

## Distribution spatiale des infrastructures hydrauliques dans la commune de Kandi au nord du Bénin

### [ Spatial distribution of the hydraulic infrastructures in the municipality of Kandi in the North of Benin ]

Djafarou ASSOUMA ISSA<sup>1</sup>, Christophe Sègbè HOUSSOU<sup>1</sup>, Abib Guimmongui SABI OROU BOGO<sup>2</sup>, and Sabi Bédari BIO-YO<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire d'Etudes des Dynamiques Urbaines et Régionales 01 BP : 526 Cotonou, Bénin

<sup>2</sup>Laboratoire de Cartographie (LaCarto), DGAT/FLASH : 10 BP : 1082 Cotonou – Houéyiho, Bénin

---

Copyright © 2016 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:** The difficulties of access to drinking water in the municipality of Kandi are especially related on the unequal distribution of the hydraulic infrastructures and the frequent breakdowns of some of these works. This bad spatialization of the hydraulic works, added to under information and the low-income of the households decrease the accessibility of the majority of these households to the sources of water of required quality.

The objective of this research is to study the accessibility of the populations to the hydraulic works in the municipality of Kandi. In a specific way, it was a question of inventorying the types of works available, of mapping them and of analyzing their spatial distribution.

The adopted methodological approach is based on the one hand on the data collected starting from data sheets of the regional service of hydraulics of Alibori and an investigation of ground having allowed to collect the geospatial data bound to the works. On the other hand, the polygon of Thiessen was generated from the software Arc Gis 10.3 to arrest better the spatial cover of its hydraulic infrastructures.

The obtained results allowed to appreciate the degree of accessibility of the populations to the hydraulic infrastructures in this municipality.

**KEYWORDS:** Drinking water, hydraulic works, accessibility, spatial cover, Kandi.

**RÉSUMÉ:** Les difficultés d'accès à l'eau potable dans la commune de Kandi sont surtout liées à l'inégale répartition des infrastructures hydrauliques et aux pannes fréquentes de certains de ces ouvrages. Cette mauvaise spatialisation des ouvrages hydrauliques, ajoutée à la sous information et le faible revenu des ménages diminuent l'accessibilité de la majorité de ces ménages aux sources d'eau de qualité requise. L'objectif de cette recherche est d'étudier l'accessibilité des populations aux ouvrages hydrauliques dans la commune de Kandi. De façon spécifique, il s'est agi d'inventorier les types d'ouvrages disponibles, de les cartographier et d'analyser leur distribution spatiale.

La démarche méthodologique adoptée est basée d'une part sur les données collectées à partir des fiches techniques du Service Régional de l'Hydraulique de l'Alibori et une enquête de terrain ayant permis de collecter les données géo-spatiales liées aux ouvrages. D'autre part, le polygone de Thiessen a été généré à partir du logiciel Arc Gis 10.3 pour mieux appréhender la couverture spatiale de ces infrastructures hydrauliques.

Les résultats obtenus ont permis d'apprécier le degré d'accessibilité des populations aux infrastructures hydrauliques dans cette commune.

**MOTS-CLEFS:** Eau potable, ouvrages hydrauliques, accessibilité, couverture spatiale, Kandi.

## 1 INTRODUCTION

L'eau, encore appelée « l'or bleu », joue un rôle capital pour la santé humaine : sans eau, il n'y aura pas d'êtres humains sur terre [1]. Malgré la disponibilité de cette ressource dans certaines régions du Bénin et l'avancée remarquable des technologies dans le domaine de la production et la distribution de l'eau de consommation, l'inégalité d'approvisionnement à cette denrée alimentaire indispensable se creuse davantage [2]. Pendant des siècles, cette ressource précieuse fut consommée avec parcimonie [3]. Mais au XX<sup>ème</sup> siècle, la population mondiale a triplé et a multiplié ses prélèvements par six [3]. L'agriculture intensive, l'industrialisation, la production d'électricité, l'urbanisation et l'hyperconsommation de l'eau mettent une pression sur les réserves d'eau de sorte que le rythme des prélèvements dépasse souvent celui de la reconstitution [1]. Ces activités ont pour conséquence la détérioration de la qualité des eaux. Le problème de "l'or bleu" se pose différemment d'une région à l'autre. Si dans les pays du Nord, se manifeste de plus en plus une prise de conscience de la nécessité de réduire le gaspillage de l'eau et de limiter les impacts des rejets d'eaux usées dans l'environnement, dans les pays du Sud, l'accès à l'eau est encore difficile. Les rivières, les marigots, les puits domestiques demeurent encore les sources directes d'approvisionnement en eau ([1], [4]). Selon [5], un être humain sur deux ne dispose pas d'eau courante à domicile ; près d'un sur cinq n'a pas l'eau potable en raison de sa pollution et ou de sa contamination; près d'un sur deux ne dispose d'aucun système d'assainissement domestique. L'accès à une eau de boisson saine est incontestablement bénéfique pour la santé [6]. L'accès à l'eau potable et à l'assainissement représente un combat quotidien pour des centaines de milliers de citoyens qui vivent principalement dans les pays en développement ([7], [8], [5]). Selon un rapport de l'Organisation Mondiale de la Santé [9], 1,1 milliards de personnes soit 17% de la population mondiale n'ont pas accès à de l'eau potable et 2,6 milliards soit 42% de la population mondiale n'ont pas accès à un assainissement adéquat. Si l'accès à l'eau potable, notamment dans les zones rurales et semi-rurales, constitue un facteur primordial dans le développement économique, l'amélioration du niveau de vie des populations et leur stabilisation en zone rurale [10], alors les questions de contamination des sources d'eau hypothèquent dangereusement cet accès au mieux-être pour ces populations. Le problème d'accessibilité à l'eau potable dans la commune de Kandi se pose en termes de mauvaise répartition spatiale des ouvrages hydrauliques [11]. Au niveau du centre urbain, la non satisfaction des demandes en instance d'abonnement au réseau d'adduction d'eau potable de la Société Nationale des Eaux du Bénin (SONEB) préoccupe tant les élus locaux que les populations bénéficiaires. La situation est encore alarmante au niveau des zones périphériques. Les populations s'adonnent aux puits forés à domicile ou parcourent de longue distance à longueur de journée en quête d'eau potable. Dans les zones rurales de la commune non couvertes par le réseau d'adduction d'eau de la SONEB, les populations exploitent les ouvrages hydrauliques mis en place par la Direction Générale des Eaux. Les difficultés d'accès à l'eau potable sont surtout liées à l'insuffisance des ouvrages d'approvisionnement en eau potable et aux pannes fréquentes de certains de ces ouvrages dues non seulement à leur exploitation abusive mais aussi au manque de maintenance [12]. L'insuffisance d'ouvrages hydrauliques entraîne une affluence autour des ouvrages d'eau surtout en saison sèche. Cette situation est souvent à la base de quelques conflits notés entre les différents usagers de l'eau. Par ailleurs, l'usage de plusieurs puisettes et autres objets à la fois pour la collecte de l'eau dans les puits affectent considérablement la qualité de l'eau [4]. Malgré les efforts salutaires du gouvernement béninois de doter toutes les localités du pays, quelques communes dont celle de Kandi peinent toujours à s'approvisionner en eau de qualité requise surtout en période sèche. Cette recherche vise à étudier le niveau d'accessibilité des populations aux sources d'approvisionnement en eau potable.

## 2 SITUATION GÉOGRAPHIQUE DU SECTEUR D'ÉTUDE

La commune de Kandi située au Nord du Bénin est comprise entre 2°54 et 3°26' de longitude Est, 10°95' et 11°59' de latitude Nord (figure 1).

Elle couvre une superficie de 3.421Km<sup>2</sup>, soit environ 13% de l'ensemble du département Borgou-Alibori [13]. Elle est limitée au Nord par les communes de Karimama et Malanville, au Sud par la commune de Gogounou, à l'Est par la commune de Ségbana et à l'Ouest par celle de Banikoara.

Selon les résultats du quatrième Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH<sub>4</sub>), la population de la commune de Kandi est estimée à 177 683 habitants en 2012 avec une densité moyenne de 51,93 habitants/Km<sup>2</sup>.

