Niger.

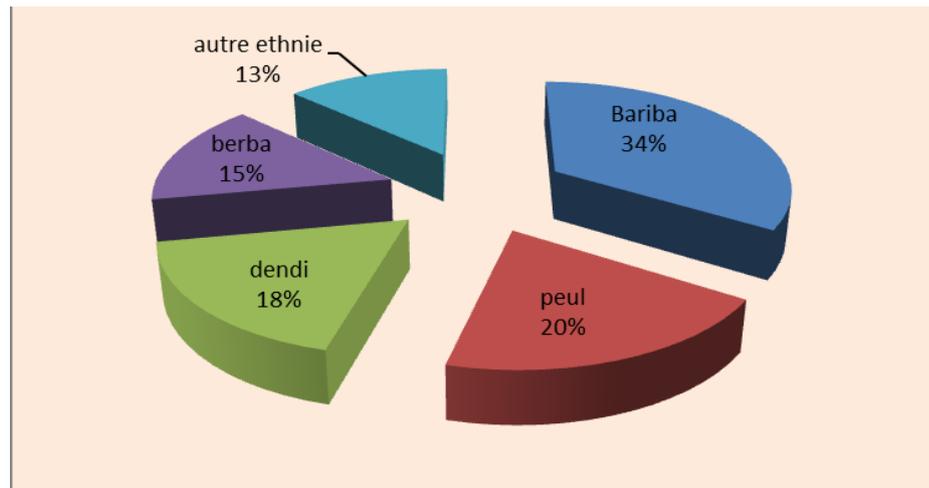


Figure 2 : Répartition des ethnies dans le bassin Béninois du fleuve Niger

Source : Enquête, (2014)

2-2-2. Activités économiques

L'économie de la zone repose essentiellement sur l'agriculture qui utilise près de 80 % de la population active (Agbossou et *al.*, 2005). Une large part est réservée aux cultures vivrières (maïs, sorgho, mil, fonio, manioc, igname, riz) qui sont associées à d'autres cultures telles que les oléagineux (arachide, sésame) et les légumineuses. L'agriculture industrielle porte essentiellement sur la culture de coton, organisée en filière et souvent réalisée sur de grandes superficies grâce à la mécanisation.

2-3. Démarche méthodologique

La démarche méthodologique utilisée dans le cadre de cette recherche a consisté à la collecte des données pluviométriques, de l'évapotranspiration potentielle, de la température et de l'humidité relative.

2-3-1. Collecte de données

Les données pluviométriques constituées des hauteurs de pluie annuelles de la série 1960 - 2010 ont été collectées. Ces données ont recueillies dans les stations météorologiques situées dans le bassin versant. Huit (8) stations météorologiques dont six(6) pluviométriques et deux (2) synoptiques, extraites des fichiers de l'ASECNA Bénin ont été utilisées. L'utilisation de ces données a permis de faire une analyse de la variabilité climatique et de l'évolution de la disponibilité en l'eau dans le bassin. Ces différentes données ont été collectées lors de la recherche documentaire conduite dans certains centres de documentation de la Faculté des Sciences Agronomiques (FSA) et de la Faculté des Lettres, Arts et Sciences Humaines (FLASH) de l'Université d'Abomey-Calavi d'une part, et au Laboratoire d'Etudes des Climats des Ressources en Eau et de la dynamique des Ecosystèmes (LECREDE), au Ministère de l'agriculture de l'Élevage et de la Pêche (MAEP) scientifiques d'autre part.

2-3-2. Méthode de traitement des données climatiques dans le bassin

L'analyse des contraintes climatiques a porté essentiellement sur l'étude de la variabilité pluviométrique du bassin. Elle a été réalisée à l'aide du tableur Excel 2007. Cette analyse a été possible grâce aux traitements statistiques des hauteurs de pluie des stations situées dans le bassin. Ce traitement a consisté au calcul de certains paramètres comme la pluviométrie moyenne P_m et l'écart type σ suivant les **Formules** :

$$Pma = (\sum_{i=0}^N Pi) / N \tag{1}$$

$$\sigma = \frac{\sqrt{\sum(Pi - P^2)}}{N} \tag{2}$$

3. Résultats et discussion

3-1. Variabilité de la pluviométrie

La variabilité pluviométrique dans le bassin béninois du fleuve Niger a été observée aussi bien dans l'évolution interannuelle que dans l'évolution inter saisonnière des précipitations.

3-1-1. Variabilité pluviométrique interannuelle

Les **Figures 3 et 4** montrent la variabilité interannuelle des pluies dans le bassin de la période 1960 - 2010.

