FACTEURS ENTRAVANT LA DISPONIBILITE DE L'EAU DANS LA COMMUNE DE TANGUIETA AU BENIN

CONSTANTIN K. A. PANDA, EXPEDIT VISSIN, TOUSSAINT VIGNINOU

Département de Géographie et d'Aménagement du Territoire (DGAT)

Laboratoire d'Etudes des Dynamiques Urbaines et Régionales (LEDUR) ;

Laboratoire Pierre Pagney : Climat, Eau, Ecosystème et Développement (LACEEDE)

Université d'Abomey-Calavi 01 BP 526, Cotonou 01.

E-mail : constantin.panda@yahoo.fr; exlaure@gmail.com; tousvigni@yahoo.fr

Résumé

L'approvisionnement en eau est sujet, aujourd'hui encore, à d'énormes difficultés. Les populations de la commune de Tanguiéta continuent de souffrir du manque d'eau potable à ce XXIème siècle. Le taux de desserte dans cette région du Bénin est de 49,3%. Afin d'analyser les facteurs entravant la disponibilité de l'eau à Tanguiéta, les données sur les caractéristiques hydrogéologiques, pédologiques et climatiques de cette région ont été collectées suivant une approche méthodologique articulée autour des points suivants : recherche documentaire, enquêtes de terrain et observations. Les résultats montrent que 259 Equivalents Points d'Eau (EPE) sont équipés à Tanguiéta, 150 localités sont dépourvues d'infrastructures hydrauliques et 33,33% de ces EPE ne fonctionnent pas. Tanguiéta est caractérisée par des formations géologiques constituées des roches métamorphiques qui ne favorisent pas l'infiltration de l'eau. Les forages sont productifs pour un seuil de débit de 0,7 m3/h dans 30 % des cas dans les quartiers, les niveaux statiques se situent fréquemment entre 10 et 25 m. L'analyse de la variabilité hydro-climatique sur la période 1965-2010 montre une évolution à la baisse de la pluviosité pendant les années 1965 à 1980 avec une reprise des pluies à partir de 1995 à 2010.

***Mots clés** : Facteurs, disponibilité eau, Tanguiéta, Bénin.*

Abstract

The water supply is still today, with many difficulties. The people of the town of Tanguiéta continue suffering from the lack of drinking water at this 21st century.The rate of service road in this area of Benin is 49,3%. In order to analyze the factors blocking the availability of water in Tanguiéta, the data on the hydrogeologic, pedological and climatic characteristics of this area were collected according to a methodological approach articulated around the following points: information retrieval, investigations and observations.The results show that in Tanguiéta, we have 259 Equivalents Points of Water (EPE), 150 villages are devoided of hydraulic infrastructures and 33, 33% of these EPE do not function. Tanguiéta is characterized by geological formations made up of the metamorphic rocks which do not support the infiltration of water. Drillings are productive for a threshold of flow of 0, 7 m3/h in 30 % in the neighborhood, the static levels frequently range between 10 and 25 Mr. the analysis of hydro-climatic variability over the period 1965-2010 shows a downward trend of rainfall during the years 1965 to 1980 with a resumption of the rains since 1995 to 2010.

***Key words**: Factors, water availability, Tanguieta, Benin*

Introduction

L'accès à l'eau a toujours été un souci permanent pour l'humanité. *La Sainte Bible* rapporte que Moïse conduisant le peuple d'Israël lors de la traversée du désert (aux environs de 1250 ans avant Jésus-Christ) a dû faire face, à plusieurs reprises, à de vives contestations de ce peuple chaque fois qu'il manquait de l'eau à boire (D. Djidji, 2013).

Des siècles se sont écoulés et le problème de l'eau reste toujours d'actualité. En effet, l'Approvisionnement en Eau Potable (AEP) est sujet, aujourd'hui encore, à d'énormes difficultés. C'est fort de cela que le Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD) a intitulé le Rapport Mondial sur le Développement Humain (2006) comme suit : *« au-delà de la pénurie : pouvoir, pauvreté et crise mondiale de l'eau ».* Au moins 1,1 milliard de personnes sont toujours privées d'eau potable dans le monde ; en Afrique, 330 millions de personnes manquent toujours du liquide de vie.

Le Bénin à l'instar des autres pays de l'Afrique subsaharienne est donc confronté à des problèmes d'eau potable tant du point de vue quantitatif que qualitatif (F. Afouda, 1990). Conscient de l'importance fondamental de l'eau dans la vie de l'Homme, le phénomène a amené en mars 1977, la communauté internationale à se réunir à Mar Del Plata en Argentine pour décréter la période 1981-1990 comme la Décennie Internationale de l'Eau Potable et de l'Assainissement (DIEPA).

Malgré tous ces efforts consentis, les ressources en eau sont en proie à d'énormes problèmes surtout dans les localités du Bénin (S. Zannou, 2009). Les populations du Bénin continuent de souffrir de l'eau tel dans la commune de Tanguiéta. Le taux de desserte dans cette région du Bénin est de 49,3% (PDAEP, 2017). Le manque ou l'insuffisance de cette précieuse ressource dans cette commune soumet les populations qui y vivent à des difficultés de survie et de développement (A.R. Adamou, 2012). L'objectif 6, cible 1 des Objectifs du Développement Durable (ODD) prévoit l'accès universel à l'eau potable à un coût abordable d'ici 2030. Cet objectif salutaire et louable est l'une des grandes préoccupations des différentes communes du Bénin pour lesquelles l'accès à cette ressource n'est pas encore entièrement acquis. C'est le cas de la commune de Tanguiéta. Il s'agit d'un milieu où l'eau potable est obtenue à partir des nappes souterraines. Avec la croissance rapide de la population de Tanguiéta qui va de 18411 habitants en 2010 à 74675 habitants en 2013 (RGPH4, 2013) causée en général par l'accroissement des naissances, les besoins en eau de la commune ne font que s'accroitre. Face à cette situation une question principale se pose : Est-ce que les ressources en eau sont-elles suffisantes pour les besoins des populations de la commune de Tanguiéta?

Pour essayer de répondre à cette interrogation, il s'avère impérieux d'analyser les facteurs qui entravent la disponibilité de l'eau potable dans la commune de Tanguiéta. Cette commune est située au Nord-Ouest de la République du Bénin, entre 10°25' et 11°28' de latitude nord et entre 1°20' et 1°55' de longitude est. Elle s'étend sur une superficie de 5 647,5 km^2. Le chef-lieu de la commune est situé environ à 50 kilomètres de Natitingou, chef-lieu du département de l'Atacora (figure 1).

