

## **Utilisation des Systèmes d'Informations Géographiques (SIG) pour une gestion optimale des ressources en eau en Afrique Occidentale: Cas de la commune de Nikki en République du Bénin**

### **[ The use of Geographic Information Systems (SIG) for an optimal management of water resources in West Africa: the case of Nikki district in the Republic of Benin ]**

*Abdoul-Ramane ABDOULAYE*

Département de Géographie et Aménagement du Territoire,  
Université de Parakou, Faculté des Lettres, Arts et Sciences Humaines, Parakou, Benin

---

Copyright © 2017 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the *Creative Commons Attribution License*, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

**ABSTRACT:** In a world more and more marked with urbanization and then exposed to high risks of increasing yearly population growth, water has hold a paramount place. Water has then become a more and more vital need for people. This fact requires an important consideration in West Africa in general, and in the Nikki district in particular. Despite efforts over years for the mastery of techniques in setting up water fountains, an important part of the population of the Nikki district still lack water. The objective of the present research work is to work out those water fountains in order to evaluate their spatial distribution and their functioning. The methodology used here is exclusively based on the use of attributive and spatial data. To reach the goal of the present study, the Thiessen polygon has been generated. The obtained results have come together to display their spatial distribution and their functioning as well. The average rate of water provision in the district of Nikki is 57.2%, which is below the 67% norm. Only of the seven precincts that make the Nikki district have an average rate of water provision reaching 85%, which is largely beyond the norm. From those data, one can learn that water fountains are unevenly distributed on the land of the Nikki district. This must be improved in order to provide the population with potable water on short distances and with less waste of time for them.

**KEYWORDS:** water provision rate, fountains, potable, norm, Nikki, Benin.

**RESUME:** Dans un monde de plus en plus soumis à l'urbanisation, exposé ainsi à des risques croissants avec une population galopante au fil des années ; l'eau occupe une place primordiale. Les besoins en eau deviennent ainsi de plus en plus vitaux. Ce constat requiert toute son importance en Afrique Occidentale en général et dans la commune de Nikki en particulier. Malgré des années d'efforts de maîtrise consacrés à la mise au point des techniques et à la réalisation des points d'eau, une frange importante de la population de ladite commune continue de souffrir de la rareté de cette ressource. L'objectif que vise cette étude est de faire l'inventaire de ces points d'eau afin d'analyser leur distribution spatiale et leur fonctionnalité. La démarche méthodologique utilisée est exclusivement basée sur l'utilisation des données attributaires et spatiales. Pour atteindre l'objectif de la présente étude, le polygone de Thiessen a été généré. Les résultats obtenus concourent à faire connaître leur distribution spatiale et aussi leur fonctionnalité. Le taux moyen de desserte de la commune de Nikki est de (57,2%), ce qui est en dessous de la norme qui est de 67%. Deux seulement des sept arrondissements que compte ladite commune ont un taux moyen de desserte qui atteint 85%, ce qui est largement au-dessus de la norme. Ces résultats montrent que les points d'eau sont inégalement répartis sur le territoire de la commune de Nikki. Cet état de chose mérite d'être corrigé afin de permettre à la population de s'approvisionner en eau potable, sans parcourir une longue distance et aussi sans aucune perte de temps.

**MOTS-CLEFS:** Taux de desserte, ouvrages, potable, norme, Nikki, Bénin.

## 1 PROBLEMATIQUE

L'homme a utilisé l'eau, indispensable à son existence, dès son origine, [1]. L'Afrique, comme beaucoup d'autres continents tels que l'Amérique du Sud, l'Australie, et l'Inde, est un continent qui se fonde intensivement sur des ressources d'eaux souterraines pour la consommation de l'eau [2]. Ceci à travers des forages notamment.

Ce souci antérieur concernant les eaux souterraines pour l'offre d'eau potable est dû au manque et surtout à la mauvaise qualité de l'eau de surface provoquée par la gestion agricole et domestique peu convenable de pollution [3].

Il est clair que l'accès à l'eau, véritable or bleu, va devenir l'un des enjeux majeurs des prochaines décennies. Malgré l'apparente abondance des milieux aquatiques de notre planète, la part de cette eau utile à l'homme, l'eau douce, y est rare et très inégalement répartie [4]. Les points d'eau qui ont pour source cette eau douce sont aussi inégalement répartis. L'eau est une ressource essentielle aux besoins fondamentaux de l'homme et à son environnement,[5].

Un milliard quatre cent millions (1 400 000 000) environ d'êtres humains dans le monde, n'avaient pas toujours accès en 2003 à l'eau potable et parmi eux 450 millions se situaient en Afrique[3]. Alors qu'environ 85 % de la population urbaine en Afrique a de l'eau potable, 55 % de la population rurale n'y a toujours pas accès[6].

C'est en Afrique subsaharienne que le taux d'accès à l'eau potable et à l'assainissement est le plus faible du monde. Seul 47 % de la population rurale et 81 % de la population urbaine ont accès à l'eau potable[7]. L'eau, source de vie, peut aussi être source de maladies.

En effet, les problèmes de santé liés à l'eau sont énormes. L'organisation Mondiale de la Santé (OMS) évalue à six (6) millions, le nombre de décès par an dû à la consommation d'eau insalubre, [8]. Les conditions d'approvisionnement peuvent affecter la santé et le développement des communautés. Les effets néfastes des difficultés d'accès à l'eau potable sur la santé et l'hygiène constituent aussi un facteur prépondérant de la pauvreté[9].

Il existe un lien direct entre les modes d'accès à l'eau potable et toutes sortes de maladies dans les pays en voies de développement [10]. Il est vrai que le problème ne se pose pas dans les mêmes termes pour tous les pays et que les effets prévus des changements climatiques conjugués avec la démographie galopante, les phénomènes de l'urbanisation et la boulimie du développement industriel sur les ressources ne font qu'aggraver les difficultés. Cependant, on s'accorde à dire que la mauvaise gouvernance est la raison principale des dérives que l'on constate sur les ressources en eau et la nature [11].

Au Bénin, la situation de l'approvisionnement en eau potable en zone rurale nécessite une très grande vigilance de la part des décideurs nationaux. La Décennie Internationale de l'Eau Potable (1980-1990) a permis au gouvernement du Bénin d'améliorer favorablement son taux de couverture de plus de 5000 points d'eau en 1990 toute infrastructure confondue [12].

Il ressort de l'état des lieux du secteur de l'eau au Bénin que le pays dispose, toutes proportions gardées, d'importantes ressources en eau). Les trente dernières années ont été marquées par d'importants efforts dans le domaine de l'approvisionnement en eau potable des populations urbaines et rurales du Bénin. Selon les statistiques des structures compétentes, le taux de couverture est passé de 1980 à 2006 (soit en 26 ans) de 10% à 44% en zone rurale et de 17% à 51% en zone urbaine [13].

Le Bénin a connu un processus de décentralisation concrétisée en Décembre 2002, par l'installation des conseils communaux et la déconcentration de la Direction de l'Hydraulique.

Malgré tous les efforts fournis par les autorités béninoises, beaucoup de communes restent encore insatisfaites [10]. C'est le cas de la commune de Nikki.

En effet, dans cette commune, comme partout ailleurs le problème d'accès à l'eau est un enjeu majeur[14].

A cause de la densité des populations, les ouvrages hydrauliques ne suffisent pas pour couvrir les besoins en eau de cette commune qui souffre toujours d'énormes problèmes d'approvisionnement en eau potable [15]. A partir des outils (cartes thématiques) du SIG, nous pourrions ressortir des liens entre les paramètres environnementaux et humains de cette commune.

La cartographie thématique est un outil d'analyse, d'aide à la décision et de communication largement utilisé pour représenter quelques variables. Elle fait partie de ce qu'on appelle plus généralement la représentation cartographique. Elle permet la réalisation d'images graphiques particulières qui traduisent les relations spatiales d'un ou plusieurs phénomènes, d'un ou plusieurs thèmes. On les définit comme cartes d'inventaire, d'analyse, statique ou dynamique [16]. Les SIG sont utilisés dans plusieurs domaines (éolien, forestier, hydraulique, démographique etc.) à travers des cartes thématiques pour exposer un certain nombre de données. Cependant, parfois tous les critères en rapport avec le thème n'entrent pas dans la

confection de ces cartes. Il est facile de constater que certains travaux ont été réalisés sur la cartographie des ouvrages hydrauliques à l'échelle de la commune de Nikki. Il s'agit la carte des ouvrages hydrauliques de la commune de Nikki réalisée par le service de la Base des Données Intégrées (BDI) de la Direction Générale des Ressources en Eau (DGRE) et de la Direction Départementale de l'Eau (DDE) à Parakou.