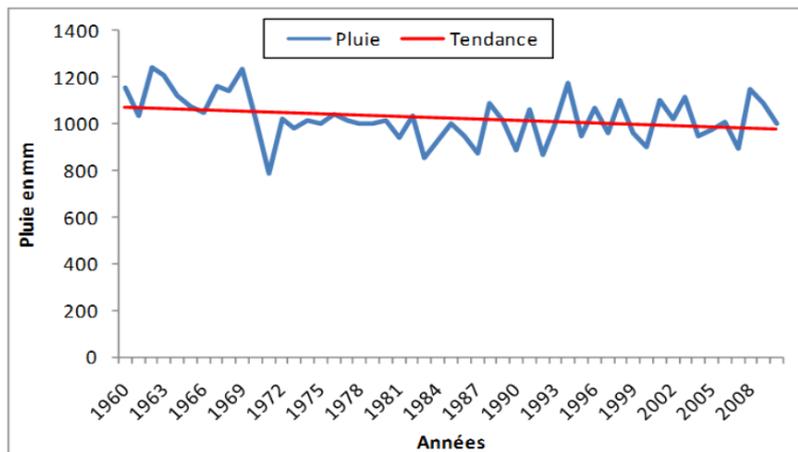


Figure 3 : Variabilité interannuelle des pluies dans le bassin béninois du Niger 1960 - 2010

Source : Enquête, (2014)

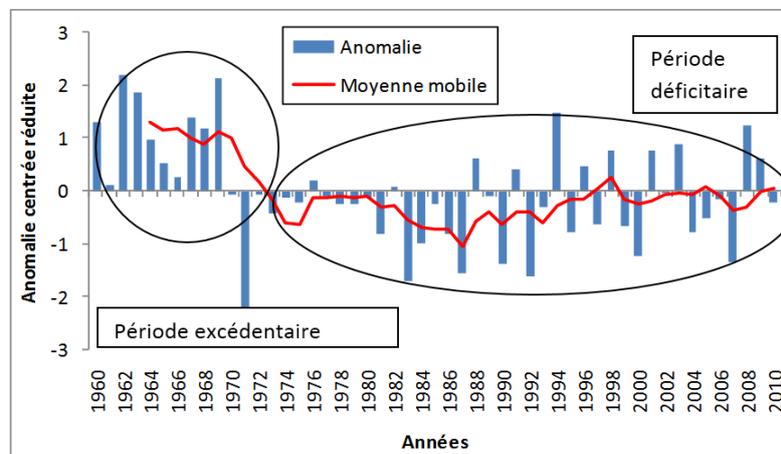


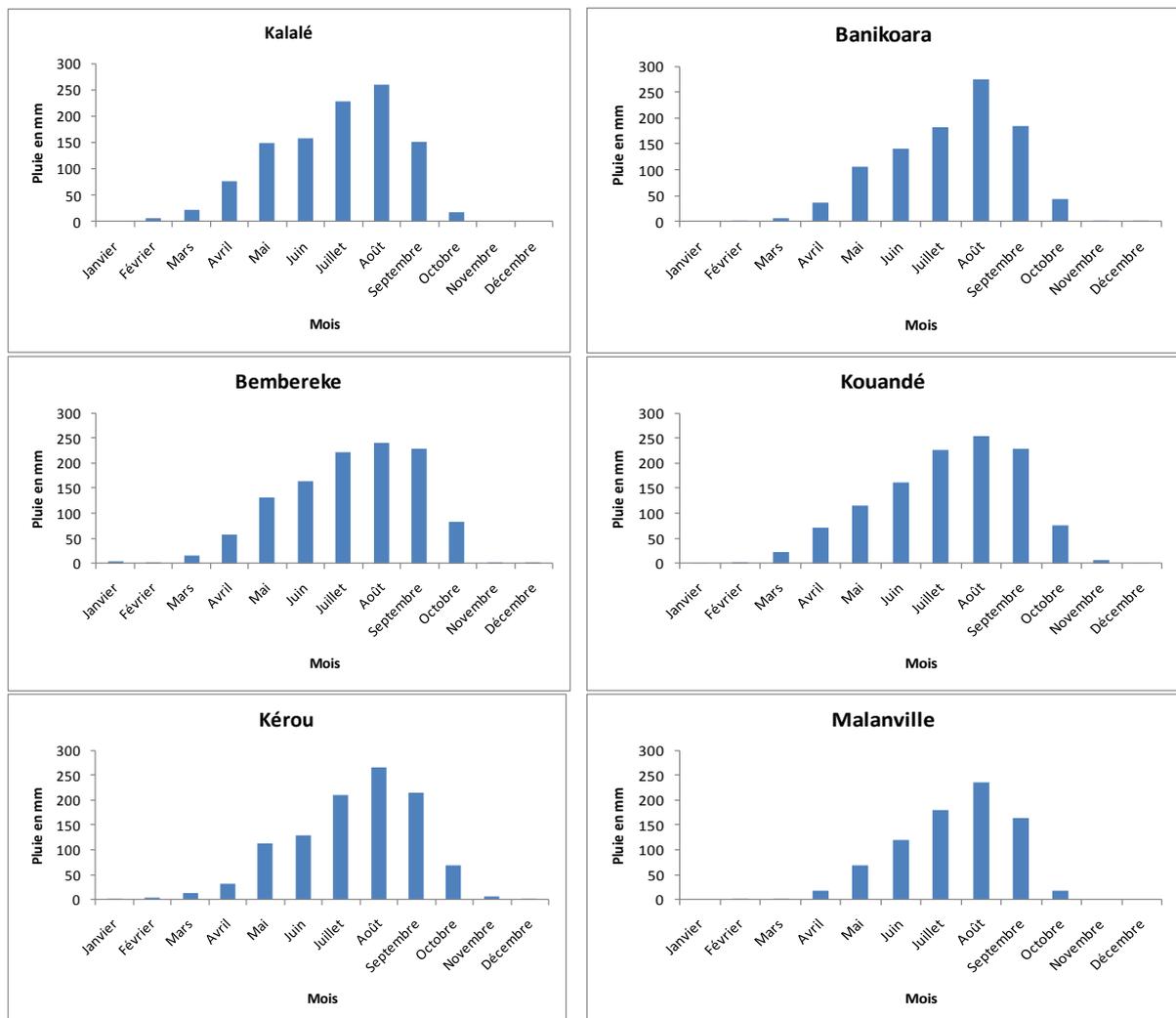
Figure 4 : Répartition des cumuls pluviométriques sur l'ensemble du bassin entre 1960 - 2010