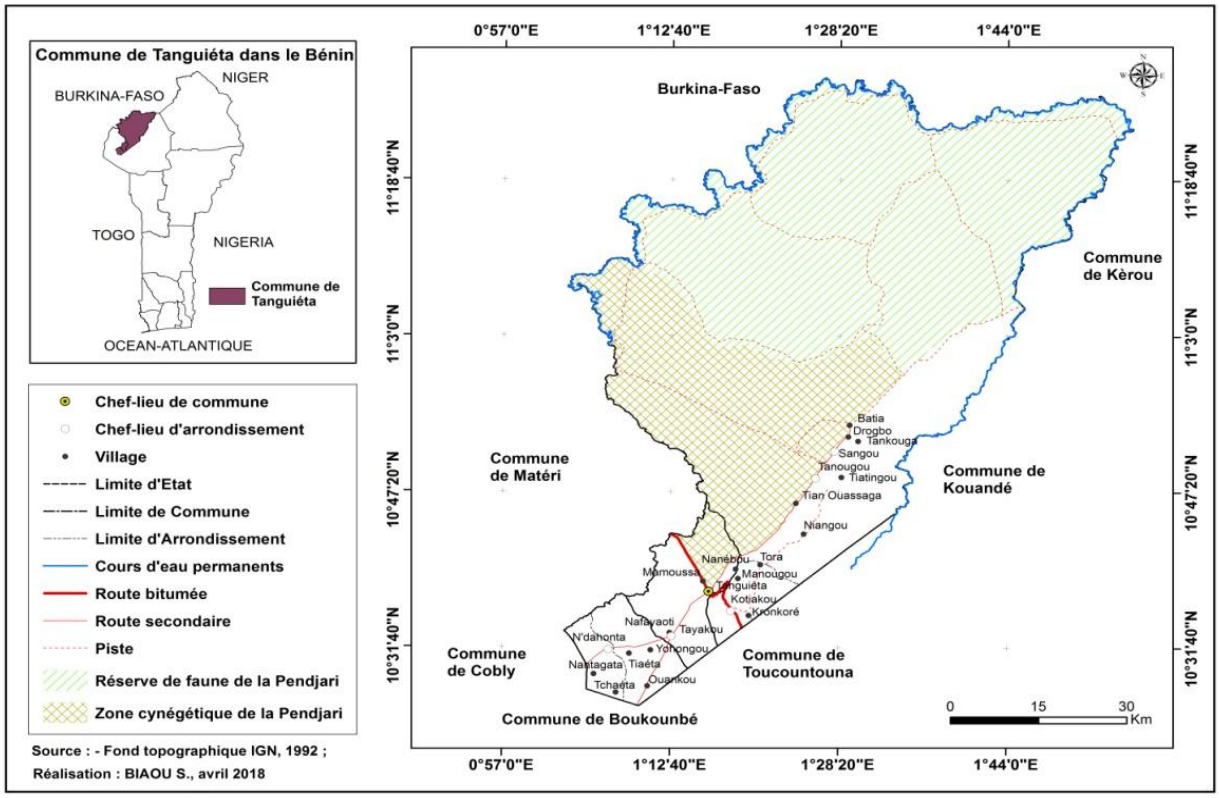


Figure 1 : Situation géographique de la commune de Tanguiéta

Source : Fonds topographique IGN, 1992

1. Méthodologie

Les données relatives au sujet de recherche ont été recueillies par les enquêtes de terrain, les entretiens individuels et le focus group.

Le traitement des données a abouti au croisement des données et l'élaboration des tableaux statistiques qui ont été utilisés dans le cadre de cette étude. Tandis que les figures et calculs sont effectués grâce au logiciel Excel et SPSS. La commune de Tanguiéta compte cinq arrondissements (Tanguiéta, Cotiakou, Tanongou, Tayacou et N'dahonta). Mais les enquêtes ont été réalisées dans trois arrondissements notamment Tanguiéta, Tayacou et N'dahonta sur la base de l'ampleur des problèmes d'eau observés.

La taille de l'échantillon est déterminée par la formule de Schwartz (1995).

$N= Z\alpha^2 PQ /d^2$ avec :

N= nombre total des ménages de l'arrondissement.

$Z\alpha$ = écart fixé à 1,96 correspondant à un degré de confiance de 95%

P= nombre des ménages des quartiers urbains/ nombre total des ménages de l'arrondissement.

Q= 1-P

d^2 = marge d'erreur qui est égale à 5% (0,05).

L'échantillon des ménages est donc évalué à 272 répartir à travers les trois arrondissements enquêtés. Le choix des personnes enquêtées dans chaque ménage est raisonné. Il s'agit soit du chef de famille ou d'une femme/ jeune fille de la maison d'au moins 20 ans. Le nombre de ménages enquêtés par arrondissement de la commune de Tanguiéta est précisé dans le tableau I.

Tableau I : Nombre de ménages enquêtés

Arrondissements	**Nombre total de ménages**	**Nombre de ménages enquêtés**
N'dahonta	1686	54
Tayacou	2221	71
Tanguiéta	4614	147
Total	8521	272

Source : Données issues du RGPH4 de 2013 (INSAE) + enquêtes de terrain 2016

Quant à l'analyse des résultats cette phase a fait essentiellement appel aux capacités intellectuelles, aux enseignements reçus et à l'exploitation des logiciels informatiques. A cet effet, l'approche PEIR (Pression, Etat, Impact, Réponses) nous a permis de percevoir les facteurs qui influencent fortement la disponibilité de l'eau potable dans la commune, les conséquences du manque d'eau potable, et les stratégies développées par les populations pour lutter contre les problèmes d'eau dans la commune.

2. Résultats et discussion

La méthodologie ci-dessus énoncée nous a permis d'obtenir les résultats suivants :

2.1. Situation de l'approvisionnement en eau dans la commune de Tanguiéta

D'énormes progrès dans la fourniture et dans la réalisation d'infrastructures hydrauliques en ont été réalisés à Tanguiéta. Cependant, il existe des disparités au niveau de la commune et beaucoup reste à faire pour couvrir cette commune en eau potable.

Le tableau II présente la situation de l'Approvisionnement en eau Potable de la commune de Tanguiéta jusqu'à fin 2015.