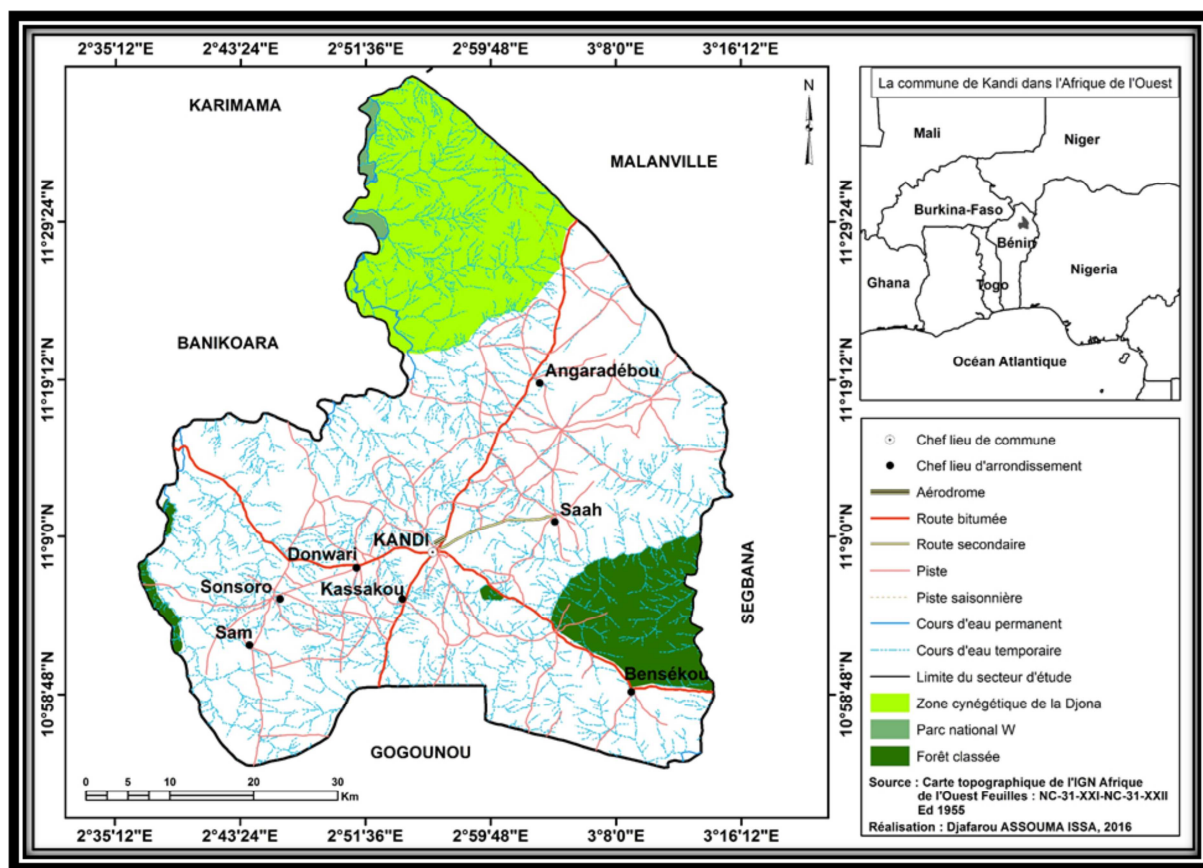


Figure 1 : Situation géographique de la commune de Kandi

### 3 MATÉRIEL ET MÉTHODES

#### 3.1 MATÉRIEL ET COLLECTE DE DONNÉES

Le logiciel d'analyse SIG d'Arc Gis 10.3 a été utilisé pour le traitement des fichiers de formes (limites d'arrondissement et de commune) de 2010 du Centre National de Télédétection (CENATEL). Les cartes topographiques (NC-31-XXI, NC-31-XXII) analogiques de 1955 (1<sup>ère</sup> édition) à l'échelle de 1/200 000 comportant la zone d'étude obtenues à l'Institut Géographique National (IGN) Bénin ont été scannées sous format Tiff (Tagged Image File Format). Les fichiers numériques résultants ont été importés dans le logiciel ILWIS 3.3 pour des opérations de mosaïquage. Après l'importation et l'affichage du fichier numérique dans le logiciel ILWIS, ce dernier a été géo-référencé. Cette correction géométrique a permis de faire passer l'image d'un système de coordonnées ligne/colonne à un système de coordonnées géographique lui permettant d'être superposable à d'autres couches de données. A la fin des corrections, le fichier (image géo référencée) a été exporté sous format compatible au logiciel Arc Gis 10.3. Ce processus a été possible grâce à l'interopérabilité entre les deux logiciels. Ainsi, l'image géo-référencée a été exportée sous format Tiff pour la numérisation des localités, routes et cours d'eau. Par ailleurs, les coordonnées rectangulaires des différents types d'ouvrages hydrauliques ont été prises à l'aide d'un GPS de marque GARMIN (GPSMAP 62s) de résolution spatiale 3m pour leur spatialisation sur le territoire communal. Notons que le GPS a été paramétré et mis dans le système de coordonnées UTM, zone 31N avec pour Datum WGS 1984. Enfin, les données démographiques par arrondissement de la commune de Kandi ont été collectées à l'Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique (INSAE), traitées avec le tableur Excel et convoyées dans l'environnement d'Arc Gis10.3 pour des analyses SIG.

#### 3.2 METHODES DE TRAITEMENT DES DONNEES

Après extraction de la zone d'étude, les coordonnées rectangulaires pour chaque type d'ouvrages hydrauliques ont été projetées sur la carte suivant la syntaxe : « Tools / Add XY data ». Cette opération a permis d'afficher ces infrastructures hydrauliques sur la carte. Les infrastructures hydrauliques ainsi réparties sur le territoire communal sont appréciées par

arrondissement et suivant le poids démographique de chaque localité. Pour mieux apprécier les facteurs démographiques liés à la répartition spatiale des ouvrages hydrauliques, les couches des infrastructures hydrauliques et la densité de population par arrondissement ont été superposées. L'analyse spatiale menée est basée sur les normes en vigueur au Bénin pour une meilleure répartition des infrastructures hydrauliques qui est de 01 point d'eau pour 250 habitants avec une couverture de 1000 m de rayon [14]. La méthode d'analyse spatiale "polygone de Thiessen" a été utilisée dans cette étude pour mieux apprécier la distribution spatiale et la détermination des zones de desserte des infrastructures hydrauliques. En effet, le polygone de Thiessen est une fonction d'interpolation locale utilisant la méthode dite des plus proches voisins [15]. Il découpe l'espace autour des points de base de sorte que chacun d'eux comprenne toutes les positions possibles pour lesquelles il est le plus proche point d'échantillonnage. Cette méthode est couramment utilisée pour mesurer les aires d'attraction des infrastructures hydrauliques. Par contre, les limites de ces polygones s'adaptent difficilement aux variables évoluant de manière progressive [15]. Ils entretiennent l'illusion de phénomènes inchangés entre les limites des polygones et changent de manière brusque à la frontière [15]. Leurs représentations sont contraintes par le respect des surfaces, des contours du territoire et dépendent de la distribution des points [16]. Après la génération du polygone de Thiessen, une requête "select by location" a été appliquée pour extraire les localités contenues dans le polygone. Ces localités sont donc couvertes par les ouvrages hydrauliques de cette zone. Par la suite, la sélection a été inversée pour avoir les localités en dehors du polygone de Thiessen (*Switch selection*) ; c'est-à-dire les zones non desservies/couvertes.

## 4 RÉSULTATS

### 4.1 TYPOLOGIE DES INFRASTRUCTURES HYDRAULIQUES DANS LA COMMUNE DE KANDI

Les résultats issus du traitement des données et des analyses spatiales opérées ont été représentés sous formes graphiques et de cartes. Ces résultats présentent quatre (04) types d'ouvrages hydrauliques dans la commune (figure 2).