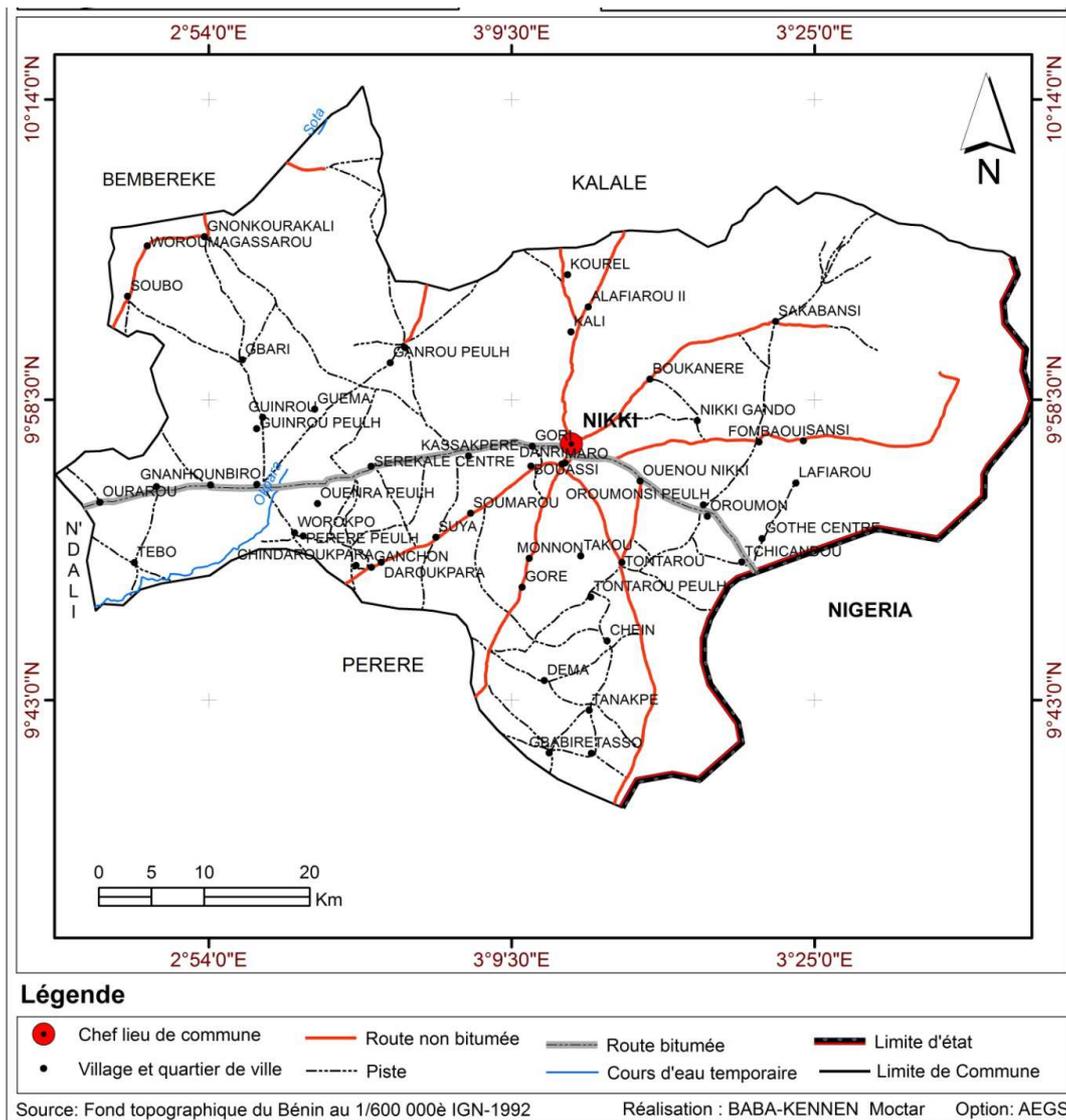
Mais dans les soucis d'apporter notre contribution dans la confection de cette carte des ouvrages hydrauliques, nous avons essayé de faire la « cartographie des points d'eau de la commune de Nikki afin d'apprécier le nombre et l'état des ouvrages hydrauliques de la commune par rapport aux besoins de ses populations. Le secteur d'étude est un secteur localisé sur le socle cristallin, situé au Nord du pays. Les populations de notre secteur d'étude sont confrontées à d'énormes problèmes d'approvisionnements en eau potable.

L'objectif de la présente étude est de faire une évaluation des différents types de points d'eau s existants, afin de voir les problèmes qui expliquent leur inégale répartition dans le milieu d'étude. Il s'agit d'utiliser le Système d'Information Géographique (SIG) et de mettre en place les informations nécessaires à la gestion rationnelle des points d'eau face à la démographie galopante. De façon spécifique il s'est agit de :

## **2 DEMARCHE METHODOLOGIQUE**

### **2.1 PRÉSENTATION GÉNÉRALE DU MILIEU D'ÉTUDE**

Nikki est une commune du Bénin. Située entre les latitudes 9°37' N et 10°15' N et les longitudes 2°46' E et 3°36' E a environ 530 km de Cotonou (capitale économique du Bénin), cette commune est localisée dans le département du Borgou. Elle est limitée au Nord par la commune de Kalalé, au Sud par celle de Pèrèrè et à l'Ouest par les communes de Bembéréké et de N'Dali. Sur sa façade Est, cette commune sert de frontière au Bénin avec la République Fédérale du Nigéria, comme beaucoup d'autres communes du département du Borgou tels que Tchaourou, Pèrèrè et Kalalé. Nikki s'étend sur 3 171 km<sup>2</sup>.



**Fig. 1. Situation géographique du secteur d'étude**

### 2.1.1 CARACTERISTIQUE BIOPHYSIQUE DU MILIEU D'ETUDE

#### ▪ Climat

De type soudano-guinéen, le climat de la commune de Nikki se caractérise par une grande saison de pluies (avril à octobre) et une grande saison sèche (novembre à mars). Le régime des vents est assez différent suivant la latitude. Pendant la saison sèche, l'Harmattan, vent chaud et sec, souffle du Nord à l'Est. Il est responsable de la baisse brutale de l'humidité relative à compter du mois de Décembre.

#### ▪ Relief et hydrographie

Cette commune du Borgou dispose d'un relief accidenté composé de plaines et de collines. En matière d'hydrographie, la commune de Nikki est très peu arrosée en cours d'eau. On distingue deux cours d'eau qui sont des affluents du fleuve Ouémé auxquelles s'ajoutent de nombreuses sources qui ne résistent pas à la saison sèche.

#### ▪ Aspects pédologiques

Les principaux types de sols sont ferrugineux tropicaux. Ce sont des sols ayant une profondeur plus ou moins importante, leur perméabilité et leur porosité sont généralement bonnes. Par contre, ils ont des réserves minérales et une acidité forte à saturation réduite. Ces sols apparaissent comme le résultat d'une altération intense et profonde. Presque partout, ils

manifestent une grande homogénéité physique. Très cultivés, les sols sont sensibles à l'érosion avec d'importantes contraintes sur l'agriculture.

#### ▪ **Végétation**

La végétation de cette commune est composée de savanes boisées, arborées et arbustives. On y rencontre des forêts claires par endroits. Mais l'action de l'homme y a provoqué de profonds bouleversements, faisant naître une végétation « humanisée » caractérisée par la disparition de nombreux ligneux et des ressources fauniques. Les savanes saxicoles sont des formations qui occupent essentiellement les affleurements rocheux aux sols peu évolués, graveleux et peu profonds.

On note la présence des arbustes aux troncs minces à frondaison lâche et quelques arbres. Les espèces fréquentes sont : *Combretum nigricans*, *Detarium microcarpum*, *Gardenia erubescens* et *Gardenia ternifolia*. Les sols de ces formations soumises aux pressions humaines et aux contraintes climatiques sont confrontés au phénomène d'érosion de plus en plus accentuée.

Enfin, les champs et les jachères constituent un autre aspect de l'expression de l'action anthropique. Les sols quoique peu profonds sont très souvent riches en éléments minéraux et par conséquent sont favorables aux cultures telles que l'igname (*Dioscorea spp*), le sorgho (*Sorghum bicolor*), etc... Les espèces ligneuses rencontrées dans les champs et les jachères sont celles épargnées à cause de leur importance socio-économique. Il s'agit essentiellement du Karité (*Vitellaria paradoxa*) et du néré (*Parkia biglobosa*). Les recrûs ligneux rentrés très souvent dans les champs et les jachères sont : *Daniellia oliveri*, *Parinari curatellifolia* et *Pteleopsis suberosa*. La composition floristique de la strate herbacée varie avec l'âge de la formation. Les espèces dominantes sont : *Pennisetum polystachion*, *Indigofera spp* et *Tephrosia pedicellata*.