Source : Enquête, (2014)

De l'observation de la **Figure 3**, il ressort que les totaux pluviométriques dans le bassin ont varié singulièrement au fil des ans. En effet, la tendance générale observée entre 1960 et 2010 a fait remarquer une baisse progressive des totaux pluviométriques (**Figure 4**). De l'analyse de la **Figure 4**, il ressort une répartition hétérogène des cumuls pluviométriques sur l'ensemble du bassin entre 1960 et 2010. Le front pluvieux a pris une prépondérance sur les fronts déficitaires durant la toute première décennie (1960 - 1970). Les autres décennies ont été globalement très déficitaires bien que marqués par des alternances entre les années excédentaires et celles déficitaires au début de la décennie 1990. Nos résultats ont été similaires à ceux de Hufty, (1976) et de Sutcliffe et Piper, (1986). Selon (Hufty, 1976), un climat devient sec quand les précipitations sont inférieures à l'évapotranspiration, et qu'il n'y a pas de réserve d'eau disponible. Le bilan climatique traduit ainsi, en particulier, le rythme des excédents ou des déficits en eau. Il exprime la différence entre la somme des abats pluviométriques et celle de l'évapotranspiration potentielle (ETP) et constitue, lorsqu'il est positif, le surplus disponible pour la recharge en eau du sol et pour l'écoulement (Sutcliffe et Piper, 1985).

3-1-2. Évolution mensuelle des hauteurs de pluies

La **Figure 5** présente la variabilité inter-mensuelle des pluies de 1960 à 2010 dans le bassin béninois du fleuve Niger. Elle met en exergue les mois les plus humides de l'année au cours de la période 1960 à 2010.



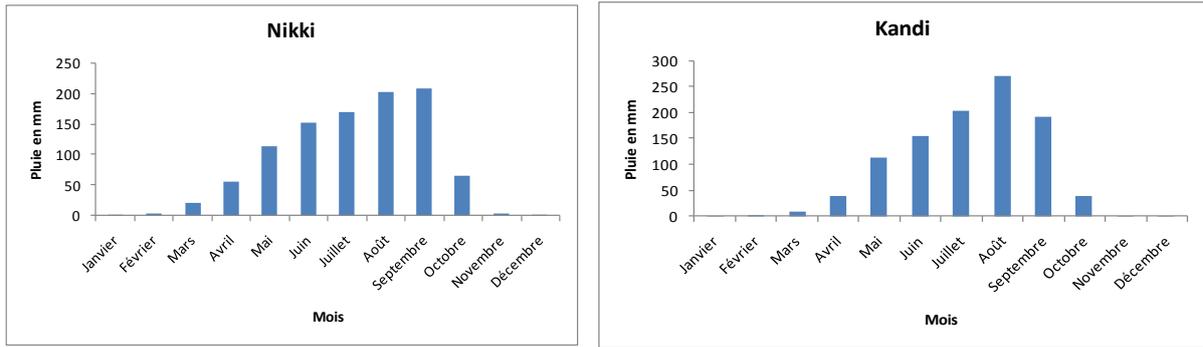


Figure 5 : Variabilité mensuelle des pluies dans le bassin de 1960 à 2010

Source : Enquête, (2014)

De l'analyse de la **Figure 5**, il ressort les mois les plus humides de l'année au cours de la période 1960 - 2010 s'observent de Mai à Septembre. Les maxima de précipitation ont été observés en Août.

3-2. Bilan climatique : un indicateur des disponibilités en eau

La **Figure 6** présente le bilan pluviométrique annuel dans le bassin au cours de la période 1960 - 2010. Elle met en exergue les mois les plus humides de l'année.