Tableau II : Situation de l'Approvisionnement en eau Potable à Tanguiéta jusqu'à fin 2015

Commune	P R	PD	PND	Localités sans Points d'Eau	FPM	AEV	BF	PEA	EPE équi-pés	EPE Fonc-tionnels	TD fin 2015
Tanguiéta	77170	58750	18420	150	153	2	27	0	259	174	49,3%

Source : PDAEP, 2017

LEGENDE :

PR : Population Rurale

PD : Population Desservie

PND : Population Non Desservie

FPM: Forage équipé de Pompe à Motricité humaine

PM : Puits Moderne

AEV : Adduction d'Eau Villageoise

BF: Borne Fontaine (= 2 EPE)

PEA : Poste d'Eau Autonome (= 4 EPE)

EPE : Equivalent Point d'Eau

1 EPE dessert environ 250 habitants selon la norme en vigueur

TD : Taux de Desserte

L'analyse du tableau II montre la situation de l'approvisionnement en eau potable à Tanguiéta. On remarque que le taux de desserte dans la commune de Tanguiéta est de 49,3% Cependant 150 localités sont dépourvus d'infrastructures hydrauliques soit une population de 18420 habitants dépourvues d'eau potable. Ceci peut s'expliquer par la mauvaise politique de répartition des infrastructures hydrauliques et dans une moindre mesure du substratum géologique de certains arrondissements. Par ailleurs, au nombre des équivalents points d'eau équipés, 85 soit 33,33% de ces points d'eau ne fonctionnent pas. Ce qui oblige une partie de la

population à s'approvisionner aux puits traditionnels et même dans les rivières et marigots pour les usages domestiques.

2.2. Comparaison du besoin en points d'eau et de l'existant réel

Les besoins en eau des populations sont appréciables grâce au volume d'eau exploitable par jour, aux effectifs et la répartition des populations concernées et des ouvrages. Considérant le ratio un point d'eau pour deux cent cinquante habitants (BDI, 2015), la couverture des besoins en équipements hydrauliques a été estimée. Le tableau III présente le besoin en points de la commune de Tanguiéta

Tableau III : Besoin en points de la commune de Tanguiéta

Commune	Population rurale	Population desservie	Total EPE équipés	Total EPE fonctionnels	Taux de panne	Taux de desserte	Besoin en Points d'Eau
Tanguiéta	77170	58750	259	174	33,33%	49,3%	268

Source : PDAEP, + Enquêtes de terrain 2017

L'analyse du tableau X montre qu'avec le ratio 20 litres d'eau par jour pour un habitant en milieu rural (SNAEP-MR 2017-2030), les besoins en eau de la commune de Tanguiéta s'élèvent à 268 points d'eau avec la population rurale de 77170 habitants. Alors que le nombre de points d'eau équipés est de 259 dont 174 fonctionnels. Ce qui implique que la couverture des besoins en eau reste encore inadéquate à Tanguiéta car le taux de desserte de 49,3% cache beaucoup de disparités. Il faudrait qu'il atteigne 98 voire 100% pour être en adéquation avec les Objectifs de Développement Durable qui prônent l'accès universel à l'eau potable à un coût raisonnable. Les forages sont donc globalement insuffisants dans la commune de Tanguiéta. Les besoins en eau varient au fil des années puisque la population croît alors que la réalisation des forages et leur mise en service n'évolue pas au même rythme. Cependant, Il faut noter que la dispersion des habitations rend pénible l'implantation des ouvrages accessibles à toute la population d'un village et constitue un handicap à la couverture des besoins en points d'eau.

Le tableau IV présente la liste des besoins pour la réalisation de nouvelles AEV et de forages à gros débit dans la commune de Tanguiéta.

Tableau IV: Liste des besoins pour la réalisation de nouvelles AEV et de forages à gros débit à Tanguiéta

N°	Communes	Arrondissements	Villages	Localités à couvrir
1	Tanguiéta	Tanguieta	Biakou	Biakou centre, Yangakou, Tchoutchoubou
2		Tanongou	Batia	Batia centre, Colegou 1 et 2, Sangou
3		Tanongou	Tanongou	Tannongou centre, Campement, Pessegou, Kouanpanti,
4		Tanguieta	Mamoussa	Kalahoun, Kani, Mignihoun, Nononfan, Tampanhoun, Porhouno, Wadirka

Source : DG-Eau/ SES-AEP + enquêtes de terrain 2017

De l'analyse du tableau IV, il ressort que plusieurs localités sont encore dépourvues d'Adductions d'Eau Villageoise. Ces localités mentionnés dans le tableau ont donc de sérieuses difficultés d'approvisionnement en eau potable et sont obligés de s'approvisionner au niveau des sources d'eau douteuses (rivières et marigots).

2.3. Stratégies d'adaptation aux problèmes d'eau

Plusieurs stratégies sont déployées par les populations de Tanguiéta pour lutter contre les problèmes d'eau. Il s'agit des stratégies religieuses, la promotion du reboisement, la mobilisation et valorisation des ressources en eau.

2.3.1. Stratégies religieuses déployées par la communauté Natemba

Les communautés locales par l'intermédiaire des chefs religieux traditionnels, recourent à des prières pour implorer la clémence des divinités offensées communément désignées en langues locales par l'expression *« Wafa »*. Par contre, quand on pense que l'on a omis de pratiquer des rites agraires aux divinités telluriques, on recourt à des rituels de purification en observant des sacrifices et des offrandes aux divinités pour implorer la pluie et le rétablissement de l'ordre préalablement bouleversé (M. Ouassa Kouaro,2008). Ce remède est beaucoup plus développé par les vieux et a été confirmée par 80% des réponses des chefs traditionnels, chefs de terre et dignitaires.

2.3.2. Mobilisation et valorisation des ressources en eau

La mobilisation et la valorisation des ressources en eau concernent surtout l'aménagement des mares et sources d'eau. Le curage et l'entretien saisonnier de ces sources sont assurés par les

usagers. Cette initiative locale est louable et permet de prolonger la disponibilité d'eau en saison sèche. Ces aménagements nécessitent un surcreusement et un pavage des cuvettes avec ceinture de protection anti-érosive. Les femmes sont les principales actrices dans cette réalisation car elles ont plus de contrôle sur les avantages de cette ressource. Cependant, elles sont aidées par les hommes dans les travaux d'exécution.

2.4. Facteurs géologiques et hydrogéologiques entravant la disponibilité de l'eau à Tanguiéta

Dans la commune de Tanguiéta, nombreux sont les facteurs qui limitent la disponibilité de l'eau.

2.4.1. Facteurs géologiques

La géologie des terrains influe non seulement sur le ruissellement des surfaces mais également sur l'écoulement de l'eau souterraine. La figure 2 présente la géologie de la commune de Tanguiéta.