#### **2.1.2 DONNÉES HUMAINES**

D'une superficie de 3 171 km<sup>2</sup> (soit 2,8% de la superficie totale du Bénin) la population de la commune de Nikki, comme celle de toutes localités du Bénin, a connu une évolution fulgurante, passant de 99 251 en 2002 à 151 232 en 2012 avec 75 339 habitants de sexe masculin et 75 893 de sexe féminin, selon le Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH 4). et une densité de 31,3 hbs /km<sup>2</sup>. Elle est composée en majorité des groupes socioculturels : Bariba et de Peulh On y rencontre aussi les Dendi et d'autres minorités ethniques telles que les Yoruba, venus du Nigéria, les Otamari et les Fon.

#### **2.2 MATÉRIELS ET MÉTHODES**

##### **2.2.1 MATÉRIELS**

Le matériel le plus important qui a été utilisé dans le cadre de la présente étude est le logiciel d'analyse SIG ArcView. Ce logiciel a facilité le traitement des fichiers de forme de 2002 de l'IGN-Benin contenant les limites d'arrondissement et de commune, ont été utilisés pour extraire la zone d'étude. La feuille topographique NB -33- XIV de 1960 (1ère édition) à échelle de 1/200 000 comportant la zone d'étude obtenue à l'IGN (Institut Géographique National) Bénin a été utilisée pour la numérisation des routes et d'autres éléments importants. Un GPS (Global Positioning System) de marque Garmin 76csx de précision planimétrique d'environ 7 m a été utilisé pour la prise des coordonnées géographiques des infrastructures hydrauliques afin de les spatialiser. Des données démographiques ont été traitées par le tableur Excel et utilisées pour connaître les effectifs de la population par arrondissement. Ces différentes données ont été combinées pour être intégrées dans le SIG. Questionnaire d'enquête, BDI de la Direction Générale de l'Eau (DG-Eau)

##### **2.2.2 MÉTHODES**

###### **2.2.2.1 COLLECTE DES DONNÉES**

Les données ont été collectées par enquête directe sur le terrain et en deux phases : une première phase consacrée aux organismes gouvernementaux intervenant dans le secteur d'étude et une deuxième phase consacré aux populations de notre zone d'étude. Nous avons choisi des questions ouvertes parce qu'elles ont l'avantage de susciter de nouvelles questions et d'élargir les débats. Des entretiens individuels et de groupe ont été tenus sur la base de questions indirectes et directes et en langue vernaculaire dans la zone d'enquête.

### ▪ Echantillonnage

Notre population d'étude est composée du chef service de la BDI/DGRE, dans le but d'avoir les informations les plus récentes, du chef cellule informatique et suivi évaluation (C-CISE) /DDE/Borgou /Alibori, parce que chargé de la mise à jour des données, des chefs de chaque arrondissement, parce qu'ils représentent les élus locaux capables de donner les informations les plus fiables, des chefs de village (délégué), parce que informés des différents problèmes de leur village et des responsables de centre de santé, parce qu'ils s'occupent de la santé des populations et des populations de la commune de Nikki, parce que représente la cible victime des problèmes et enfin, tous les points d'eau géo référencés de la commune. La taille de l'échantillon à enquêter au niveau de chaque catégorie d'acteurs a été déterminée suite à une enquête exploratoire menée dans le secteur d'étude. La répartition des différents acteurs enquêtés est résumé dans le tableau 1.

**Tableau 1 : Répartition des différents acteurs enquêtés**

Acteurs	Effectif prévus	Effectifs rencontrés	Taux en %
CS-BDI/DGRE	01	01	100
C-CISE/DDE/Borgou/Alibori	01	01	100
Chef Arrondissement	07	06	86
Chef village (délégué)	07	07	100
Responsable de centre de santé	07	07	100
Populations	35	35	100
Total	58	57	98

*Source : Enquête de terrain, 2016*

### ▪ Techniques de collecte de données

1. Les enquêtes ont été réalisées dans les sept arrondissements. Avec l'appui des autorités locales, les personnes enquêtées par groupe socio-professionnel ont été sélectionnées au hasard.
2. Les coordonnées des points d'eau de la commune de Nikki ont été recueillies à la DG-Eau et sur le terrain certaines coordonnées ont été relevées à l'aide du GPS.

#### 2.2.2.2 TRAITEMENT DES DONNÉES

Après la collecte et la modélisation des données, on a procédé à leur informatisation pour les rendre sous la forme numérique afin de faciliter leur sélection et le lien entre elles. Cependant, cette informatisation est effectuée en deux phases :

- Création d'une base de données sous Microsoft Access pour les données descriptives ;
- Digitalisation (numérisation) des cartes et création d'une base de données cartographique sous ArcInfo.

Le logiciel ArcView nous permet de créer des cartes d'isovaleurs des différents paramètres étudiés et de les superposer avec d'autres couvertures déjà numérisées. Ainsi, des cartes thématiques sont obtenues. Les données chimiques et piézométriques sont des attributs des points d'eau stockés dans la base de données Access avec leurs coordonnées géographiques. L'import et l'implantation des puits avec leurs attributs sur des cartes numériques sous ArcView nécessitent la transformation des coordonnées (IGN) de ces puits en coordonnées Lambert compatibles avec celles des cartes numérisées.

## 3 RÉSULTATS

Les résultats obtenus ont été présentés en trois parties à savoir : Besoins en points d'eau potable de la commune de Nikki ; Evaluation de l'impact des points d'eau sur les populations de la commune de Nikki et Cartographie des points d'eau de la commune de Nikki.

### 3.1 BESOINS EN POINTS D'EAU POTABLE DE LA COMMUNE DE NIKKI

Dans certaines localités de la commune, les populations parcourent des centaines de mètres à cinq kilomètres quelques fois pour atteindre un point d'eau afin de s'approvisionner et cela du matin au soir (à des heures tardives de la nuit). C'est la corvée quotidienne des enfants et des femmes surtout. Alors que l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), dans son

rapport de 2006, qui a pour thème « Au-delà de la pénurie : pouvoir, pauvreté et la crise mondiale de l'eau » a insisté sur le rôle majeur de l'accès à l'eau potable pour favoriser le développement humain. Dans ce rapport, l'OMS définit la distance de la source à la maison de moins de 60 mètres.

Malgré l'effort du gouvernement pour donner accès à une plus grande partie de la population, en raison de la croissance démographique, le nombre total d'habitants non desservis ne diminue pas de façon appréciable.

Les besoins en points d'eau de chaque arrondissement représente le rapport entre la population dudit arrondissement et 250 (c'est le nombre d'habitants qu'un point d'eau desservie).

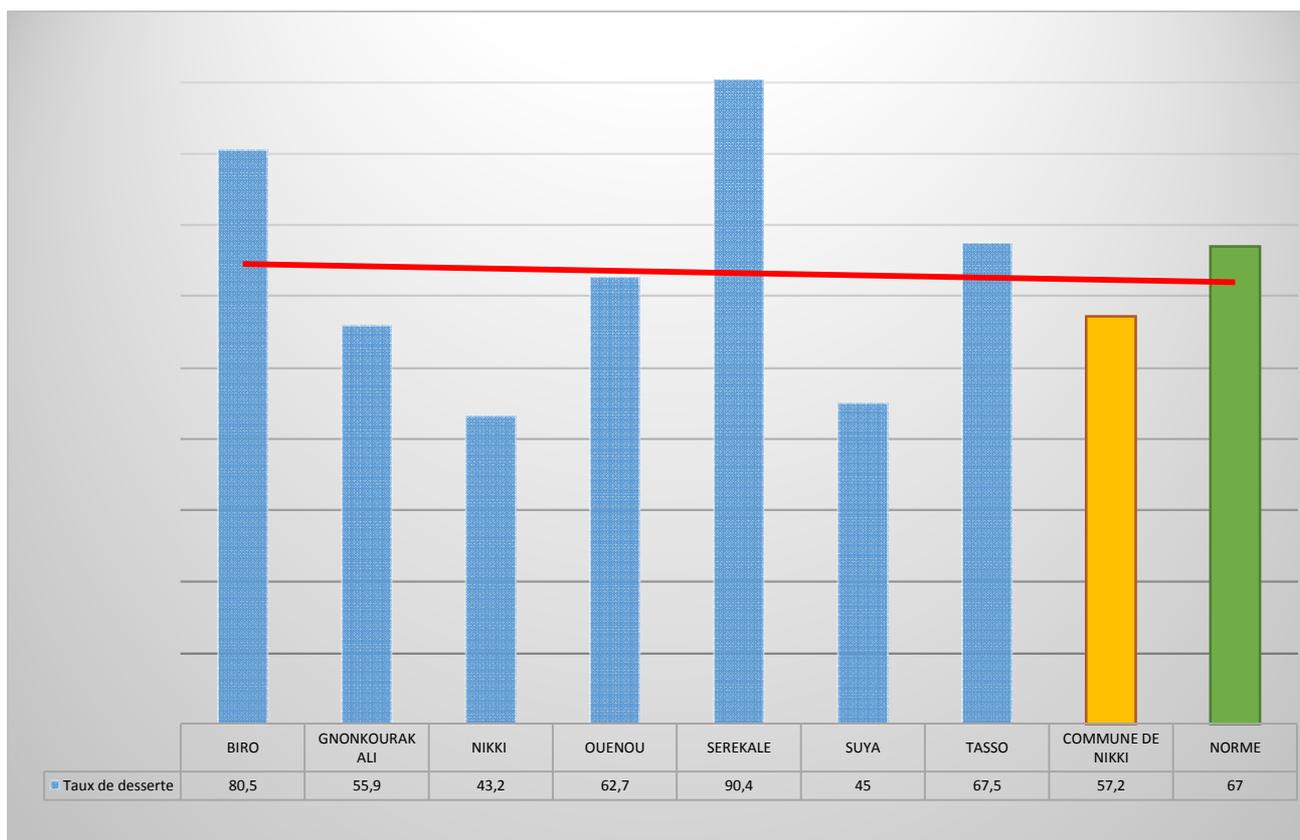
Le taux de desserte d'un arrondissement représente le rapport entre la population effectivement desservie et la population totale dudit arrondissement. Il est toujours en pourcentage (%) et ne peut excéder 100 % même dans le cas où il y a des points d'eau excédents.