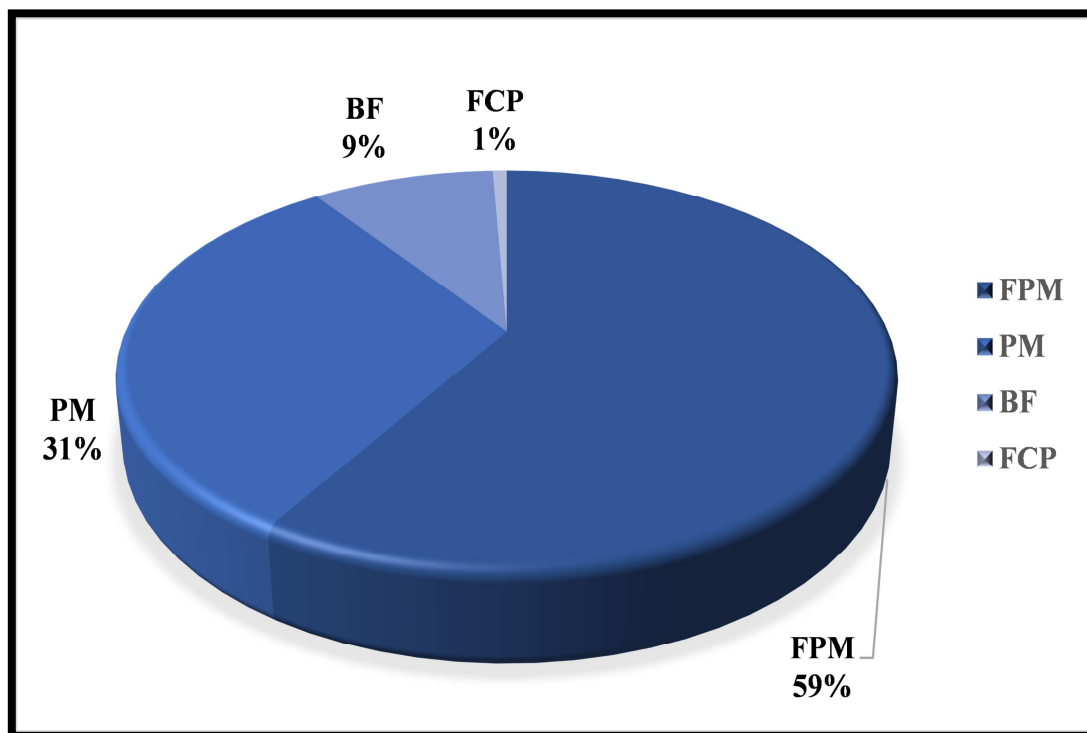


Figure 2 : Proportions des types d'ouvrages hydrauliques dans la commune de Kandi

L'analyse de cette figure 2 montre que 59% des ouvrages hydrauliques de la commune de Kandi constituent des Forages équipés de Pompe à Motricité humaine (FPM), 31% sont des Puits Modernes à grand diamètre (PM), 9% des Bornes Fontaines (BF) et 1% représente des Forages Contre Puits (FCP). Au regard de cette analyse, les autorités étatiques et locales optent plus pour la réalisation des forages (FPM) que des PM et autres ouvrages hydrauliques. Les raisons souvent évoquées sont relatives à la préservation de la qualité de l'eau, aux conditions d'éthiques et aux considérations sociologiques. Les BF et les FCP sont nettement insuffisants. Par ailleurs, le constat fait sur le terrain montre que les conditions d'hygiène et d'assainissement autour de quelques infrastructures hydrauliques sont moins reluisantes et interpellent la conscience des

membres du comité de gestion, des usagers des points d'eau et des autorités locales. Certains ouvrages hydrauliques sont abandonnés, hors d'usage ou non fonctionnels. Ainsi le taux de panne (PM non inclus) est présenté par arrondissement dans la figure 3.

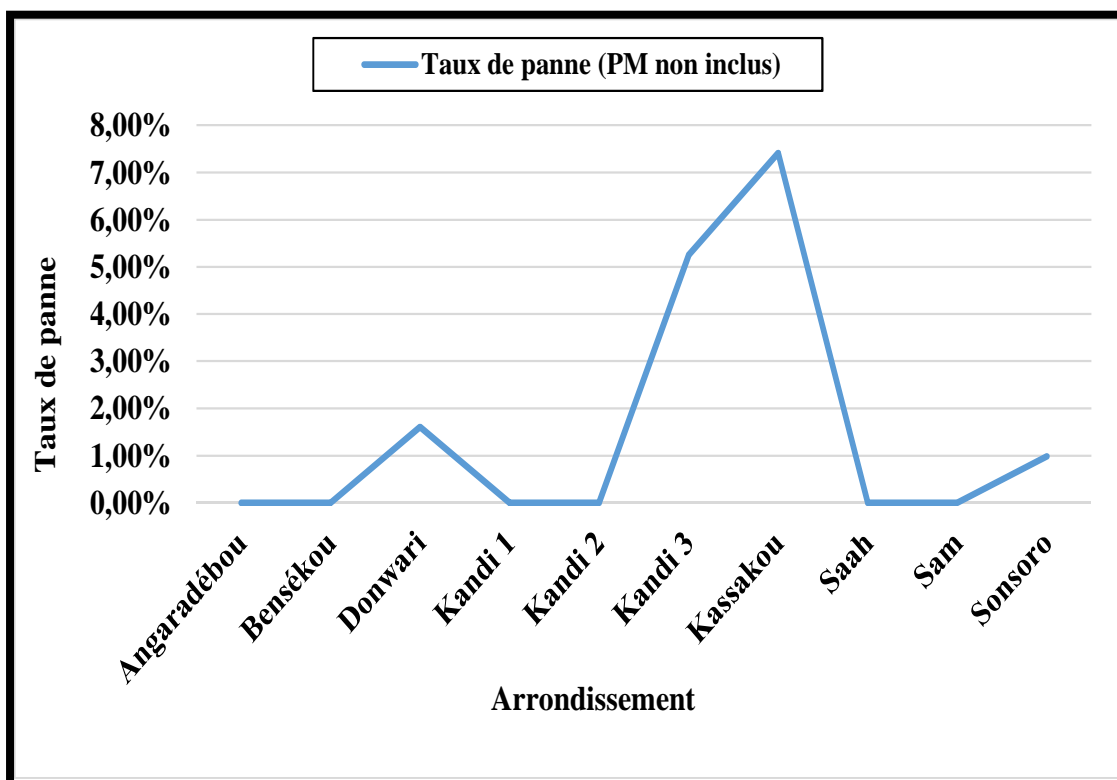


Figure 3 : Proportion des ouvrages hydrauliques en panne (PM non inclus)

Les arrondissements de Kassakou (plus de 7%) et de Kandi 3 (plus de 5%) présentent respectivement les taux de panne en infrastructures hydrauliques les plus élevées (figure 3).

#### 4.2 REPARTITION SPATIALE DES INFRASTRUCTURES HYDRAULIQUES DANS LA COMMUNE DE KANDI

La carte des infrastructures hydrauliques a été obtenue suite à l'extraction de la zone de recherche suivie de la projection des coordonnées rectangulaires des ouvrages hydrauliques. Pour distinguer les infrastructures hydrauliques, les différents symboles ont été affectés à chaque type d'ouvrage identifié (figure 4). Cette figure 4 présente la répartition spatiale des ouvrages hydrauliques par arrondissement. Elle montre que les ouvrages sont plus concentrés dans les arrondissements de Sam, de Sonsoro, de Donwari, de Kassakou, de Kandi1, de Kandi 2 et de Kandi 3.