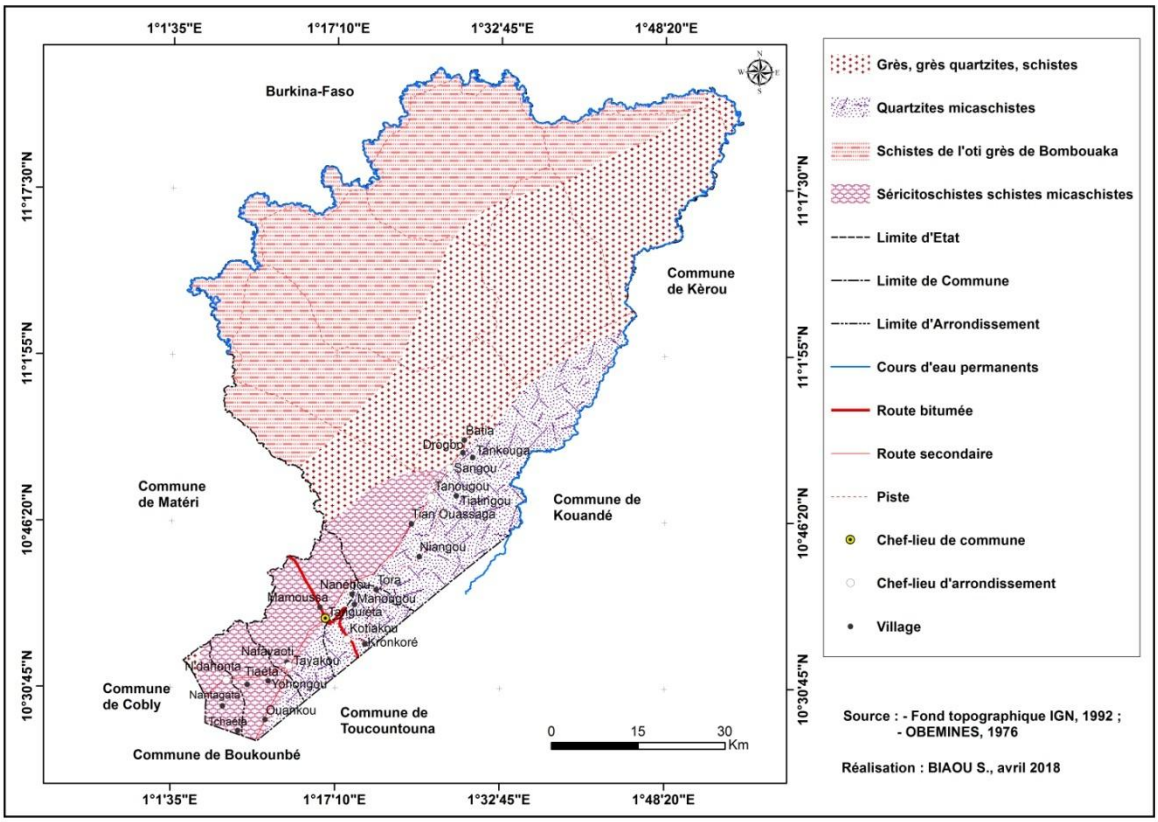


Figure 2 : Carte géologique de la commune de Tanguiéta

Source : Fonds topographique IGN, 1992

L'analyse de la figure 2 montre que la commune de Tanguiéta est constituée d'un socle cristallin et du bassin de la Volta. Le socle cristallin, d'âge précambrien est composé des micaschistes, des quartzites, des schistes, des intrusions magmatiques et des séries volcano-sédimentaires comme le montre M. Ouassa Kouaro (2008). Le bassin de la Volta est d'âge précambrien supérieur (protérozoïque supérieur). Il est affecté par des phases de plissements de l'orogenèse panafricaine.

La géologie de Tanguiéta est donc constituée de roches dures et les nappes d'eau souterraines trop profondes rendent difficile l'infiltration et l'accès à l'eau souterraine. Dans cette commune, le relief plus ou moins accidenté avec de fortes pentes et la végétation dégradée accentuent l'écoulement et freinent l'infiltration de l'eau.

2.4.2. Facteurs hydrogéologiques

Les eaux souterraines sont contenues dans des aquifères. Dans la commune de Tanguiéta, ces nappes aquifères ne sont pas très étendus mais sont discontinus et à porosité de fissures (formations du socle). Ces formations de socle ne sont susceptibles de receler de l'eau que lorsqu'elles sont altérées et/ou fracturées. Des études sont donc nécessaires pour trouver des endroits favorables à la réalisation des forages (études de photos aériennes, géophysique).

Toutes les formations géologiques de cette région sont composées de roches résistantes recouvertes des produits de leur altération physico-chimique à dominance sablo-argileuse.

Les grès et quartzites ne donnent que peu de produits altérés, les schistes s'altèrent mais en donnant des argiles plastiques imperméables et les micaschistes se décomposent en sable argileux relativement perméable. Quant aux gneiss, ils s'altèrent plus profondément que les migmatites et granites. Au total, les altérites ont une perméabilité faible entre 1 et 9.10-7 m/s, avec une porosité utile estimée entre 2 et 5 % suivant la roche mère. La porosité de fissure n'est que de 0,1 à 0,2 %. La profondeur des ouvrages de captage est de 17 à 30 m pour les puits, moins de 45 m dans la plupart des cas, pour les forages. Les forages sont productifs (pour un seuil de débit de 0,7 m3/h dans 25 ou 30 % dans les quartzites de la commune de Tanguiéta. Dans les argilites, les siltites et grès fins du voltaïen, les débits peuvent atteindre et dépasser 5 m3/h, les niveaux statiques se situent fréquemment entre 10 et 25 m. (E. Idiéti, 2012)

2.5. Facteurs pédologiques

Les sols sont constitués par les éléments organiques provenant des végétaux ou des animaux qui se mélangent aux éléments minéraux provenant de la décomposition des roches comme le démontre (K. Adam et M. Boko, 1983). La figure 3 présente les différents types de sols rencontrés dans la commune de Tanguiéta.