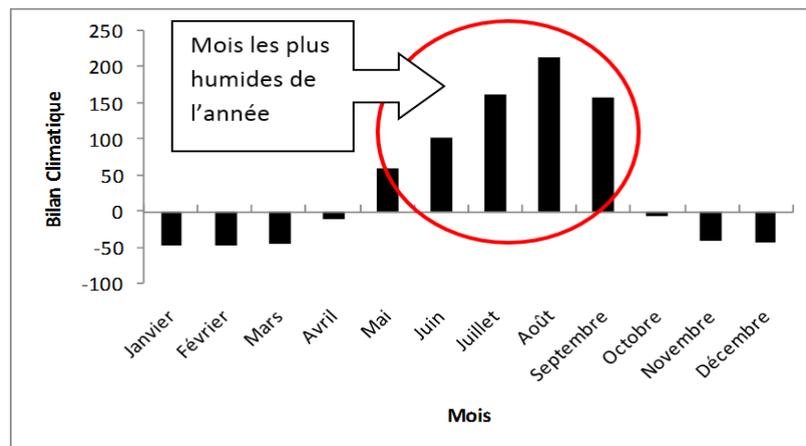


Figure 6 : Variation saisonnière du bilan climatique dans le bassin de 1960 - 2010

Source : Enquête, (2014)

De l'analyse de la **Figure 6**, il ressort que cinq (5) mois sur douze (12) sont véritablement humides dans le bassin béninois du fleuve Niger. Ces mois (mai, juin, juillet, août et septembre) fournissent à eux seuls 88,24 % de la pluviométrie annuelle de la période 1960 - 2010. Parmi tous ces mois, celui d'août semble être le plus marqué par la plus forte pluviométrie observée dans l'année.

3-3. Détermination du coefficient d'écoulement

La **Figure 7** présente l'évolution interannuelle du coefficient d'écoulement entre 1965 - 2010.

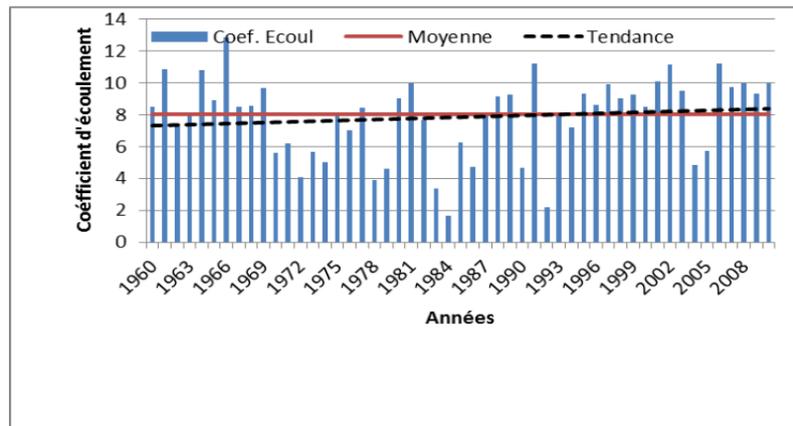


Figure 7 : Variation du coefficient d'écoulement sur la période 1960 - 2010

Source : Enquête, (2014)

L'analyse de la **Figure 7** montre que sur la période 1960 - 2010, le coefficient d'écoulement moyen est de 8 % dans la partie béninoise du bassin versant du fleuve Niger. Cette valeur traduit l'effet de la variation des lames d'eau précipitées dans le milieu. La tendance à la hausse du coefficient d'écoulement dans le bassin (droite de tendance) pourrait se justifier par la forte anthropisation du milieu du fait de l'augmentation des activités humaines.

3-4. Bilan hydrologique

Une étude approfondie de la variabilité pluviométrique et hydrologique a permis de mettre en évidence la caractérisation hydro-pluviométrique du bassin béninois du fleuve Niger. Le bilan hydrologique mensuel sur la période 1965 - 2010 montre clairement la dépendance entre les autres termes du bilan et les hauteurs de pluie. Les pluies, l'évaporation et la recharge atteignent ainsi leurs valeurs maximales en août dans tout le bassin. Par ailleurs, la réponse du sol aux événements pluvieux mensuels s'effectue avec un relatif retard marqué par un léger décalage d'un mois pour ce qui concerne les maxima d'écoulement qui n'interviennent qu'en septembre comparativement aux maxima des autres termes du bilan. En effet, le temps de réponse dépend de la nature du substratum géologique drainé par les différents cours d'eau du milieu : la réponse est plus rapide sur les formations du socle que sur les grès au début de la saison des pluies, puisque l'écoulement ne s'amorce sur les grès qu'après une saturation complète et que l'écoulement perdure ensuite (Vissin, 2007). La **Figure 10** présente la variabilité interannuelle des termes du bilan hydrologique dans le bassin versant du fleuve Niger au pas de temps mensuel.