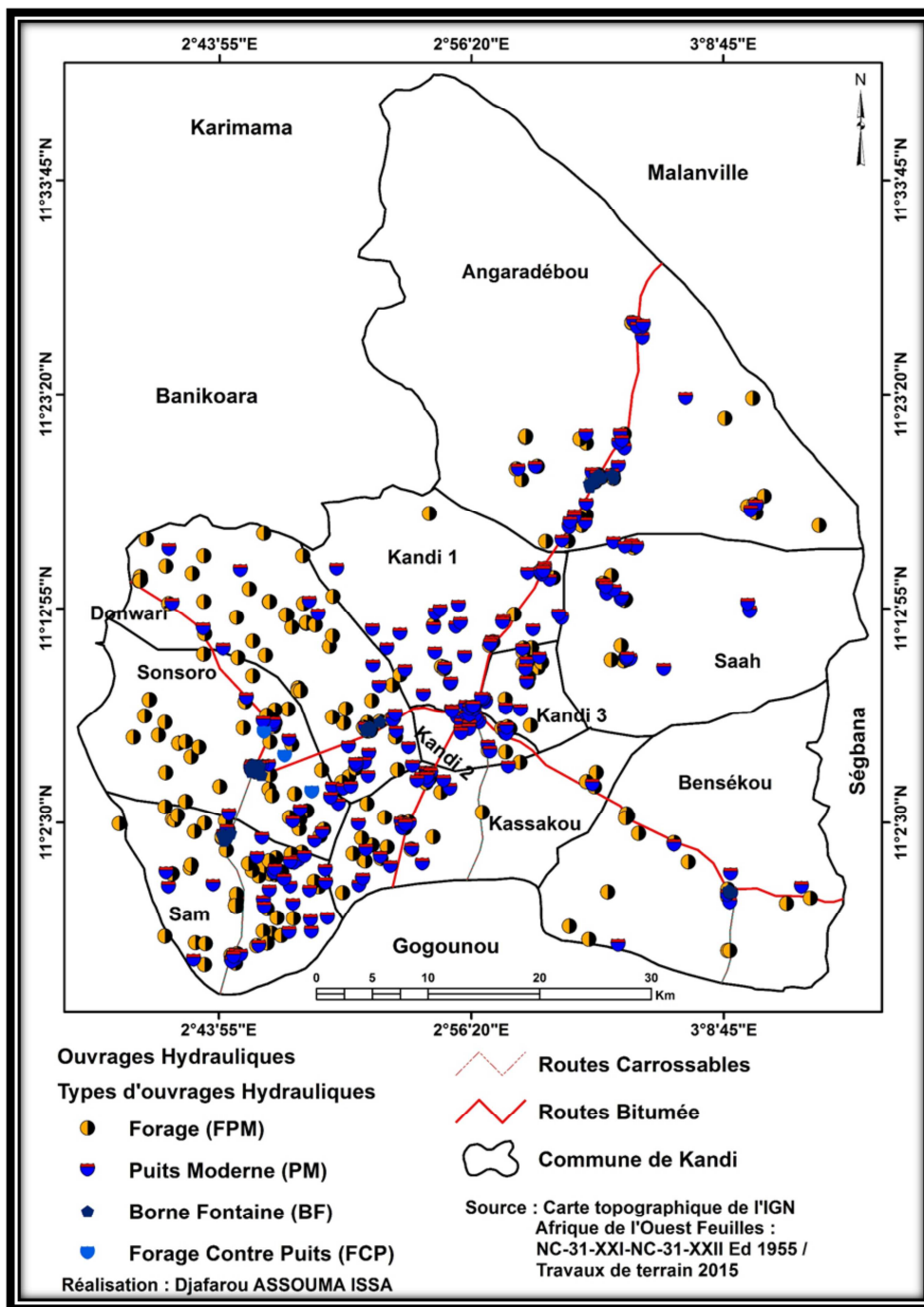


Figure 4 : Répartition spatiale des infrastructures hydrauliques dans la commune de Kandi

Pour mieux appréhender la répartition spatiale des infrastructures hydrauliques sur le territoire communal, une représentation par type d'ouvrage a été réalisée (figure 5, 6 et 7).

#### 4.3 REPARTITION SPATIALE DES POMPES A MOTRICITE HUMAINES (FPM)

Cette figure 5 présente la répartition spatiale des forages par arrondissement. Elle montre que les forages sont plus concentrés dans les arrondissements de Sam, de Sonsoro, de Donwari et de Kassakou. La faible représentation de ces forages dans les arrondissements de Bensékou, de Saah et d'Angaradébou s'explique par le fait que près de 50% du territoire de ces arrondissements sont respectivement occupés par la forêt classée de la Sota dans les arrondissements de Bensékou et de Saah et la zone cynégétique dans l'arrondissement d'Angaradébou.

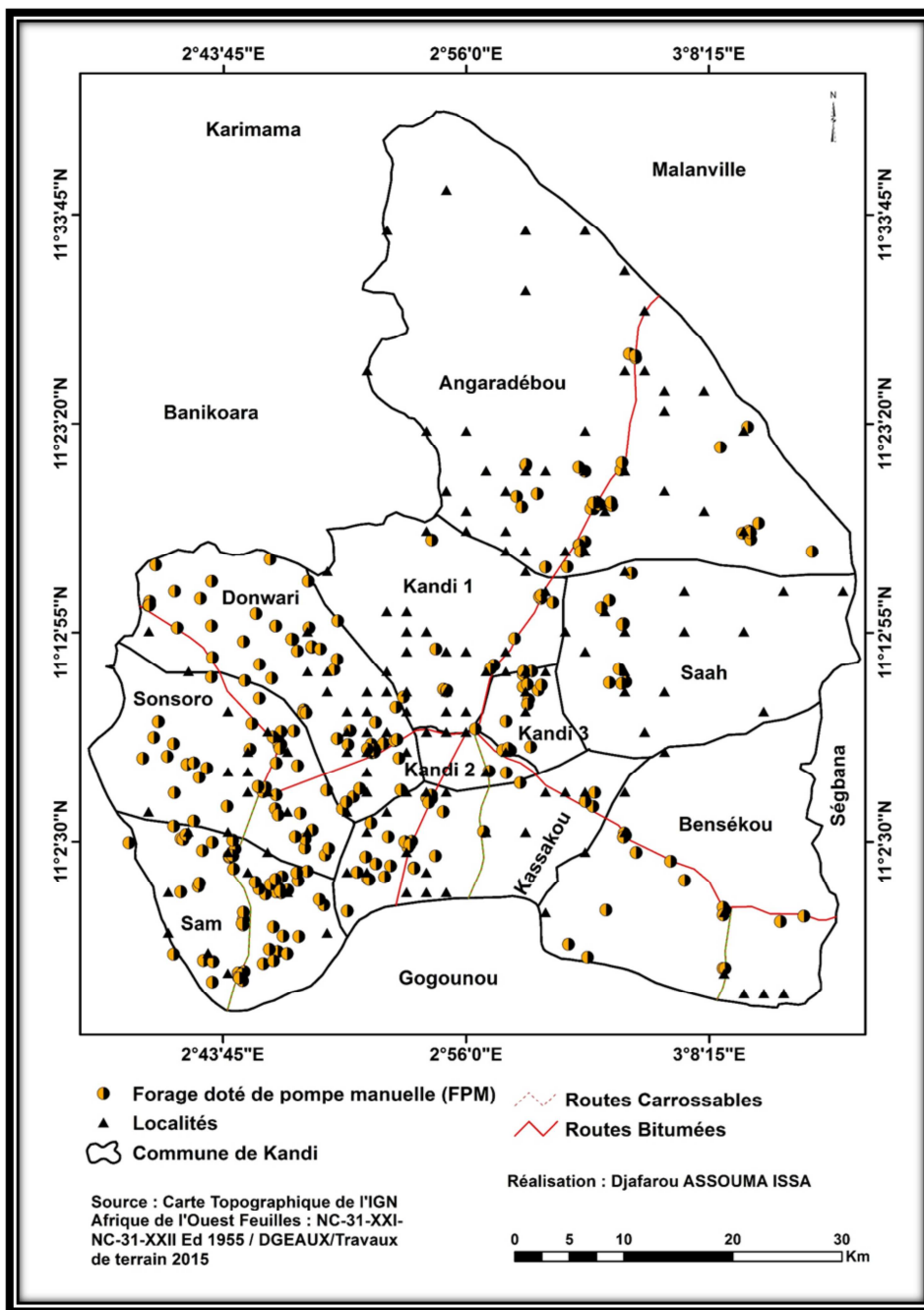


Figure 5 : Répartition spatiale des pompes à motricité humaines (FPM)

La commune dispose également des puits modernes à grand diamètre. La répartition de ces PM est représentée dans la figure 6 ci-dessous.

#### 4.4 REPARTITION SPATIALE DES PUIITS MODERNES A GRAND DIAMETRE (PM)

Les PM sont plus concentrés le long des routes bitumées et dans les arrondissements de Sam, de Sonsoro, de Donwari, de Kassakou, de Kandi 1, de Kandi 2 et de Kandi 3. Les arrondissements de Bensékou, de Saah et d'Angaradébou sont moins couverts par les PM.