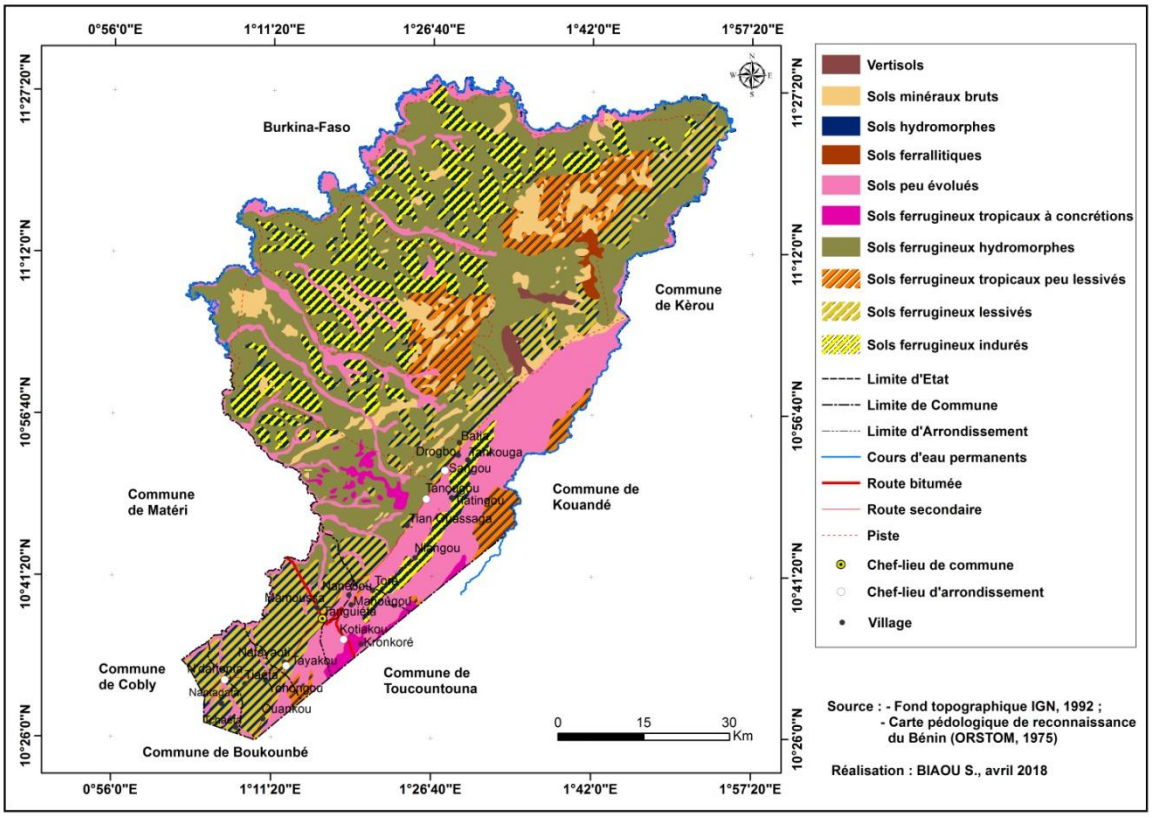


Figure 3: Carte pédologique de la commune de Tanguiéta

Source : Fonds topographique IGN, 1992 ; carte pédologique de reconnaissance du Bénin

De l'analyse de la figure 3, il ressort que les différents types de sols rencontrés dans la commune de Tanguiéta sont les vertisols, les sols minéraux bruts, les sols hydromorphes, les sols ferrugineux et les sols ferralitiques.

Les sols ferralitiques ou rocheux et les sols latéritiques sont des sols favorable à l'écoulement parce que n'étant pas totalement perméable à l'eau de pluie. Les sols ferrugineux tropicaux lessivés sont composés de latérite rouge. Ces sols sont peu profond et ont une texture d'ensemble de fraction limons grossiers et sable fin sur fraction sables grossiers.

En effet, on observe deux types de sols ferrugineux lessivés dans cette commune notamment les sols ferrugineux tropicaux lessivés sur granites. Ces sols ont une perméabilité élevée et la réserve en eau de surface est très faible. Et, les sols ferrugineux tropicaux lessivés à

engorgement de profondeur. Ces sols ont une texture limono- sableux en surface et limono-argileux en profondeur. Ils sont assez perméables en surface avec une réserve hydrique faible. Les sols hydromorphes sont caractérisés par la remontée de la nappe phréatique qui crée avec le débordement des cours d'eau de situation d'engorgement périodique de durée variable.

Les vertisols sont sur de l'argile sédimentaire ou roche basique. Ils ont une structure grossière compactée, 50 à 70% d'argile ont une capacité de rétention faible. Le taux d'infiltration sur ces sols est de 15%, la matière organique 4 à 6% sur surface et le PH oscille entre 6 et 7.

2.6. Facteurs climatiques

Les hauteurs de pluies de la commune de Tanguiéta sont comprises entre 829,6 mm et 1768,2 mm (sur la période 1965 – 2010).

L'étude de la variabilité interannuelle des indices pluviométriques montre une baisse sensible dans les années 1970 et une remontée dans les années 1990. Mais de façon générale, on observe une tendance à la baisse progressive des pluies de 1965 à 2010.

La figure 4 présente la variation interannuelle des précipitations sur la période de 1965 à 2010.

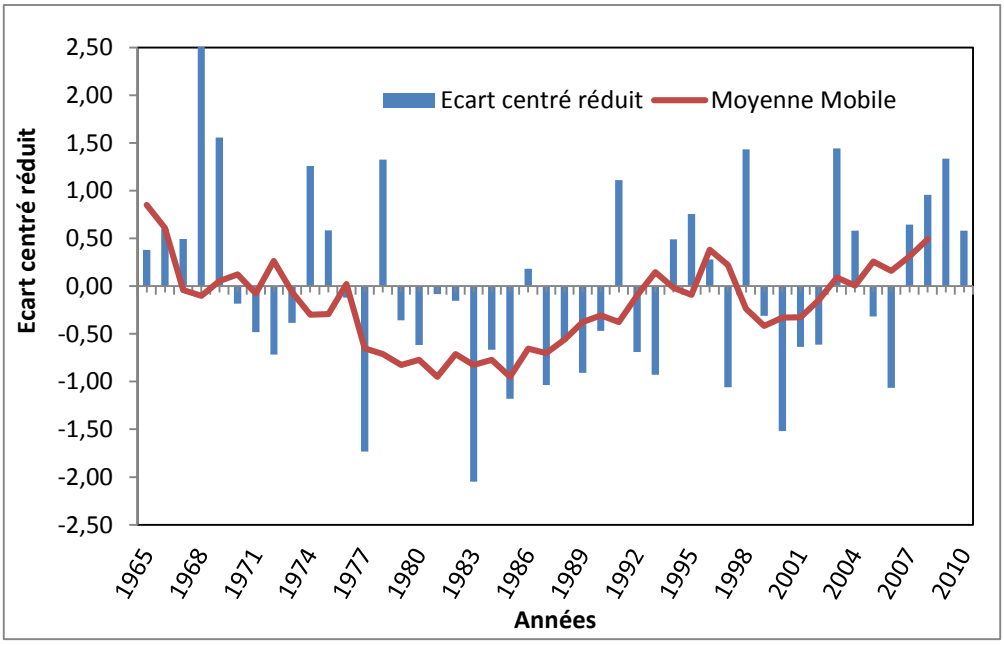


Figure 4 : Variation interannuelle des précipitations (de 1965 à 2010) station de Tanguiéta

Source : Données ASECNA, 2017

La figure 4 présente respectivement trois phases :

- une première phase caractérisée par de fortes précipitations dans les années 1960 ;
- une deuxième phase de baisse ou de récession pluviométrique dans les années 1970 à 2000 ;
- et une troisième phase de reprise pluviométrique dans les années 2000 à 2010.