Il se calcule suivant deux méthodes :

- la nouvelle méthode selon le critère : population effectivement desservie ;
- l'ancienne méthode selon le critère : 1 Equivalent Point d'Eau ( EPE) dessert 250 habitants.
- La norme du taux de desserte est de 67% .

Quand cette norme est atteinte, on peut déduire alors que les besoins en points d'eau de l'arrondissement sont satisfaits.

L'évolution du taux de desserte selon l'ancienne méthode de calcul des différents arrondissements de notre zone d'étude nous renseigne sur les arrondissements dont les populations sont effectivement desservies par les points d'eau fonctionnels sur place (figure 2).



**Figure 2: Evolution du taux de desserte par arrondissement dans la commune de Nikki**

Source : Données de [15]

De l'analyse la figure 2 , il ressort que :

- le taux de desserte des arrondissements de Gnonkourakali, Nikki, Ouenou et Suya est en dessous de la norme. Ceci s'explique par le faible nombre d'Equivalent Point d'Eau équipés par rapport aux besoins en Point d'Eau dans ces arrondissements. Ces quatre arrondissements apparaissent donc comme les arrondissements dont les populations sont sujettes aux problèmes d'approvisionnement en eau potable ;
- le taux de desserte des arrondissements de Biro et Sèrékalé, est largement en dessus de la norme. Ceci s'explique par le fait que le nombre d'Equivalent Point d'Eau équipés est très élevé par rapport aux besoins en Point d'Eau de ces deux arrondissements ;
- le taux de desserte de l'arrondissement de Tasso est égal à la norme ;
- la moyenne du taux de desserte de la commune est de 57,2 %, donc en dessous de la norme. En conclusion, sur les sept arrondissements de la commune de Nikki, quatre ont leur taux de desserte en dessous de la norme. Ce résultat explique les problèmes d'approvisionnement en eau potable auxquels les populations de la commune sont confrontées d'une part et d'une répartition inégale des points d'eau dans la commune d'autre part. L'ensemble des populations de ces quatre arrondissements est égal à 123 910 habitants, soit 71% de la population totale de la commune de Nikki.

### 3.2 EVALUATION DE L'IMPACT DES POINTS D'EAU SUR LES POPULATIONS DE LA COMMUNE DE NIKKI

#### 3.2.1 INSUFISANCE DES POINTS D'EAU DANS LA COMMUNE DE NIKKI

La commune de Nikki est très pauvre en eau de surface. On y rencontre en majorité que des cours d'eau temporaire qui ne résiste pas à la saison sèche d'une part, l'imperméabilité des sols limite considérablement la réalimentation de la nappe phréatique de Nikki d'autre part. Ce phénomène a pour corollaire l'incapacité des trois(03) stations de pompes à satisfaire les besoins en eau potable des populations de ladite commune. Ainsi la solution palliative serait l'utilisation des eaux de surface, [17]. La pluviométrie du département du Borgou varie entre 900 et 1300 mm par an,[18].

L'approvisionnement à partir des forages à motricité humaine est insuffisant au regard du nombre insignifiant de ces points d'eau. Malgré l'existence des bagarres, il est à constater que la situation va de mal en pire. Selon certaines études, la commune de Nikki dépendrait des eaux pluvieuses. Mais le manque d'une politique d'assainissement et de maîtrise de l'eau aggraverait la situation que vivent actuellement les populations. La situation est déplorable et il urge d'agir pour que l'eau, source de vie ne soit plus une denrée rare,[19].

#### 3.2.2 SANTÉ DES POPULATIONS

Ici, évaluer l'impact de la consommation de l'eau des points d'eau géoréférencés sur la santé des populations de Nikki revient à estimer les effets de la qualité de l'eau de ces points d'eau dans la commune.

La consommation de l'eau des points d'eau géoréférencés ne sont pas à l'origine des malaises pour les populations, tant que les populations s'alimenteront avec cette eau, elles ne courent pas de risques de maladies hydriques. En effet, après la mise en place des ouvrages des différents points d'eau, la qualité de l'eau est vérifiée par le laboratoire d'analyse des eaux du service eau de la Direction Départementale de l'Eau et c'est seulement quand celle-ci est bonne que le point d'eau est mis à la disposition des populations pour leurs différents besoins, en l'occurrence pour la consommation.

L'eau est obligatoirement traitée par des laboratoires agréés en analyse de l'eau au cas où elle est de mauvaise qualité après la foration. Dès l'instant où la potabilité et la minéralogie de l'eau sont jugées bonne après les différentes analyses, le forage est enfin mis à la disposition des populations. Dans ces conditions la consommation l'eau de ces points d'eau ne crée aucune malaise aux populations. Mais le constat est que ces points d'eau ne suffisent pas pour couvrir les besoins en eau des populations de la commune puisque le taux de desserte est toujours en dessous de la norme.

### 3.3 CARTOGRAPHIE DES POINTS D'EAU DE LA COMMUNE DE NIKKI

#### 3.3.1 DIAGNOSTIC DES POINTS D'EAU POTABLE DE LA COMMUNE DE NIKKI

La phase de terrain s'est effectuée avec l'aide d'un guide ayant une meilleure connaissance de la zone d'étude. Les coordonnées géographiques de quelques points d'eau ont été relevés à l'aide du GPS Garmin 62 pour les comparer à celles de la BDI de la DGRE. Celles-ci étaient similaires. Les données récoltées ont été intégrées sous le logiciel ArcMap 10.1. Plusieurs couches qui contiennent les informations relatives aux points d'eau de la commune de Nikki ont été créées. Dans ces couches tous les points d'eau géoréférencés selon leur type ont été sauvegardés.

### 3.3.2 PRODUCTION DU DOCUMENT CARTOGRAPHIQUE

Les documents cartographiques sont produits à partir du logiciel ArcMap. Ils sont réunis dans la carte des points d'eau de la commune de Nikki. Afin de faciliter la gestion mais également l'analyse des données et par suite leur mise à jour, une base de données « points d'eau » sur support Microsoft Excel 2010 a été développée. Cette base de données a permis d'éditer les différentes couches de la carte des points d'eau.

### 3.3.3 TYPOLOGIES DES POINTS D'EAU DE LA COMMUNE DE NIKKI

Au total cinq cent six (506) points d'eau ont été localisé géographiquement sur l'ensemble de notre zone d'étude. Deux grands types d'ouvrages ont été repertorié, à savoir :

- Le forage qui est un ouvrage creusé. Il est aussi appelé « puits » dans le domaine de la prospection dans la terre. Son diamètre varie selon l'usage. Au nombre des forages nous pouvons identifier : les pompe à moteur ; les Pompe à Motricité Humaine (PMH) (planche 1), le Adduction d'Eau Villageoise (AEV).