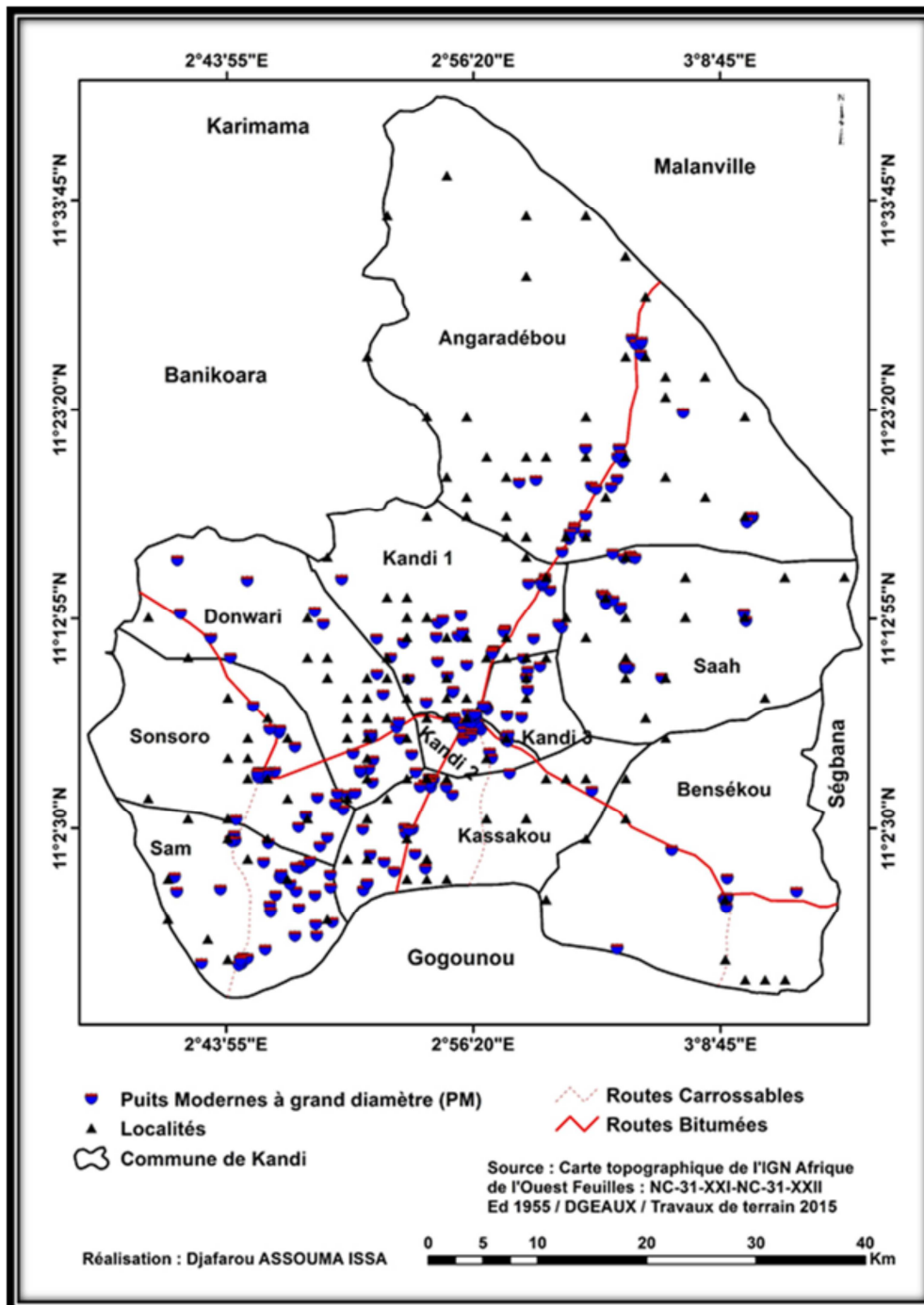


Figure 6 : Répartition spatiale des PM

La présence des Bornes Fontaines (BF) est aussi notée dans la commune. Ces BF sont également d'une importance capitale dans l'alimentation en eau potable des populations. Leur répartition dans l'espace de la commune est représentée dans la figure 7 ci-dessous.

#### 4.5 REPARTITION SPATIALE DES BORNES FONTAINES (BF)

L'analyse de cette figure 7 montre que les Bornes Fontaines (BF) sont érigées dans les chefs-lieux des arrondissements d'Angaradébou, de Donwari, de Sonsoro et de Sam. Le reste des arrondissements est dépourvu de ces BF.



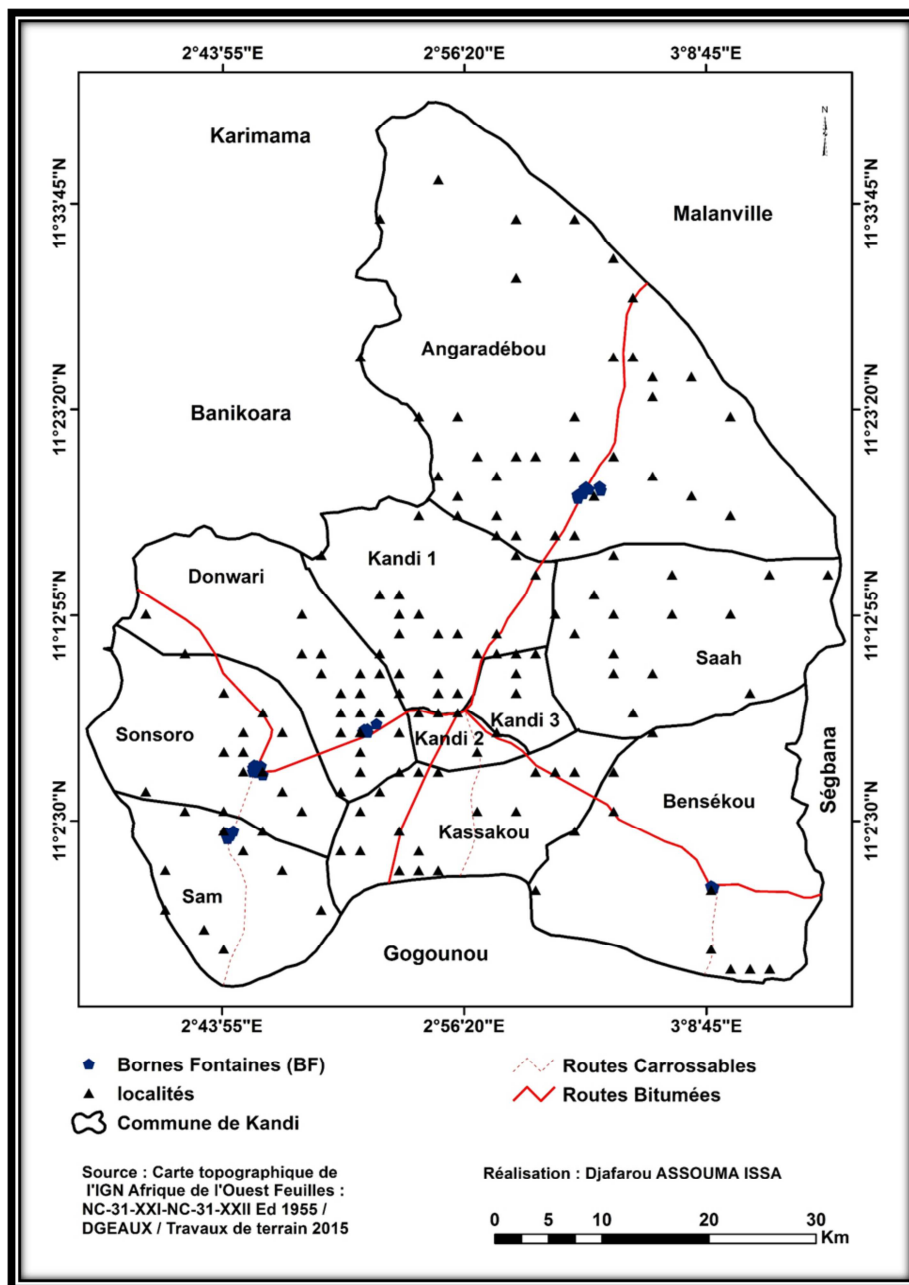


Figure 7 : Répartition spatiale des BF

#### 4.6 REPARTITION DES INFRASTRUCTURES HYDRAULIQUES SUIVANT LA DENSITE DE LA POPULATION

Pour apprécier les facteurs démographiques liés à la répartition spatiale des ouvrages hydrauliques, les couches des infrastructures hydrauliques et la densité de population par arrondissement ont été superposées (figure 8).