Cette figure montre que la commune de Tanguiéta connaît depuis les années 1965 une variabilité pluviométrique marquée par une alternance d'années excédentaires et déficitaires.

- les années déficitaires ou sèches sont caractérisées par des valeurs négatives et inférieures à -0,1 ;
- les années moyennes ou normales où les valeurs des anomalies centrées se trouvent entre --0,1 et 0,1 ;
- des années excédentaires ou humides sont marquées par des valeurs positives et supérieures à 0,1.

La proportion des années excédentaires, moyennes et déficitaires est mise en évidence par le tableau V.

Tableau V : Années excédentaires, moyennes et déficitaires

Séries	Années déficitaires	Années moyennes ou normales	Années excédentaires
1965 – 2010	1970, 1971, 1972 ; 1973, 1976, 1977, 1979, 1980, 1982, 1983, 1984, 1985, 1986, 1987, 1988, 1989, 1990, 1993, 1995, 1997, 2001, 2003	1981	1965, 1966, 1967, 1968, 1969, 1974, 1975, 1978, 1991, 1992, 1994, 1996, 1998, 1999, 2000, 2002, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010
Pourcentage	48%	02%	51%

Source : Données ASECNA, 2017 et résultat des travaux de recherche, 2017

L'analyse des données du tableau V révèle que la série 1965-2010 a enregistré 22 années déficitaires soit 48 % du nombre total des années de cette série climatologique contre 23 années excédentaires soit 51 %. Le pourcentage des années pluviométriques moyennes est de 2%. La modification du régime pluviométrique et des totaux annuels observés attestent déjà la variabilité pluviométrique de la commune de Tanguiéta. Les déficits et les excédents pluviométriques prononcés conditionnent la disponibilité en eau dans ce milieu. En effet, la période 1965-2010 est marquée par des années déficitaires et excédentaires très extrêmes et les années moyennes ou normales sont extrêmement réduits.

Les années déficitaires extrêmes entrainent une longue période de stress hydrique ce qui réduit la disponibilité en eau au cours de cette période dans ce milieu. Tandis que les années excédentaires entrainent une grande disponibilité en eau avec pour corolaire des inondations et la destruction des cultures.

La figure 5 présente le régime pluviométrique mensuel sur la période de 1965 à 2010

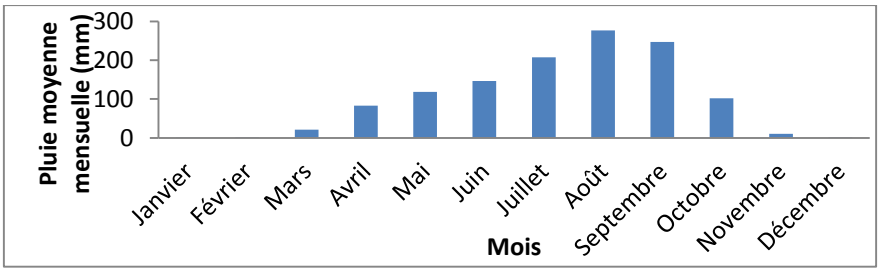


Figure 5 : Régime pluviométrique mensuel de 1965 à 2010 à la station de Natitingou

Source : Données ASECNA, 2017

L'analyse de la figure 5 nous montre que dans la commune de Tanguiéta, le climat est de type Soudano-Guinéen sec avec une saison de pluies de 5 mois (de mai à octobre) et une saison sèche de 7 mois (d'octobre à mai). La saison sèche comprend deux types de temps : L'harmattan de novembre à mars suivie d'une grande chaleur jusqu'en mai. Les précipitations sont abondantes dans les mois d'août et de septembre.

Cette variation pluviométrique est doublée d'un réchauffement thermique.

Par ailleurs, 65% des populations enquêtées ont signalé qu'ils observent de plus en plus de perturbations climatiques caractérisées entre autres par le démarrage tardif des pluies, des poches de sécheresse en cours de saison et des arrêts précoces de la saison des pluies.

Cette variation pluviométrique est doublée d'un réchauffement thermique.

L'évolution des températures maximales et minimales est présentée par la figure 6.

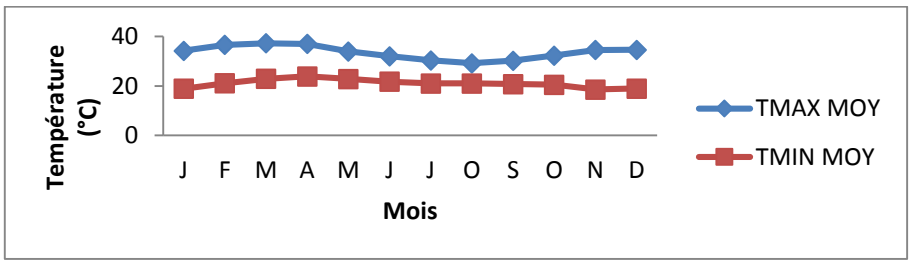


Figure 6: Evolution de la température minimale et maximale sur la période 1965-2010

Source : Résultats de traitement des données

Les tendances des températures maximales et minimales montrent que le réchauffement thermique affecte la commune de Tanguiéta. En effet, les températures maximales ont

constamment augmenté. La hausse observée est de 37,21 °C dans le mois de mars. De même, les températures minimales ont aussi connu une évolution à la hausse. Elles sont passées de 18,87 à 23,87 °C.

En somme, la température est généralement élevée dans la commune de Tanguiéta. Elément climatique, elle constitue l'un des facteurs conditionnant la disponibilité de l'eau atmosphérique (la pluie) à la surface de la terre. Elle est à l'origine de l'évapotranspiration et de la formation des nuages qui donnent les précipitations.

2.6.1. Bilan climatique mensuel

Le bilan climatique a été réalisé au pas de temps mensuel à partir de la pluviosité et l'ETP mensuelles.