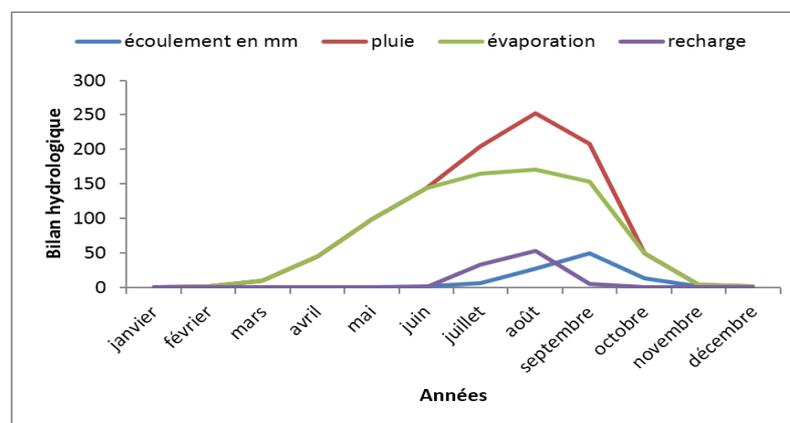


Figure 8 : Bilan hydrologique mensuel du bassin du fleuve Niger de 1960 - 2010

Source : Enquête, (2014)

De l'analyse de la **Figure 8**, il ressort que les termes du bilan hydrologique représentés dans cette partie par les précipitations, l'évapotranspiration réelle, l'écoulement et l'infiltration ont une évolution relativement identique dans la portion béninoise du bassin du fleuve Niger. En effet, le suivi des différents termes du bilan hydrologique sur la série de 45 ans, (1965 - 2010) montre que les hauteurs de pluie et l'évaporation ont connu une évolution similaire. L'application du test de Spearman au seuil de significativité de 95 % à ces différents paramètres fait ressortir les principales corrélations existant entre Pluie / Ecoulement d'une part, et entre Ecoulement / Recharge d'autre part, dans le bassin (**Tableau 1**).

Tableau 1 : Matrice de corrélation (test de Spearman)

	Pluie	Évaporation	Écoulement	Recharge
Pluie	1			
Évaporation	0,83	1		
Écoulement	0,79	0,55	1	
Recharge	0,81	0,37	0,69	1

Source : Enquête, (2014)

L'observation du **Tableau 1** révèle l'existence de fortes corrélations positives ($r > 0,5$) significatives au seuil de 95 % entre les précipitations et les autres termes du bilan hydrologique dans la portion béninoise du bassin du fleuve Niger. La corrélation entre la pluie et l'évaporation est plus importante ($r = 0,83$) qu'avec les autres termes du bilan hydrologique. Cela témoigne la forte relation entre ce paramètre et la lame d'eau précipitée dans le bassin. Aussi, existe-t-il une corrélation non moins importante entre les autres termes du bilan (infiltration et écoulement) et les précipitations. Tout ce qui précède prouve que la pluie est le paramètre qui conditionne les autres termes du bilan hydrologique dans le bassin.

3-4-1. Ressources en eau disponibles dans le bassin béninois du fleuve Niger

3-4-1-1. Les eaux de surface

Le Bénin dispose de ressources en eau relativement abondantes par rapport aux besoins des populations. D'après le rapport de l'étude sur la stratégie nationale de gestion des ressources en eau du Bénin (Direction de l'Hydraulique, 1998), les ressources en eaux superficielles du bassin du Niger (hors fleuve Niger), évaluées à partir des stations hydrométriques existantes, sont estimées à 2 485 millions de m³ sur les 13 106 millions que compte le Bénin, soit environ 19 % (Tomety *et al.*, 2006). Cependant, comme on peut le remarquer à travers les statistiques du tableau3, les ressources en eaux superficielles ainsi estimées ne concernent qu'un bassin versant de 27 260 km², soit moins de 63 % du bassin béninois du fleuve Niger (LE Barbe *et al.*, 1993). Il en découle que les potentialités réelles de la portion nationale du bassin en eaux de surface dépassent largement les 2 485 millions de m³ d'eau qui résultent d'une estimation à partir des stations hydrométriques existantes. Par ailleurs, à la station de Malanville, les ressources en eaux de surface du fleuve Niger que le Bénin partage avec les autres pays sont estimées à 31 725 millions de m³ (Adjinacou et Onibon, 2004). Le **Tableau 2** ci-dessous montre estimation des ressources en eaux superficielles sur le bassin du Niger au Bénin

Tableau 2 : Estimation des ressources en eaux superficielles

Tableau : estimation e eaux superficielles sur le bassin du fleuve Niger				
Bassin	Station	Superficie à la station (Km ³)		Volume moyen annuel (Mm ³ / an)
Niger	Malanville	1 000 000		31 725
Mékrou	Kompongou	5 700	27 260	583
Alibori	Kandi-bani	8 150		883
Sota	Koubéri	13 410		1 019

Source : Enquête, (2014)