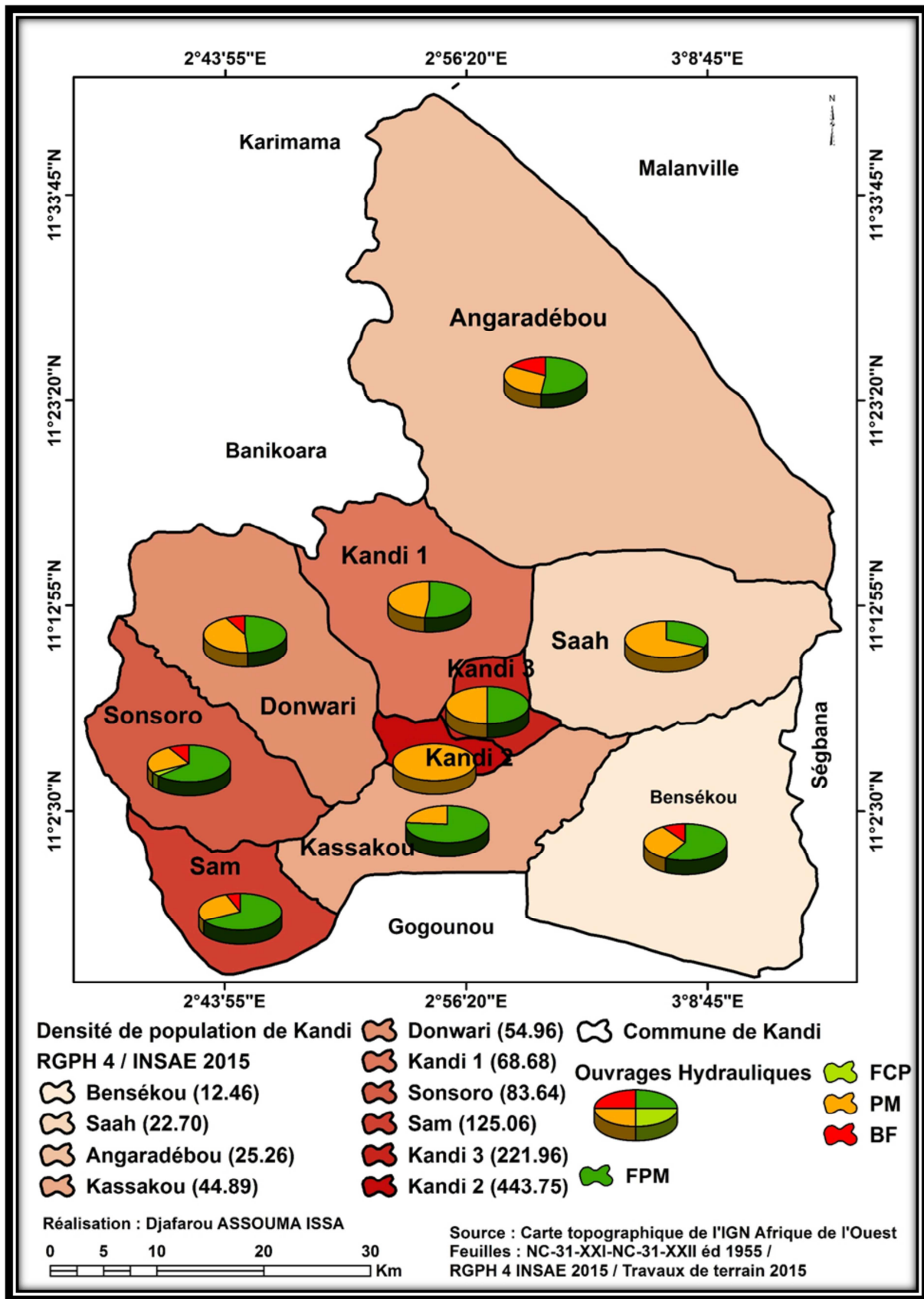


Figure 8 : Relation entre infrastructures et densité de la population

Cette figure 8 met en exergue la concentration des ouvrages hydrauliques en fonction de la densité de la population par arrondissement dans la commune de Kandi. L'analyse de cette figure 8 montre que les arrondissements de Kandi 2 (PM), de Kandi 3 (PM, FPM), de Sam (PM, FPM, BF), de Kandi 1 (PM, FPM), de Sonsoro (FPM, PM, BF, FCP) et de Donwari (PM, FPM, BF) ont une forte concentration humaine et disposent d'une forte concentration des différents types d'ouvrages hydrauliques. Quant aux arrondissements de Saah, de Bensékou, d'Angaradébou, et de Kassakou, ils ont une faible concentration humaine et possèdent une faible concentration d'infrastructures hydrauliques sur leur territoire (figure 8). Seul, l'arrondissement de Sonsoro dispose de Forages Contre Puits (FCP). Par ailleurs, plusieurs types d'ouvrages hydrauliques sont parfois installés au même endroit sur le terrain à cause du poids démographique de ces localités. En principe, selon les normes de la Direction Générale des Eaux (DG Eaux) au Bénin, un (01) point d'eau dessert une population de 250 habitants avec une couverture de 1000 m de rayon. Mais, sur le terrain, le constat est autre, les ouvrages sont trop sollicités et certains ne répondent plus aux attentes des communautés. Du coup, ces ouvrages tombent en panne et sombrent dans une insécurité totale. Pour mieux appréhender la distribution spatiale des infrastructures hydrauliques sur le territoire communal, l'approche de la couverture spatiale a été adoptée.

### 4.7 COUVERTURE SPATIALE

La génération du polygone de Thiessen est un type d'analyse de proximité ou de voisinage qui a permis d'observer toutes les infrastructures hydrauliques proches de telle ou telle localité par rapport aux autres ouvrages hydrauliques. Un polygone est construit autour de chaque type d'infrastructure hydraulique et comporte les localités proches de cette infrastructure. Cette technique a ainsi permis de délimiter la zone de couverture de chaque infrastructure par localité. Elle a enfin permis de noter de visu les localités défailtantes non couvertes par les infrastructures hydrauliques. Les figures 9, 10 et 11 illustrent le polygone de Thiessen construit autour des infrastructures hydrauliques.

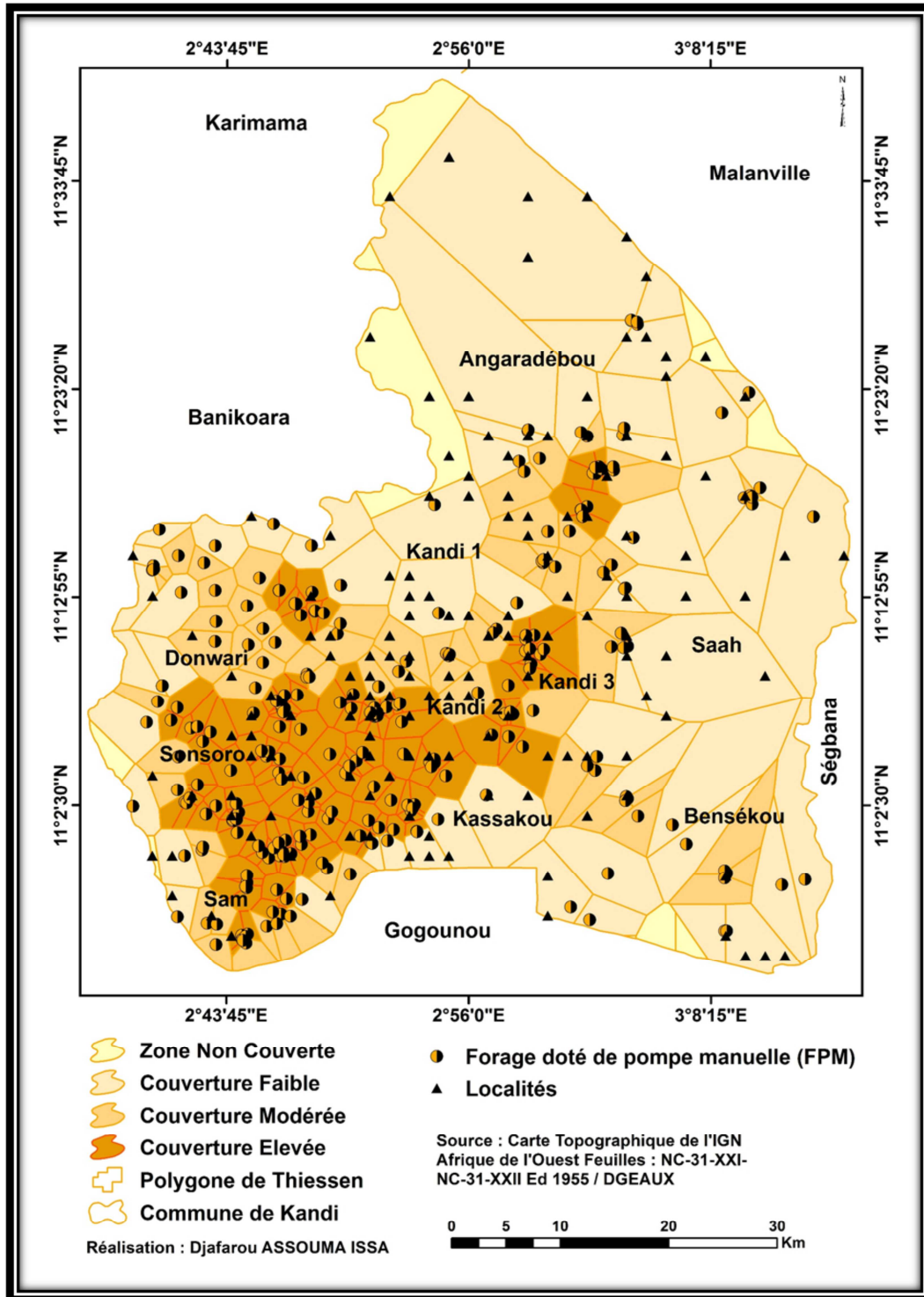


Figure 9 : Couverture spatiale des forages (FPM)