La figure 7 présente ce bilan climatique sur la période de 1965-2010

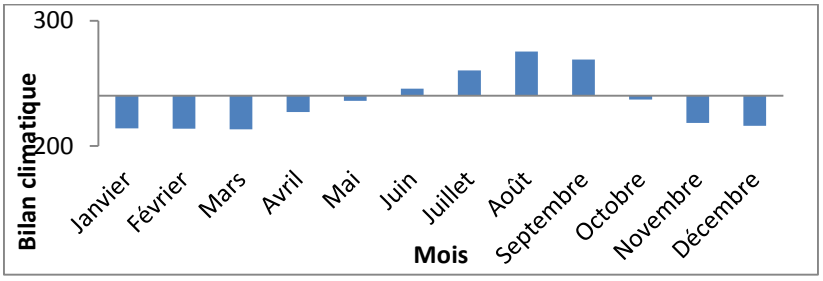


Figure 7: Bilan climatique sur la période de 1965-2010, station Tanguiéta

Source : Résultats de traitement des données

L'analyse de la figure 7 permet d'identifier deux périodes opposées:

- une période de huit mois (octobre à mai) où le bilan climatique est négatif. Ce sont les mois secs où la demande évaporatoire de l'atmosphère est très importante, avec un fort amenuisement et même l'assèchement des réserves d'eau du sol et l'assèchement précoce des cours d'eau comme l'avait aussi signalé Vissin (2007) dans le bassin du fleuve Niger au Bénin.
- et une période de quatre mois (juin à septembre) où le bilan climatique est positif. Ce sont les mois humides qui fournissent de surplus d'eau aux rivières et favorisent l'alimentation des réservoirs souterrains dans la commune de Tanguiéta.

Ce bilan climatique a permis d'évaluer l'importance de la baisse des pluies de la commune. Une étude de la variabilité hydrologique permettra d'établir le rapport entre la variabilité climatique et les ressources en eau de surface.

2.6.2. Régime hydrologique

L'analyse de la répartition mensuelle des débits enregistrés à la station hydrométrique de Porga a permis de caractériser le régime hydrologique (Figure 8).

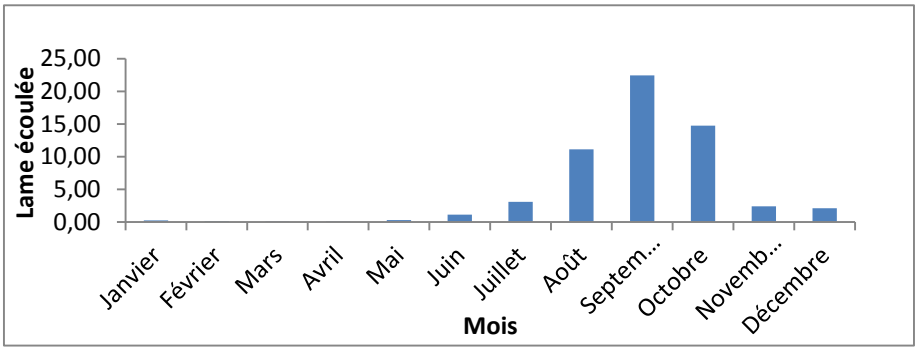


Figure 8 : Régime hydrologique de la commune de Tanguiéta de 1965-2010, station Porga

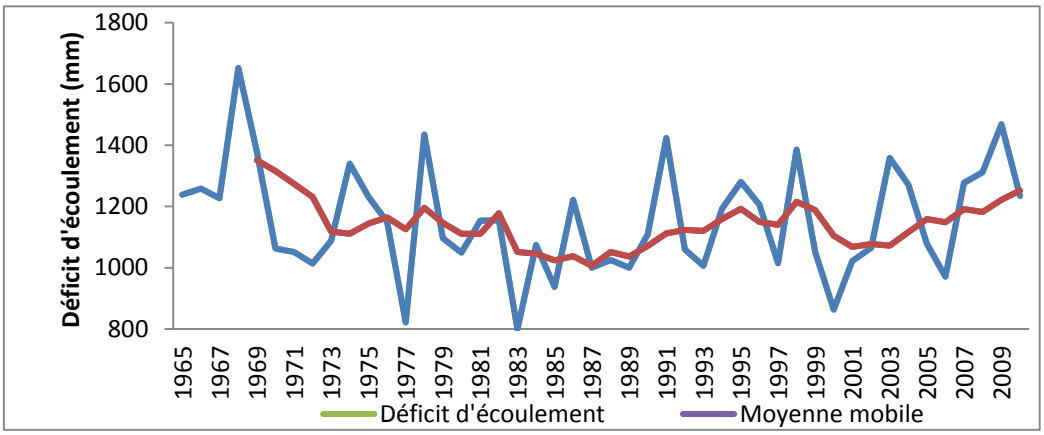
Source : Résultats de traitement des données

La figure 8 indique que les mois de décembre à juin sont caractérisés par un débit presque nul : c'est la période d'étiage. L'écoulement intervient vers la fin du mois de juin jusqu'en novembre. Il atteint son maximum en septembre. Le mois de septembre est ainsi le mois de crue où les eaux débordent du lit de la rivière Pendjari. De décembre à mai, les cours d'eau s'assèchent, même la rivière Pendjari. Le régime hydrologique des cours d'eau de la commune est caractérisé par un étiage presque nul de décembre à juin et un écoulement concentré sur une courte période de 3 à 4 mois (juillet à octobre). La commune de Tanguiéta a un régime saisonnier caractérisé par de hautes eaux entre juillet et septembre et de basses eaux en décembre et entre janvier et mai.

2.6.3. Variation interannuelle du déficit d'écoulement

La figure 9 traduit la variation interannuelle du déficit d'écoulement dans la commune de Tanguiéta sur la période 1965 à 2010.

Figure 9: variation interannuelle du déficit d'écoulement



Source : Résultats de traitement des données

De l'analyse de la figure 9, il ressort que le déficit d'écoulement est prononcé au cours de la décennie 1960-1970. Il connaît une diminution pendant la phase de récession pluviométrique (décennie 1970-1990) et une hausse pendant la phase de reprise pluviométrique (décennie 1990-2010).

Sur la période 1965-2010, les années 1968 et 1969 ont été marquées par d'importants écoulements avec respectivement 115,96 mm à 139,32 mm pour une pluie maximale de 1768,2 mm pour l'année 1968 et 1517,3 mm pour l'année 1969. Les années 1997 et 2009 ont été des années marquées par de très faibles écoulements avec respectivement 3,29 mm à 7 mm pour une pluie de 1018, 20 mm en 1997 et 1475,50 mm en 2009.