3-4-1-2. Les eaux souterraines

La disponibilité en eaux souterraines est largement conditionnée par le climat et la géologie. Les paramètres climatiques pertinents (les précipitations et les températures) déterminent la quantité d'eau qui, à un endroit donné, est disponible pour l'écoulement en surface et la recharge de la nappe. Les conditions géologiques déterminent les caractéristiques de stockage et de flux de l'eau souterraine. Les études menées sur les ressources en eau souterraine du Bénin (Direction de l'Hydraulique, 1998; Vissin, 1998 ; Adjinaou et Onibon, 2004 ; Tomety, 2006) ont révélé que les capacités annuelles de recharge des aquifères de Kandi sont de 123 m³ / Ha et 125 m³ / Ha respectivement en zone du socle et en zone sédimentaire (Direction de l'Hydraulique, 1998). Sur la base de ces hypothèses, la capacité totale de recharge annuelle des aquifères de la zone d'étude sont estimées à 535 millions de m³ d'eau (sur les 1 870 millions que compte le pays) dont la répartition est présentée dans le tableau. Au total, le bassin béninois du fleuve Niger est relativement moins bien pourvu en eau en se référant aux ressources en eaux superficielles et souterraines dont dispose le pays. Il se trouve être la zone la moins arrosée et, sur une étendue représentant environ 42 % du territoire national, ne dispose que d'environ 19 % et 29 % des ressources respectivement en eaux superficielles et souterraines du pays (Pofagi et Tonouewa, 2001 ; Tomety, 2006).

Tableau 3 : Ressources en eaux souterraines du bassin béninois du fleuve Niger

Unité	Superficie (Km ³)	Recharge (m ³ / Ha)	Recharge annuelle en millions de m ³
Régions du socle du bassin béninois du fleuve Niger	36 384	123	410
Grès de Kandi	10 000	125	125
TOTAL	46 384		535

Source : Enquête, (2014)

On constate que les années 1960 ont été bien arrosées dans toutes les stations, mais que la décennie 1970 se caractérise par une baisse considérable de la pluviométrie. Les décennies 1985 et 1994 ont été déficitaires par rapport à la moyenne 2010 sur l'ensemble du bassin. Seule la station de Kandi a connu un excédent pluviométrique durant les années 1970. AKouandé, Bembéréké, Ina et Kandi, la récession pluvieuse est plutôt intervenue durant les années 1975 - 1984. Au cours des années 1970, ce sont les stations de Malanville, Kandi Banikoara et Gaya qui ont été affectées par les baisses les plus marquées.

3-4-2. Disponibilité de l'eau potable dans les communes du bassin

Dans la plupart des localités du bassin béninois du fleuve Niger au Bénin existent des puits forés par la Direction Générale de l'Eau (DG-Eau) qui a initié un important projet de forage et d'adduction d'eau dans les localités pour l'approvisionnement en eau des populations du bassin (**Tableau**). Celles-ci bénéficient de 4338 ouvrages hydrauliques dont 2696 forages, 1596 puits modernes, 10 sources aménagées et 36 forages contre puits ou puits à grand diamètre. Le système du puits à grand diamètre est généralement réalisé dans les régions où la nappe est trop profonde (sur le socle par exemple) et où on veut diminuer l'effort humain pour tirer l'eau et pour avoir un plus grand débit. Il comprend un puits à grand diamètre à côté duquel se trouve un forage à petit diamètre qui communique avec le puits par un canal. Un système de pompage se trouvant au niveau du forage permet de pomper l'eau et de la déverser par le biais du canal dans le puits où on peut puiser l'eau sans trop de difficulté. On a aussi noté que les villes bénéficient des infrastructures de la Société Nationale de l'Eau du Bénin (SONEB) qui leur installe des bonnes-fontaines.

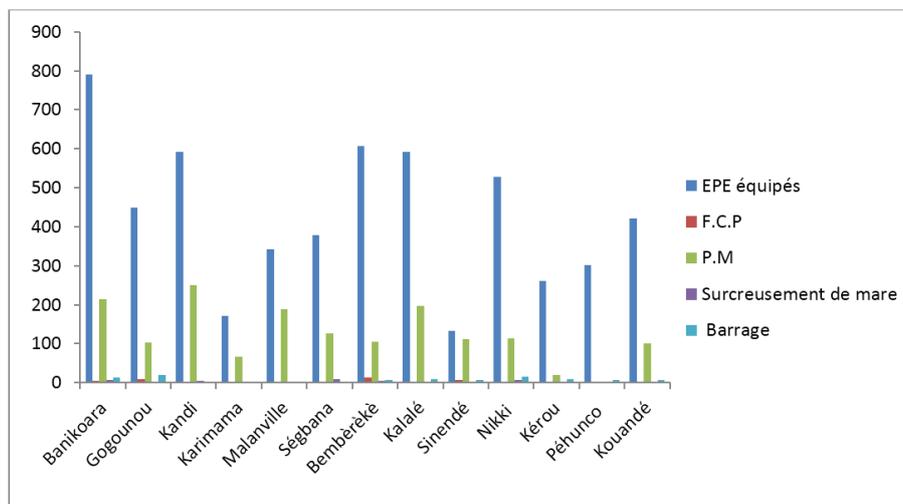


Figure 9 : Ouvrages hydrauliques dominant dans le bassin béninois du fleuve Niger

Source : Enquête, (2014)