Cette figure 9 met en exergue la couverture des forages (FPM) sur le territoire de la commune de Kandi. L'analyse de cette figure 9 fait apparaître que le sud-ouest et le centre de la commune présentent une bonne couverture des forages (FPM). Par contre, le sud-est et le nord sont faiblement couverts. Cette faible couverture s'explique par la présence de la forêt classée de la Sota au sud-est et de la zone cynégétique de la Djona au nord-ouest. Le polygone de Thiessen a été également appliqué au niveau des puits modernes à grand diamètre (PM) et des bornes fontaines (BF) (figures 10 et 11)

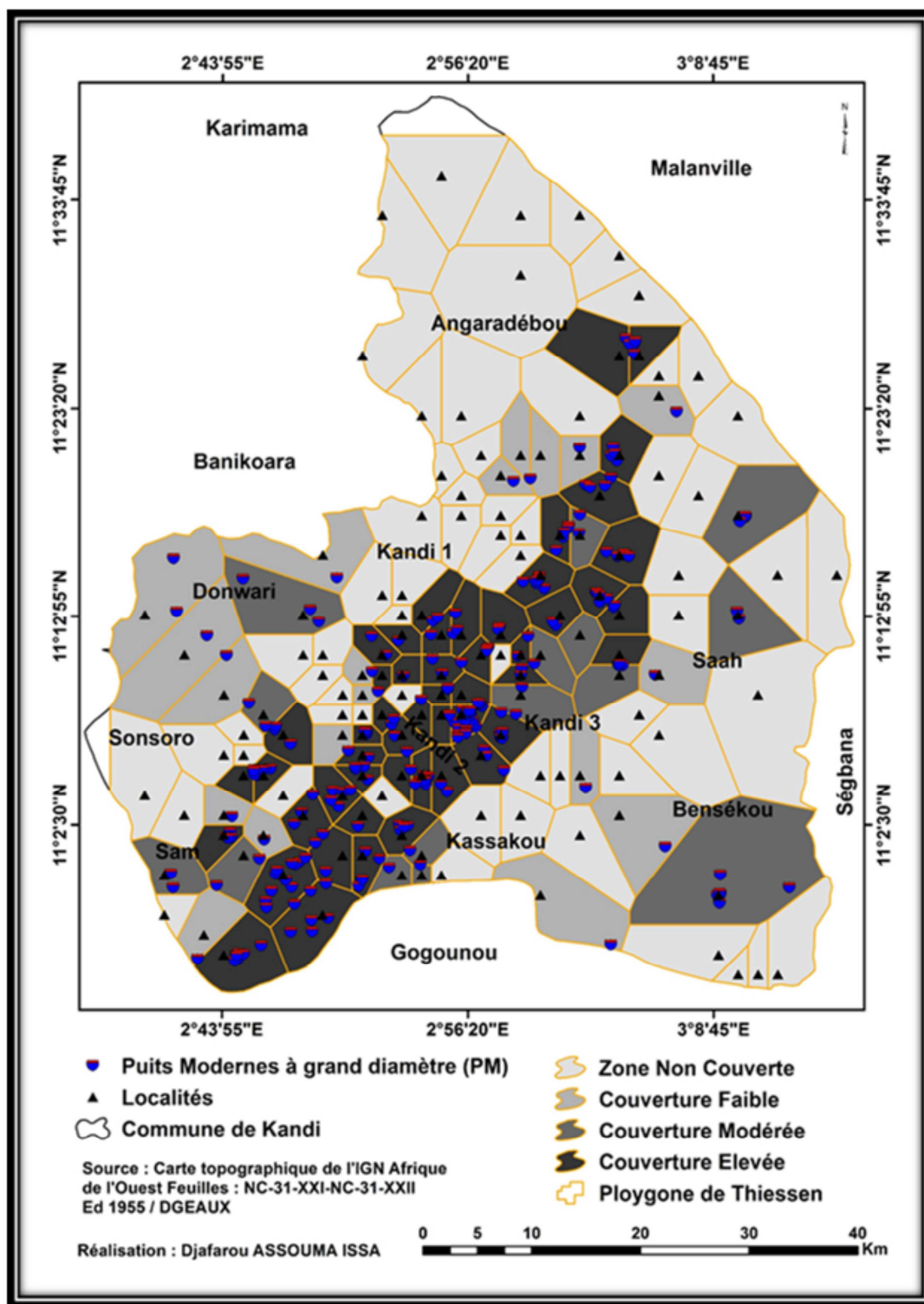


Figure 10 : Couverture spatiale des puits modernes à grand diamètre (PM)

Cette figure 10 présente la situation de la couverture des puits modernes à grand diamètre (PM) sur le territoire communal de Kandi. Elle montre que le sud-ouest, le centre et une partie du nord ont une forte concentration des PM. Le sud-est, une partie du sud-ouest et une bonne partie du nord sont faiblement couverts par les PM. Par endroit dans l'espace communal, on note une couverture moyenne des PM. La présence des bornes fontaines (BF) est notée au niveau des chefs-lieux des arrondissements d'Angaradébou, de Donwari, de Sonsoro et de Sam (figure 11). Les autres arrondissements sont dépourvus de BF.

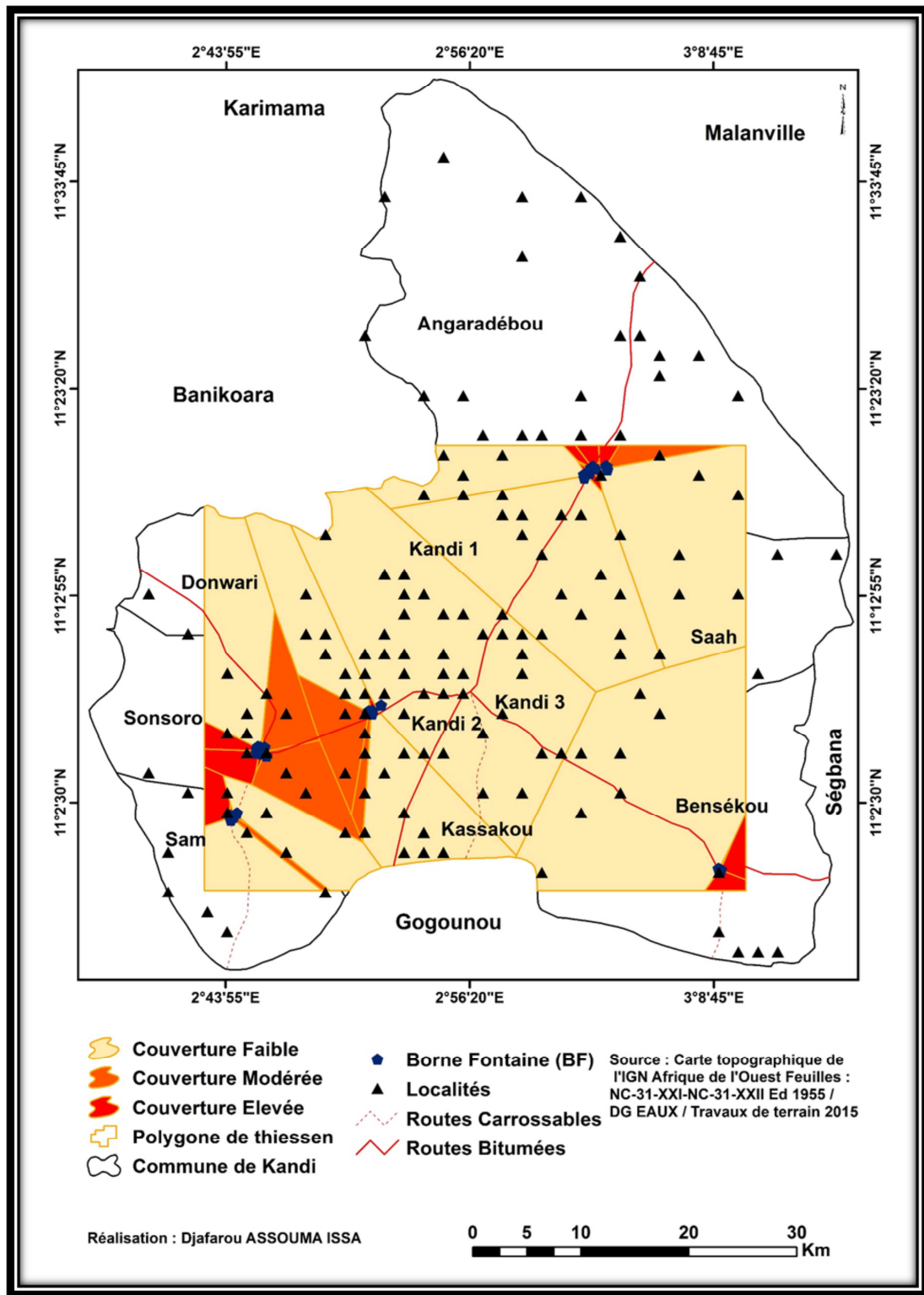


Figure 11 : Couverture spatiale des bornes fontaines (BF)