2.6.4. Variation des termes du bilan hydrologique

Il s'agit de comparer les termes du bilan hydrologique enregistré sur la période de 1965-2010. La figure 10 présente les variations des différents termes du bilan hydrologique de la commune de Tanguiéta.

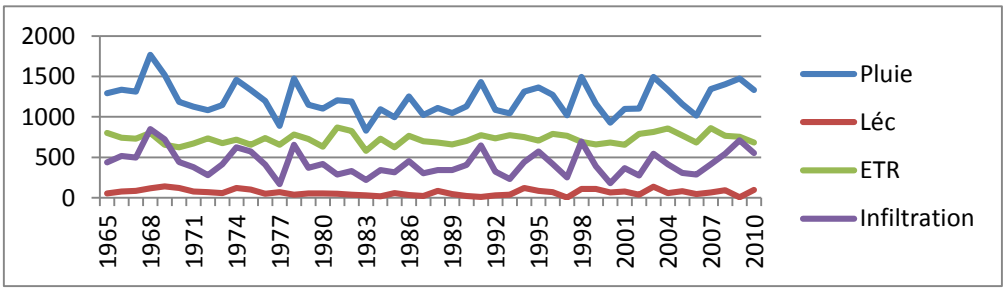


Figure 10: Bilan hydrologique sur la période de 1965 à 2010

Source : Résultats de traitement des données

Il ressort de l'analyse de la figure 10 que la pluie qui est le facteur le plus important, conditionne tous les autres paramètres du bilan hydrologique car la commune de Tanguiéta recueille une importante quantité d'eau de pluie par an. Ainsi, pour une pluie de 1768,2 mm en 1968, il est enregistré un écoulement de 115,96 mm et pour une pluie de 1475,50 mm en 2009, l'écoulement est de 7 millimètres. L'ETR est assez importante et garde pratiquement la même tendance que la pluie (soit 60.59% de la pluie). Ce qui veut dire que tout ce qui est précipité s'évapore. Les sécheresses et les excédents pluviométriques influencent l'écoulement de la commune. Au cours d'une année de sécheresse, la quantité d'eau tombée ne suffit pas pour qu'il ait écoulement. Pendant les excédents pluviométriques, l'excès de pluies entraine d'importants écoulements. L'infiltration quant à elle, garde les mêmes variations que la pluie. Ce résultat est contraire aux travaux de (E. Idiéti, 2009). L'auteur estime que dans cette région de l'Atacora, la recharge de la nappe aquifère est assurée par les fissures et fractures des roches et non par infiltration.

Conclusion

La commune de Tanguiéta est caractérisée par la chaîne de l'Atacora qui comporte deux bourrelets parallèles séparés par une dépression dans laquelle coule la section amont de la Pendjari (135 km). Elle repose sur des formations géologiques constituées de roches métamorphiques qui ne favorisent pas l'infiltration de l'eau dans le sous-sol. Les séries pluviométriques et de débits de la période 1965-2010 présentent un caractère déficitaire remarquable avec une certaine reprise de pluies à partir de 1995 à 2010.

L'analyse de la variabilité hydro-climatique de la commune de Tanguiéta a été faite à deux niveaux d'échelles temporelles: mensuelle et annuelle afin d'évaluer la disponibilité en eau de la commune. Cela a permis de démontrer une évolution à la baisse de la pluviométrie et un déficit pluviométrique pendant les années 1965 à 1980. La baisse de la pluviométrie induit directement le déficit et une baisse de l'écoulement. Le bilan climatique a permis d'identifier deux périodes opposées au cours d'une année. Les mois de juin, juillet, août et septembre sont les mois qui fournissent d'importantes quantités d'eau de pluie favorisant l'écoulement dans les rivières. Tous ces facteurs conditionnent la disponibilité des ressources en eau dans la commune de Tanguiéta.

Références bibliographiques

Adam Kissira et Boko Michel, 1983, *Le Bénin*, Paris, SODIMAS Cotonou/EDICEF, 95 p.

Adamou Abdoul Razack, 2012, Problèmes d'approvisionnement en eau dans l'arrondissement de Cotiakou, Mémoire de maîtrise : Géographie, Aménagement du Territoire, Bénin, Université d'Abomey-Calavi, 110 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 leur relation avec le milieu de la savane africaine. Thèse de doctorat, Hydro-climatologie, Paris IV Sorbonne, 428 p.

BDI, 2015, Banque de Données Intégrées, *Situation des points d'eau au Bénin.*, DGEau Bénin, 40 p.

PDAEPMR, 2017, *Plan Directeur d'Approvisionnement en Eau Potable en Milieu Rural*, DGEau, Bénin, 115 p.

Djidji Dégbey, 2013, Problématique de la gestion des Adductions d'Eau Villageoise dans le département du Couffo, enjeux et perspectives. Mémoire de Master 2, Gestion des Projets, Bénin, Institut International de Management, 78 p.

Idieti Edouard, 2009, Variabilité hydro-climatique dans le bassin versant de la Pendjari au Bénin (Nord-Ouest du Bénin). Mémoire de DEA/ MASTER 2, Hydro-climatologie, Bénin, Université d'Abomey-Calavi, 60 p.

Idieti Edouard, 2012, Les hydro-écorégions du bassin de la Pendjari au Bénin : analyse des déterminants socio-économiques et environnementaux de la dynamique des écosystèmes naturels. Thèse de Doctorat, Hydro-climatologie, Bénin, Université d'Abomey-Calavi, 237 p.

INSAE, 2013, Quatrième Recensement Général de la Population et de l'Habitation. (RGPH4), *Cahier de villages et quartiers de villes*, 33 p.

OMS, 1990, *Impact de la DIEPA de l'eau et de l'assainissement sur les maladies diarrhéiques*, Genève, 170 p.

Ouassa Kouaro Monique, 2008, Les déterminants socioculturels de la désertification dans l'Atacora Ouest au Bénin. Thèse de Doctorat, Sociologie de Développement, Bénin, Université d'Abomey-Calavi, 342 p.

PNUD , 2006, *Rapport Mondial sur le développement humain,* New-York , 13 p..

SNAEP-MR, 2017, *Stratégie Nationale d'Approvisionnement en Eau Potable en Milieu Rural*, DGEau, Bénin, 63 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. Thèse de Doctorat, Hydro-climatologie, Université de Bourgogne, 265 p. + annexe

Zannou Sandé, 2009, Gestion endogène des ressources en eau dans la commune de Sakété. Mémoire de maîtrise, Géographique, Aménagement du Territoire, Bénin, Université d'Abomey-Calavi, 78 p.