Pompe à moteur (Nikki) PMH 1 (Tasso)

#### *Plache 1 : Typologie des points d'eau*

*Prise de vue : Moctar BABA-KENNEN, Avril 2016*

- Les Puits Modernes (PM) sont des forages dont le diamètre varie généralement de 1 à 1,2 mètres. Ils sont munis d'une margelle, une dalle, d'un anti-bourbier, d'un cuvelage (en béton armé) de captage avec une base et une dalle de fond posé sur un lit de gravions [10]. Les puits modernes fonctionnent à l'aide des treuils. Cependant, ils sont sujet à tout type de contamination (liée au vent chargé de poussière, les moisissures, les précipitations...), ces PM ont été transformés en forages par l'ONG HELVETAS.

Parmi ces points d'eau, certains nécessitent une intervention active de l'homme pour remplir leur rôle et d'autre non. Ils sont regroupés selon leur différent état :

- A : Abandonné,
- B : Bon,
- NE: Non Equipé,
- P1 : Panne à réparer,
- P2 : Panne à réhabiliter,

Le tableau 2 dresse la liste des points d'eau par type et fonction de leur état.

Tableau 2: Les types d'ouvrages selon leur état

Etat ouvrage \ Type d'ouvrage	A	B	NE	P1	P2
Forage	02	351	18	00	22
PM	08	100	00	00	05
Total	10	451	18	00	27

Source : [15].

De l'analyse du tableau 2, il ressort que :

- Sur 393 Forages, 02 sont abandonnés, 351 sont en bon état, 18 sont non équipés et 22 sont en panne de degré P2 ;
- Sur 113 Puis Modernes, 08 sont abandonnées, 100 sont en bon état, et 05 sont en panne de degré P2 ;

Au total, sur les 506 ouvrages géoréférencés, 10 sont abandonnés, 451 sont en bon état, 18 sont non équipé et 27 sont en panne de degré P2. En résumé, 89% des ouvrages sont fonctionnels.

La DG-Eau a réalisé une carte des ouvrages hydrauliques de la commune de Nikki (figure 3). Mais cette carte ne fait pas mention de l'état de chaque type d'ouvrage, ce qui ne permet pas une analyse spatiale de leur fonctionnalité ou non.

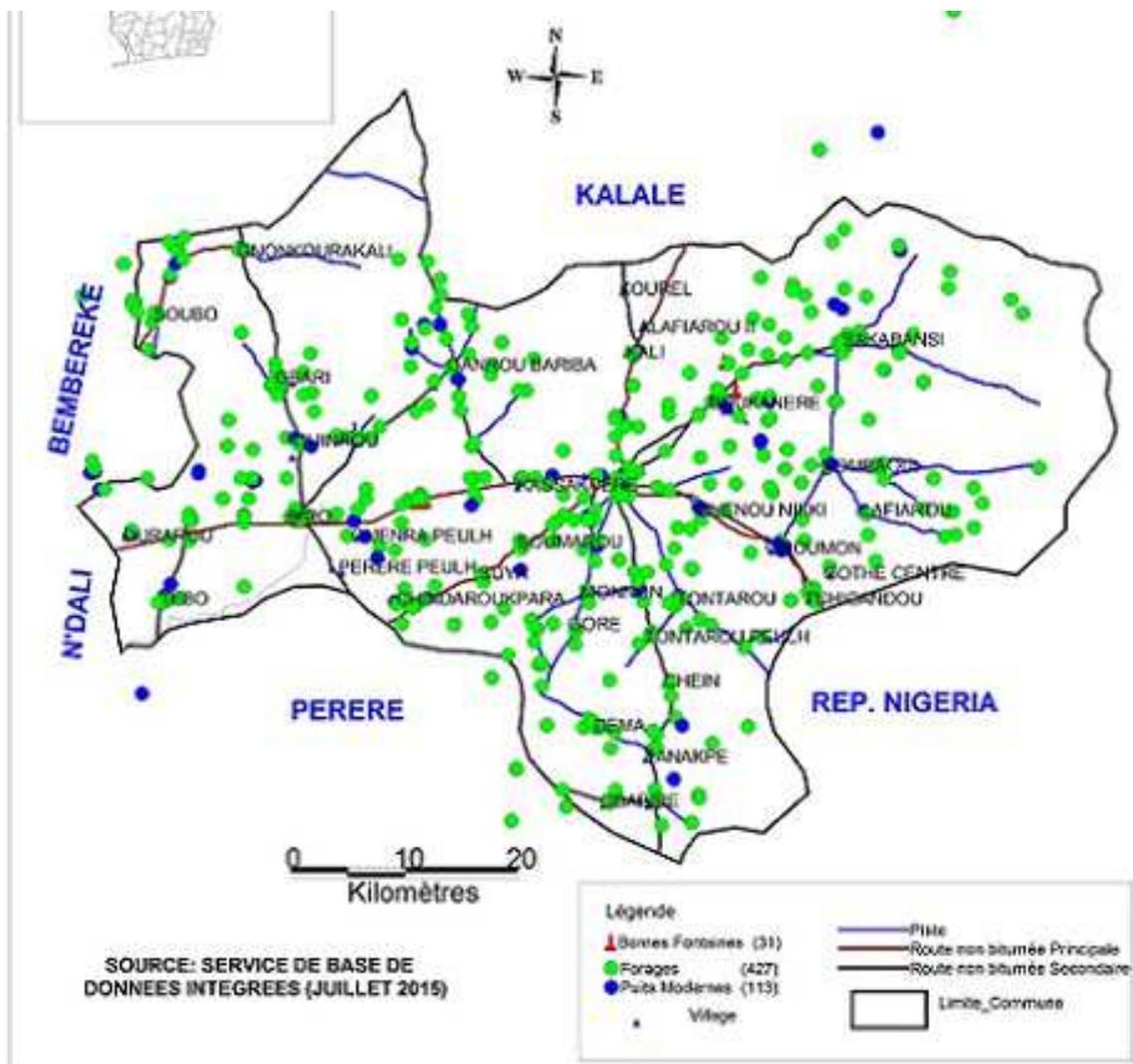


Figure 3: Carte des ouvrages hydraulique dans la commune de Nikki

Les différents types de cours d'eau sont matérialisés dans la carte du réseau hydrographique de la commune de Nikki (figure 4).