Forages contre puits ou puits à grand diamètre : F.C.P, Puits modernes : P.M, Sources aménagées : S.A. De l'analyse de cette **Figure**, il ressort que le problème d'eau potable ne se pose plus avec acuité dans les villes du bassin. Par exemple, Kandi et Banikoara bénéficient respectivement de 251 et 213 puits modernes. Mais dans les régions ou localités où les infrastructures d'approvisionnement en eau potable n'existent pas encore, l'eau de puits, des citernes et l'eau de marigot ou même des rivières sont les plus utilisées par les populations. Toutefois, en cas de pénurie d'eau, les populations de tous les villages creusent des puits aux abords immédiats des rivières pour s'alimenter. Cependant, la portée de l'eau varie d'un groupe socio-culturel à un autre. Toutes les informations contenues dans cette **Figure** sont tirées des résultats d'enquêtes de terrain qui ont été effectuées en décembre 2014.

3-4-3. Besoin en eau des populations du bassin à l'horizon 2025

Le problème d'eau pour les usages domestiques ne se pose plus avec acuité dans toutes les localités du bassin. Par exemple, Kandi et Banikoara bénéficie dispose respectivement de 251 et 213 puits modernes. Mais, dans les régions ou localités où les infrastructures d'approvisionnement en eau potable n'existent pas encore, l'eau de puits, des citernes et l'eau de marigot ou même des rivières sont les plus utilisées par les

populations. Toutefois, en cas de pénurie d'eau, les populations de tous les villages creusent des puits aux abords immédiats des rivières pour s'alimenter. Cependant, la portée de l'eau varie d'un groupe socio-culturel à un autre. La **Figure 10** présente les besoins en eau dans les différentes communes concernées par le bassin.

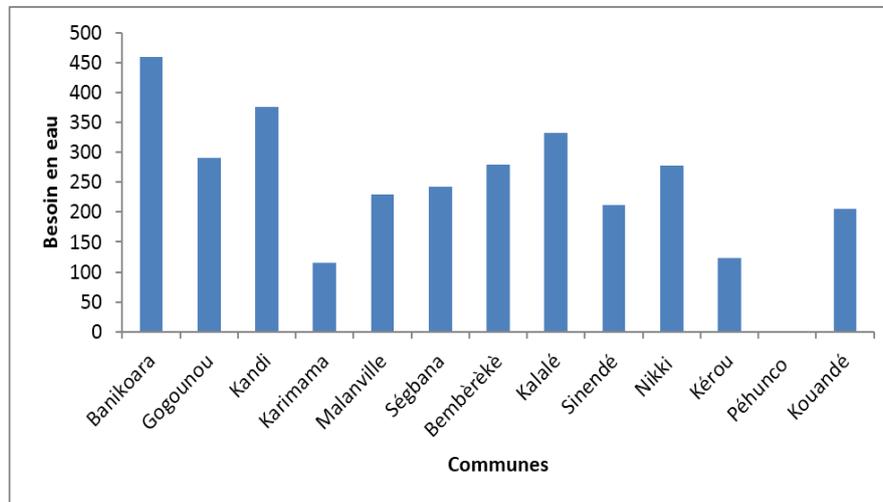


Figure 10 : *Besoin en eau des populations du bassin l'horizon 2025*

Source : Enquête, (2014)

La **Figure 10** présente les différents besoins en eau des localités du bassin. Ces besoins ont été estimés en se basant sur le fait que, selon les normes internationales il faut un point d'eau potable pour une population de 250 habitants. Sur cette base, il ressort que les besoins varient d'un milieu à un autre en fonction de la densité des populations. Ainsi, les communes de Banikoara, Kandi et Kalalé sont celles où le besoin se fait plus sentir comparativement aux autres localités dans le bassin.

4. Conclusion

La présente étude a permis d'apprécier la disponibilité des ressources en eau dans le bassin béninois du fleuve Niger. L'étude a montré que le bassin dispose encore à nos jours des ressources en eau en quantité supérieure à la demande des populations riveraines. Cinq (5) mois sur douze (12) ont été les plus arrosés dans la période 1960 - 2010 avec un maximum de pluie enregistré en Août. Cependant de fortes variabilités mensuelles et interannuelles ont été observées durant la période. Par ailleurs, la disponibilité en eau par habitant varie d'une commune à une autre. Pourtant les autorités en charge de la gestion de l'eau semble ne pas montrer un regard attentif à la question de la disponibilité en eau dans les différentes communes concernées à nos connaissances. De ce fait, il s'avère important de prendre en compte les problèmes liés à l'irrégularité interannuelle et saisonnière des pluies, la répartition des ressources en eau entre les différentes communes du bassin. En tenant compte des tendances actuelles entre quelques communes et l'évaluation des populations, à l'horizon 2025 quelques communes devront affronter une situation de rareté de la ressource en eau. En effet, si les disponibilités en eau d'une commune peuvent être considérées comme une ressource finie, la population, elle, est en perpétuelle croissance de même que les besoins en eau augmentent avec le niveau de développement.