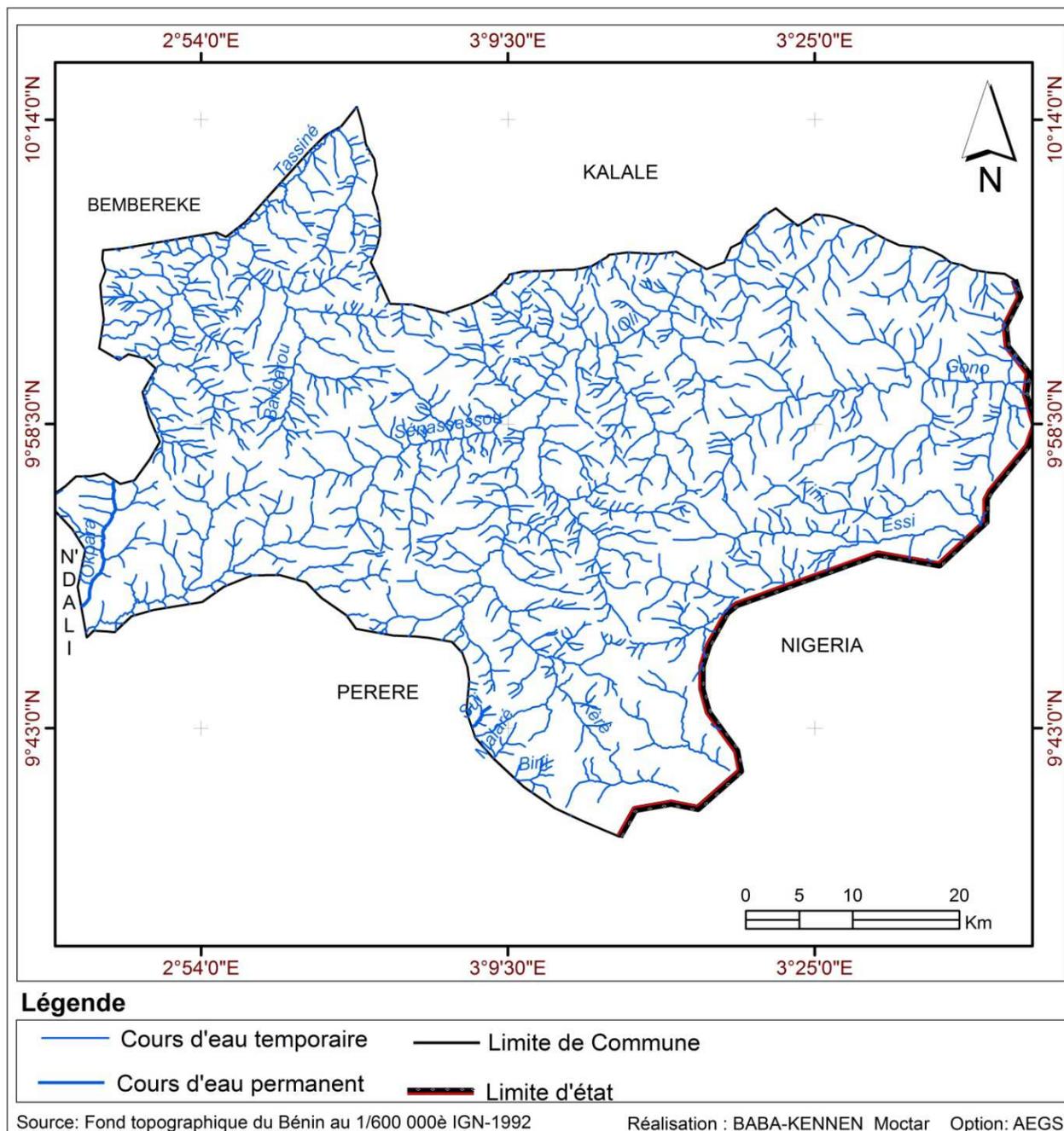
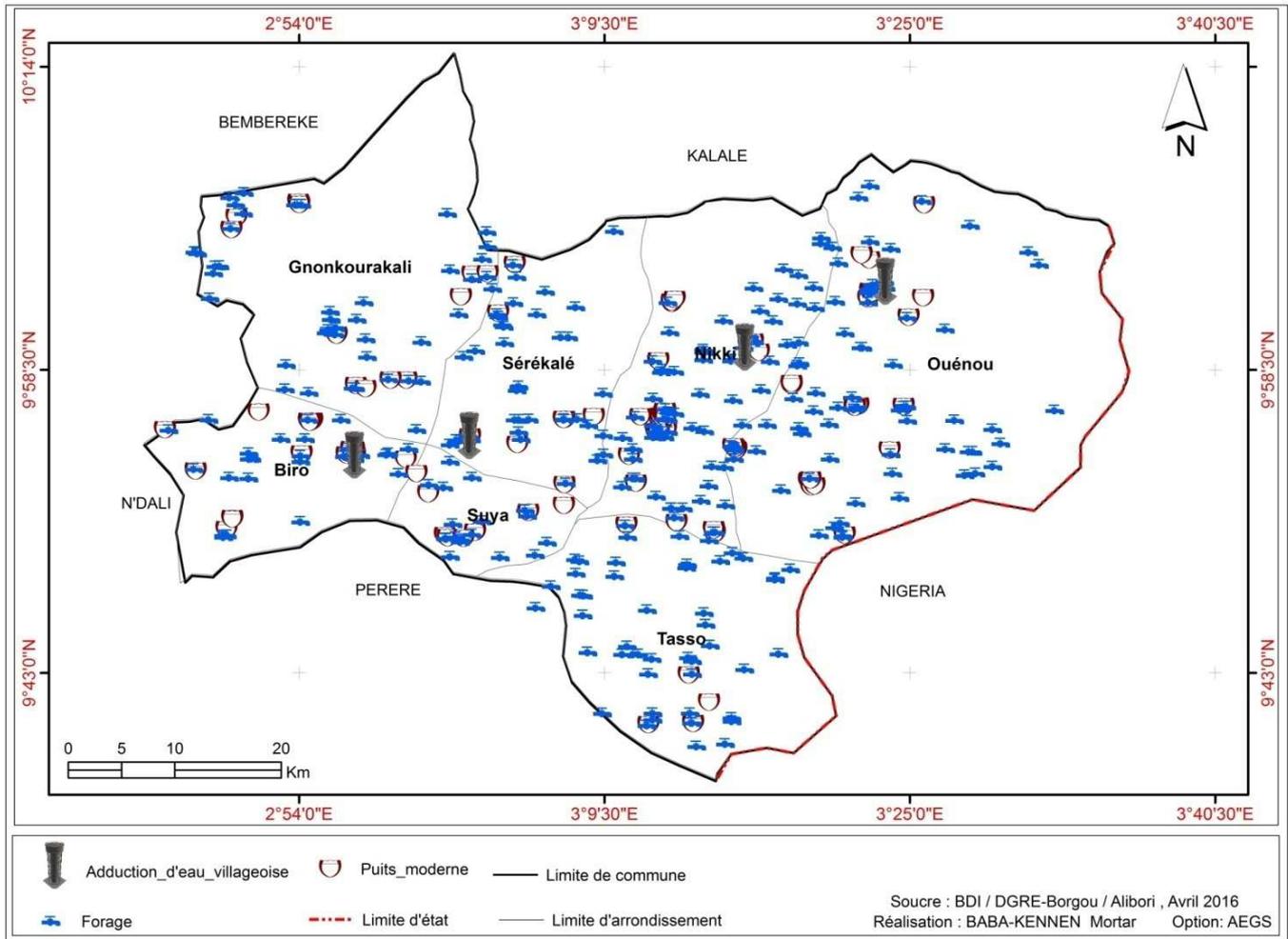


Figure 4 : Réseau hydrographique de la commune de Nikki

L'analyse de la figure 4, permet de distinguer deux types de cours d'eau : les cours temporaires et les cours d'eau permanent. De cette analyse, il ressort que la commune de Nikki est très peu arrosée, car couverte sur toute son étendue de cours d'eau temporaires qui disparaissent en saison sèche qui dure pendant cinq mois (novembre à mars). Ceci a pour corollaire pendant cette période une surexploitation des différents ouvrages d'approvisionnement en eau potable existant dans la commune de Nikki par la population.

Pour une meilleure analyse spatiale de l'état des types d'ouvrages d'approvisionnement en eau potable existant, les cartes thématiques sont réalisées, en l'occurrence celles des ouvrages fonctionnels et non fonctionnels et la carte synthèse regroupant les deux états (figures 5,6 et7).



**Figure 5 : Répartition spatiale des points d'eau fonctionnels à Nikki**

De l'analyse de la figure 5, il ressort que la densité des ouvrages fonctionnels est forte dans six sur les sept arrondissement de la commune de Nikki, seul l'arrondissement de Gnokoukalé a enregistré une faible densité.

Quant à l'analyse de la figure 6, elle ressort une très faible densification des ouvrages non fonctionnels ; ceci pourrait expliquer le bon entretien des différents types d'ouvrages.

Enfin, de l'analyse de la figure 7, il ressort que les différents types de points d'eau sont inégalement repartis sur le territoire de la commune de Nikki. Les arrondissements Biro et Sérékalé dont les populations représentent à peine 22% ont plus des points d'eau au détriment des arrondissements de Gnonkourakali, Nikki, Ouenou et Suya ayant ensemble 71% de la population de la commune de Nikki.

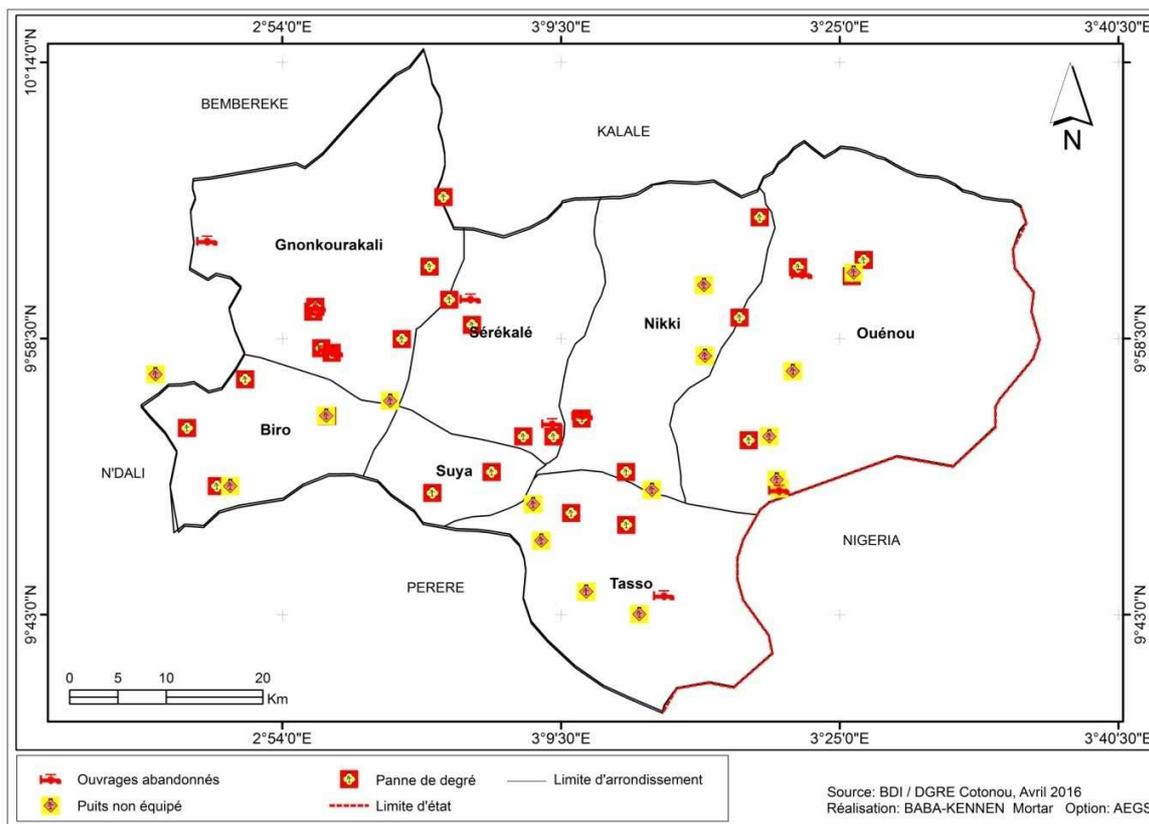


Figure 6 : Carte de répartition spatiale des points d'eau non-fonctionnels à Nikki

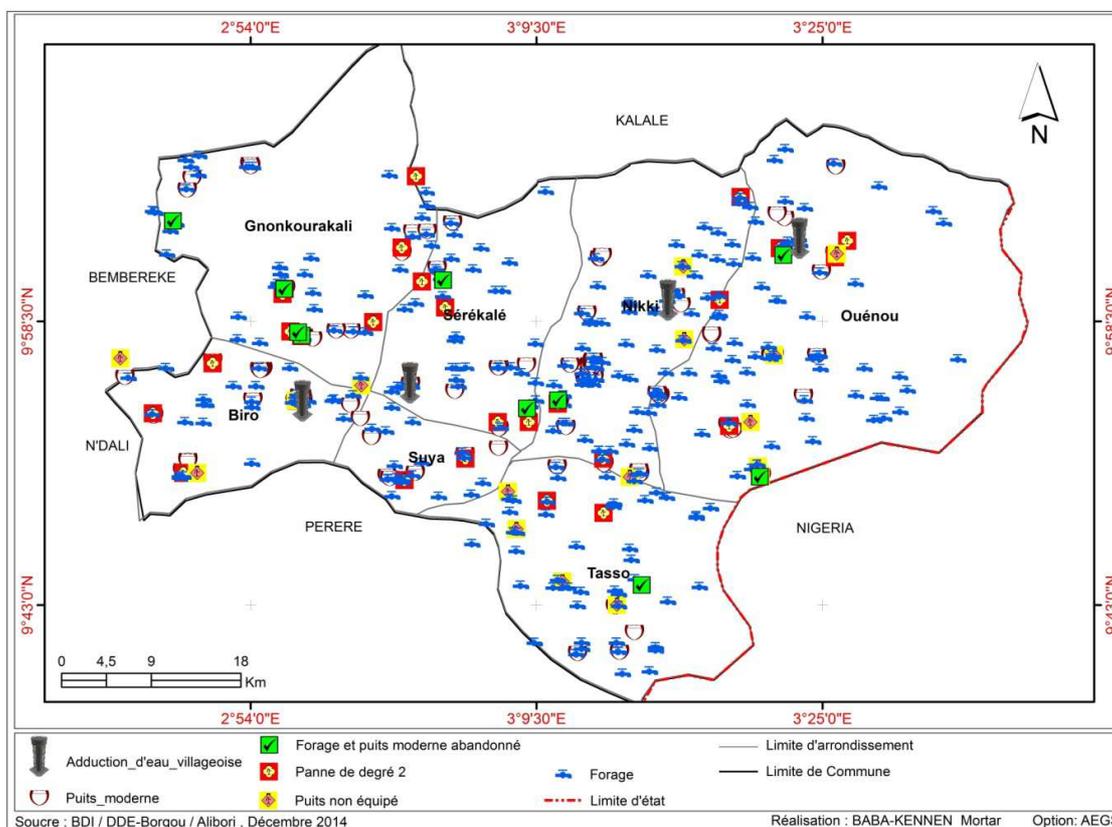


Figure 7 : Carte de répartition spatiale des points d'eau à Nikki

## 4 DISCUSSION

### 4.1 TYPOLOGIES DES POINTS D'EAU ET LEURS ETATS DANS LA COMMUNE DE NIKKI

L'inventaire des points d'eau de la commune de Nikki a permis d'identifier deux (02) grands types d'ouvrages. Ces ouvrages sont les puits modernes qui représentent 22% des points d'eau et les forages qui représentent 78% des points d'eau. De l'analyse de l'état de ces ouvrages, il est apparu qu'au niveau des puits modernes sur les 22% existants, 88% sont fonctionnels tandis qu'au niveau des forages, sur les 78% existants, 89% sont fonctionnels. Les résultats de l'analyse de l'état de ces ouvrages, permettent d'affirmer que ces ouvrages sont régulièrement entretenus. Ces résultats obtenus sont semblables à ceux de [20], qui ont aussi constaté l'entretien régulier des infrastructures hydraulique en Tunisie.

### 4.2 REPARTITION DES POINTS D'EAU DANS LA COMMUNE DE NIKKI

Sur les sept arrondissements de la commune de Nikki, quatre ont leur taux de desserte en dessous de la norme d'une part, le taux de desserte des arrondissements de Biro et Sèrékalé, est largement au-dessus de la norme d'autre part. Il est donc d'une évidence certaine dans la commune de Nikki que les points d'eau ne sont pas équitablement répartis. En réalité, cette répartition devrait prendre en compte la démographie et d'autres pesanteurs sociologiques et culturelles ce qui n'a pas été le cas. En effet, l'ensemble des populations des quatre arrondissements qui ont leur taux de desserte en dessous de la norme représente 114465 habitants soit 71% de la population totale de la commune de Nikki. Dans ces quatre arrondissements on a enregistré un déficit de 238 EPE. L'ensemble des populations des deux arrondissements qui ont leur taux de desserte au-dessus de la norme est de 34 935 habitants soit 22% de la population totale de la commune de Nikki. Dans ces deux arrondissements on a enregistré un surplus de 18 EPE. Un travail préalable devrait être fait afin d'associer la population dans l'installation des ouvrages. Les travaux de [21] révèlent qu'il est important de tenir compte de l'avis des populations pour comprendre le lieu d'installation et la forme possible desdits ouvrages. La prise en compte de ce principe éviterait les problèmes d'approvisionnement à la source et l'utilisation équitable des points d'eau. De plus chaque infrastructure devra supporter en moyenne 3200 habitants dans les arrondissements de Biro et Sèrékalé alors que, pour sa durabilité, il lui faut supporter 250 habitants [22].

Cette surcharge au niveau de ces deux arrondissements crée souvent des files d'attente lors de l'approvisionnement et des pertes de temps pour les populations. Ces faits renforcent les constats de [23], qui remarquent le même scénario dans la ville de Kandi. Dans le même ordre d'idée, [24] ont montré une inégale répartition des ouvrages hydrauliques qui se note de façon criarde dans cette même ville de Kandi, au Bénin. Dans leur démonstration, ils ont évoqué à travers leur explication que les ouvrages sont beaucoup plus concentrés dans le Sud-ouest et le centre, mais sont presque absents dans le Sud-est et le Nord. Il en résulte parfois des situations de pénurie d'eau et l'orientation des populations vers les sources non aménagées pour gagner du temps, toute chose qui compromet sérieusement leur santé.

### 4.3 SIG ET PLANIFICATION DES POINTS D'EAU DANS LA COMMUNE DE NIKKI

La gestion d'informations sur les services d'eau et d'assainissement et leur superposition sur les images de Google Earth présentent de nombreux avantages pour la conception et la planification de projets, le suivi, le plaidoyer et la redevabilité [25].

Le SIG offre donc la possibilité de disposer de données historiques et actualisées sur la qualité de la ressource, sa disponibilité, sa gestion et permet de les optimiser en se penchant sur la cartographie. La question de l'accès aux ressources en eau est abordée pour tous à travers le regard porté aux infrastructures pour veiller à la qualité de leur distribution. Les résultats obtenus dans le cadre de cette étude en ce qui concerne l'utilité et le rôle joué par le SIG dans le domaine hydraulique sont semblables à ceux de [26]. Ces auteurs, ont visé dans leur travail un objectif fondamental qui est basé sur l'amélioration des connaissances nationales sur les ressources en eau et de leur protection.