Références

- [1] - C. ADJINACOU et H. ONIBON, Etude multisectorielle pour le développement durable dans la portion béninoise du bassin du fleuve Niger : analyse des opportunités et des contraintes. Autorité du Bassin du fleuve Niger (ABN) / DG-Eau, COTONOU, (2004) 176 p.
- [2] - F. M. AFOUDA, L'eau et les cultures dans le Bénin Central et septentrional : Etude de la variabilité des bilans de l'eau dans leurs relations avec le milieu rural de la savane africaine. Thèse de Doctorat Nouveau Régime. Institut de Géographie, Université de Paris IV-Sorbonne. Paris, (1990) 428 p.
- [3] - M. BOKO, Climats et communautés rurales du Bénin : Rythmes climatiques et rythmes de développement. Thèse de Doctorat d'Etat ès Lettres et Sciences Humaines. CRC, URA 909 du CNRS, Univ. de Bourgogne, Dijon, Vol. 2, (1988) 601 p.
- [4] - M. BOKO, Les changements climatiques et le développement économique, social et environnemental du Bénin : Planification et développement des zones côtières Béninoises, (1997)
- [5] - E. B. BOKONON-GANTA, Les climats de la région du Golfe du Bénin (Afrique de l'ouest), Thèse de Doctorat de 3ème cycle. Université de Paris IV, Sorbonne, (1987) 248 p. + annexes
- [6] - C. HOUNDENOU, Variabilité climatique et maïsiculture en milieu tropical humide. L'exemple du Bénin, diagnostic et modélisation. Thèse de Doctorat de l'Université de Bourgogne, Dijon, France, (1999) 390 p.
- [7] - A. HUFTY, Introduction à la climatologie. Paris, P.U.F., 1976 Collection Magellan, (1976) 246 p.
- [8] - L. LE BARBE, G. ALE, B. MILLET, H. TEXIER et Y. BOREL, Monographie des ressources en eaux superficielles de la République du Bénin. Paris, *ORSTOM*, (1993) 540 p.
- [9] - S. E. NICHOLSON, The spatial coherence of african rainfall anomalies, interhemispheric teleconnexions. *Journal of Climate and applied Meteo*, 25 (1986) 1365 - 1381 p.
- [10] - S. ODJO, Rythmes climatiques et contraintes alimentaires dans l'Atacora. Mémoire de maîtrise ? de Géographie, UNB / FLASH, (1997) 97 p. + tableaux + planches
- [11] - E. OGOUWALE, Changements climatiques dans le Bénin méridional et central : indicateurs, scénarios et prospective de la sécurité alimentaire. Thèse de Doctorat, Université d'Abomey- Calavi, Cotonou, Bénin, (2006) 302 p.
- [12] - J. C. OLIVRY, De l'évolution de la puissance des crues des grands cours d'eau intertropicaux d'Afrique depuis deux décennies. Actes des journées hydrologiques - Centenaire Maurice Pardé; Grenoble, 22-24 sept. 1993. Les dossiers de la revue de géographie alpine, 12 (1993) 101 - 112
- [13] - M. POFAGI, A. TONOUEWA, Renversement de la tendance à la dégradation des terres et des eaux dans le bassin béninois du fleuve Niger. PNUD, ABN., (2001) 115 p.
- [14] - J. SIRCOULON, Aspects hydrologiques des fluctuations climatiques en Afrique de l'Ouest et centrale Bull OMM, 380 (1990) 1 - 8 p.
- [15] - V. J. SUTCLIFFE, B. S. PIPER, Bilan hydrologique en Guinée et au Togo - Bénin. In hydrolog. Continent., Vol. 1, N° 1 (1986) 51 - 61 p.
- [16] - I. TOKO, Effet de bordure villageois-aies protégés en relation avec la dynamique de l'utilisation des terres : cas de la forêt classée des monts de Koufé au Bénin, (2005)
- [17] - TOMETY S. N. SEKLOKA F. TOSSOU J. B. HOUENOU-TOME T.Y. A. ODJO D., Etude des systèmes de gestion / utilisation de l'eau et définition des actions prioritaires de valorisation locale des ressources en eau dans une approche GIRE au Bénin., LIFAD, Ministère des mines, de l'énergie et de l'eau, DG-Eau, ABN, (2006) 121 p.
- [18] - E. W. VISSIN, Impact de la variabilité climatique et de la dynamique des états de surface sur les écoulements du bassin béninois du fleuve Niger. Thèse de Doctorat de l'Université de Bourgogne, Dijon, France, (2007) 280 p.
- [19] - E. W. VISSIN, Contribution à l'étude du fonctionnement hydrologique du bassin de la Sota, mémoire de maîtrise de géographie, UNB, (1998) 80 p. + annexes
- [20] - E. W. VISSIN, Contribution à l'étude de la variabilité des précipitations et écoulements dans le bassin béninois du fleuve Niger, mémoire de DEA, centre de recherche de climatologie, Dijon, (2001) 52 p.