Dans la présente étude, le SIG a joué un rôle primordial. Il a permis d'avoir une idée sur la typologie, la répartition et l'état de fonctionnement ou non des points d'eau sur l'ensemble du territoire de la commune de Nikki. Une étude similaire avait été réalisée par [27] dans la ville de Ouagadougou au Burkina Faso. En effet, à travers une approche SIG pour une analyse spatiale des infrastructures hydrauliques, cet auteur a utilisé l'analyse de proximité en se basant sur les zones tampons (buffer) afin d'apprécier la distribution spatiale et de déterminer la zone de desserte des points d'eau. En conclusion, il a montré une inégale répartition des infrastructures sur le territoire de la commune de Ouagadougou.

Le SIG est considéré parmi les meilleurs outils les plus utilisés actuellement. En effet, le premier avantage de ce dernier c'est qu'il est capable de rassembler dans une même base de données des informations autrefois dispersées. Les possibilités

d'analyse permettent de choisir des données de sources diverses et apportent une solution simple au traitement des données spatialement référencées. Les résultats peuvent être présentés sur des cartes dont la représentation est automatisée[28].

Enfin la fusion des différentes cartes thématiques, a permis dans la présente étude, la réalisation des points d'eau de la commune de Nikki en tenant compte de leurs états. Cette carte, permettra à l'autorité communale d'avoir un outil de prise de décision et d'une planification rationnelle des points d'eau.

Les travaux de [29] ont abouti à la même conclusion en révélant que le terme « fusion de données » représente l'objectif principal et primordial de chaque SIG. Il désigne les moyens pour acquérir et traiter des informations de diverses sources. Le but est d'obtenir des nouvelles informations grâce à ces données diverses qui se traduit par la représentation des divers résultats sur un seul et un même support afin de pouvoir effectuer une analyse plus globale.

## **5 CONCLUSION**

Au terme de cette étude, il est à remarquer que les points d'eau sont inégalement répartis sur le territoire de la commune de Nikki. Cela entraîne dans le milieu une insuffisance de sources d'approvisionnement et qui amène la population à s'approvisionner au niveau des rivières et des plans d'eau. L'absence d'un système d'information géographique en général et d'un système d'information territorial en tant qu'outil de planification spatiale dans la distribution des points d'eau dans la commune de Nikki est un grand facteur limitant le développement de ladite commune. La présente étude vient mettre en exergue les capacités multifonctionnelles du (SIG) pour l'aide à la prise de décision. L'intégration de la gestion de l'information à référence spatiale a été l'approche développée dans la présente étude. Le gain en temps et en efficacité pour cette étude est certain. Les données désormais regroupées, leur accès est simplifié avec notamment la possibilité d'effectuer des tris sur ces dernières au moyen des requêtes et d'utiliser ces résultats directement dans les calculs statistiques et la représentation cartographique. Tout est intégré en un seul système qui regroupe toutes les fonctionnalités auparavant dispersées. Ceci évite entre autre, les erreurs de transcription de données d'un programme à l'autre, mais surtout permet une visualisation conjointe des données et des résultats venant de sources multiples pour une meilleure analyse afin de planifier rationnellement dans l'espace et dans le temps les différents types de points d'eau.

## **REFERENCES**

- [1] CATANY Gilbert. Origine et évolution des concepts des eaux souterraines. Comité français d'histoire de la géologie cofrhigeo. 6p. 1991
- [2] Athur B., Konan-Waidhet, Konan E. K., Brou D., Gabriel E.A. et Issiaka S. Contribution à la création d'une base de données spatiale pour la gestion des forages en milieu fissuré : cas du Denguelé (Nord-Ouest de la Côte d'Ivoire). *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 4(6), 41 pages. 2010
- [3] Sandre. Service de l'Administration Nationale des Données et Référentiels sur l'Eau, 140 Pages. 2013
- [4] SMBO:Syndicat Mixte du Bassin de l'Or. Inventaire géo référencé et diagnostic des ouvrages hydrauliques, 20 pages. 2010
- [5] Kanohin.F, Saley M.B., Aké G. E., Savané I. Apport de la télédétection et des SIG dans l'identification des ressources en eau souterraine dans la région de Daoukro (Centre-Est de la Côte d'Ivoire). *International Journal of Innovation and Applied Studies.* Vol.1 No.1. 35-53 pages, 2012.
- [6] KOUDOU Aime. Cartographie des zones à potentialité aquifère du bassin versant du N'Zi, 26 pages ; 2011.
- [7] CTB. Enjeux et perspectives de la gestion de l'eau potable en milieu rural. Expérience de la coopération belge dans le domaine de l'hydraulique rurale et périurbaine en Afrique. Bruxelles. 154p ; 2009.
- [8] BLALOGOE Parfait C. L'eau et la Santé Publique en milieu de climat de transition : Etude de cas de la commune de Glazoué ; Mémoire de Maîtrise, FLASH-UNB, Abomey- Calavi, 104 pages, 2002.
- [9] ROUYRE Céline. Guide de l'eau, comment moins la polluer ? Comment la préserver ? 45p ; 2003.
- [10] KONKONGOU Yéboka. Gestion communautaire des infrastructures hydraulique au centre-ville de Coby, 39 pages. 2015.
- [11] Evaluation de la gouvernance de l'eau au Bénin : analyse de la situation et actions prioritaires, 2006.
- [12] MMEE DG-Eau. Atlas hydrographique, 22 pages. 2008
- [13] Politique Nationale de l'Eau, 2008.
- [14] Kevin L. L. Les eaux souterraines : captages, exploitation et gestion, page 104. ,2012
- [15] BDI/DG-Eau/DDMEE. Point des réalisations par arrondissement : situation des points d'eau au Bénin, Département du Borgou, commune de NIKKI, 75 page. , 2015,

- [16] Cosinschi M., Alain J. Cartographie thématique, 24 pages. 2011.
- [17] Adjinakou. L'approvisionnement en eau potable, un véritable chemin de croix pour les populations, 110 pages ; 2014
- [18] INSAE. Cahier des villages et quartiers de ville, Département du BORGOU, 23 pages ; 2004
- [19] Clément D. La pénurie d'eau à Nikki : le calvaire des populations malgré les promesses de Yayi Boni. 5 pages. 2015.
- [20] Smida H, Zairi M, Trabelsi R, Ben Dhia H. Identification de Zones de recharge induite d'aquifères à l'aide d'un système d'information géographique : cas de la nappe de Chaffar (Sud-Est tunisien). Science et changements planétaires, Sécheresse. 17(3), 433- 42. 2006
- [21] DOYELLE C. Irrigation adduction d'eau potable redynamisation économique, Stage de deuxième année- ISTOM, agro-développement international, Togbota-Bénin, 64 p ; 2008
- [22] DGH, "Stratégie nationale de l'approvisionnement en eau potable en milieu rural du Benin 2005-2015". République du Bénin, 21p ; 2005.
- [23] ASSOUMA I. D., "Une approche SIG dans l'évaluation de la qualité physico-chimique de l'eau de boisson à Kandi au Benin ", Mémoire de DESS, RECTAS, Ille Ife Nigeria, 71p. 2011
- [24] ASSOUMA ISSA D., C.A.B. TOHOZIN, B.F. AGBO "Système d'Information Géographique et qualité physico-chimique de l'eau de boisson à Kandi, Bénin. In Int.J.BiolChem.Sci.7(5) : 2165-2177 ; 2013.
- [25] WSUP: Des outils de SIG et de cartographie pour les infrastructures d'eau et d'assainissement, note pratique ; n° 003 ; 2 p ; 2011.
- [26] El GAROUANI A. et A MERZOUK, "Délimitation des zones de protection autour de la retenue du barrage Hachef (Maroc) par télédétection de SIG". Revue des sciences de l'eau/Journal of Water Science, vol.19, n°1, p. 1-10. 2006.
- [27] HARANG M. "Système de soins et croissance urbaine dans une ville en mutation : le cas de Ouagadougou (Burkina Faso)", Thèse de doctorat de l'Université de Paris X Nanterre en Géographie de la santé, 507p ; 2007
- [28] Boussema, M.R. Base de données et cartographie numérique. Thèse de Doctorat d'Etat es- sciences Géologiques, Sujet Complémentaire. F.S.T., 64 p 1994
- [29] Mansouri, T. Application de la télédétection et des systèmes d'information géographiques à l'étude du fonctionnement hydrologique du lac de Bizerte et son bassin versant. Mémoire de D.E.A., F.S.T., 101 p ; 1996