## **5 DISCUSSION**

### **5.1 INFRASTRUCTURES HYDRAULIQUES ET LEURS ETATS DANS LA COMMUNE DE KANDI**

Les enquêtes socio-économiques sur le terrain enrichissent par les données recueillies au niveau du Service de l'Hydraulique de l'Alibori ont permis de noter quatre (04) types d'ouvrages hydrauliques dans la commune de Kandi à savoir : les forages dotés de pompes manuelles (FPM), les puits modernes à grand diamètre (PM), les bornes fontaines reliées aux adductions d'eau villageoise (AEV) et les forages contre puits (FCP). Les ouvrages hydrauliques sont plus concentrés au sud-ouest et au centre de la commune. Cette situation est liée à la concentration des populations dans ces zones. Par contre, le reste du territoire communal reste moins couvert et ceci à cause de la présence des zones protégées telles que la zone cynégétique de la Djona au nord-est et la forêt classée de la Sota compris entre les arrondissements de Bensékou, de Saah et de Kassakou. Seul l'arrondissement de Sonsoro dispose de forages contre puits (FCP). D'une manière générale, les observations et la collecte des données géo-spatiales effectuées dans la zone de recherche font état d'une mauvaise répartition des ouvrages sur le terrain. Les résultats obtenus sont semblables à ceux de ([22], [11], [10], [17]), qui ont aussi constaté l'inégale répartition des infrastructures hydrauliques dans la commune de Zè et de Kandi au Bénin, dans la région de Daoukro au centre est de la Côte d'Ivoire, et en République d'Haïti. L'état d'hygiène et d'assainissement autour des ouvrages hydrauliques dans la commune de Kandi sont moins reluisants. En effet, la plupart des forages (FPM) sont en pannes et les usagers parcourent de longue distance à la recherche de l'eau. Les dispositifs de puisage sont sales. La quasi-totalité des puits à grand diamètre (PM) ne possèdent pas de couvercle et quelques-uns qui en possèdent n'assurent pas la fermeture hermétique des puits. Ils laissent des ouvertures par lesquelles les eaux de pluie et autres objets polluants peuvent facilement pénétrer. Les comités de gestion des ouvrages hydrauliques installés pour veiller à l'entretien des zones de franchise ne fonctionnent pas correctement. En conséquence, ces ouvrages sont abandonnés à l'air libre. Malgré les multiples sensibilisations des femmes, certaines continuent à exercer les activités domestiques (lessive, vaisselle) auprès des ouvrages. Elles laissent aussi les enfants s'amuser et déféquer proche de ces ouvrages. Des travaux champêtres (culture vivrière, jardinage...) sont menés dans les périmètres immédiats de protection des ouvrages. De même, les animaux domestiques divaguent dans la zone de franchise. Quelques lieux de dépôt d'ordures ne sont pas loin de certains ouvrages. D'autres ouvrages ne sont pas éloignés des habitations, ainsi les fosses septiques et les latrines peuvent directement les contaminer. Plusieurs recherches menées dans le domaine de l'alimentation en eau potable et assainissement du milieu sont parvenues au même constat. Ainsi une étude dans la ville de Cotonou sur l'amélioration de la qualité de l'eau de puits par [18] est aboutie à la conclusion que la quasi-totalité des échantillons d'eau sélectionnés et analysés sont pollués. Cette pollution serait liée à un certain nombre de facteurs dont essentiellement la nature, la structure du sol et l'insuffisance d'un système d'assainissement adéquat. [6], dans son étude sur la qualité et le mode de gestion de l'eau de boisson dans la sous-préfecture de Grand-Popo est arrivé à la conclusion que les eaux de tous les puits prélevés sont chimiquement et bactériologiquement contaminées. Il ressort de cette étude que la contamination de ces eaux de boisson, provient de certains facteurs comme l'absence d'un système d'assainissement et d'hygiène dans le milieu, le non-respect des conditions d'hygiène lors du recueil de l'eau de puits. Les résultats des travaux de recherche conduite par [19] dans la plaine de Brazzaville ont révélé que les sources de contamination des points d'eau sont les latrines, les fosses septiques, les tas d'immondices et la faible profondeur de la nappe.

### **5.2 REPARTITION DES OUVRAGES HYDRAULIQUES DANS LA COMMUNE DE KANDI**

Les ouvrages hydrauliques ne sont pas équitablement répartis sur le territoire communal de Kandi. La plupart des ouvrages sont concentrés au sud-ouest et au centre de la commune. Par contre le nord et le sud-est sont pratiquement dépourvus d'ouvrages. En principe, cette spatialisation des ouvrages hydrauliques devrait prendre en compte la démographie, certaines pesanteurs sociologiques et culturelles du milieu et surtout la norme de la Direction Générale des Eaux qui est d'un point d'eau pour 250 habitants. Les observations sur le terrain ont permis de noter la présence de plusieurs infrastructures hydrauliques au même endroit. Un effort devrait être fait en tenant compte de l'avis de la communauté locale (usagers de l'eau, comité de gestion des points d'eau, sages et notables) dans la réalisation des projets d'hydrauliques villageoises. Les mêmes constats ont été relevés par [20] qui suggère dans son étude sur l'irrigation adduction d'eau potable redynamisation économique de tenir compte de l'avis des populations dans la prospection des lieux d'installation des ouvrages hydrauliques. Cette situation permettra d'éviter les difficultés d'approvisionnement en eau potable. C'est le cas des puits modernes à grand diamètre (PM) dont les zones de desserte ne couvrent pas toutes les localités. Par ailleurs, chaque ouvrage devrait supporter en moyenne 2500 habitants alors que pour sa durabilité, il ne peut desservir que 250 habitants [14]. Cette surcharge des usagers crée souvent des files d'attente et des pertes de temps autour des infrastructures d'approvisionnement en eau potable. Ces faits sont renforcés par les travaux de [11], qui a constaté le même scénario dans la ville de Kandi au nord du Bénin. De plus, les travaux de ([21], [15]) ont fait cas d'une mauvaise répartition spatiale des



infrastructures hydrauliques dans les villes de Kandi et de Zè au Bénin. En effet, les travaux de [21] portant sur le Système d'Information Géographique et qualité physico-chimique de l'eau de boisson à Kandi au Bénin sont parvenus aux résultats selon lesquels les infrastructures hydrauliques sont plus concentrées dans le sud-ouest et le centre, mais presque absents dans le sud-est et le nord de la commune de Kandi. Il en résulte parfois des situations de pénurie d'eau et l'orientation des usagers d'eau vers les sources inappropriées. [15] dans leurs travaux ont également montré une inégale répartition des infrastructures hydrauliques sur le territoire de la commune de Zè. En conséquence, les ouvrages sont très insuffisants ; ce qui conduit parfois les communautés à s'alimenter au niveau des rivières et des plans d'eau.

### 5.3 SIG ET GESTION DES INFRASTRUCTURES HYDRAULIQUES

La mise en place d'une base de données géo-spatiales sur les ressources en eau peut aider les autorités à divers niveaux d'avoir une idée sur la répartition spatiale des ouvrages hydrauliques afin de prendre des décisions subséquentes pour améliorer les conditions d'alimentation en eau potable des populations locales [11]. La question de l'accès aux ressources en eau est abordée pour tous à travers le regard porté aux infrastructures pour veiller à leur répartition en tenant compte des normes prescrites par la Direction Générale des Eaux (DG Eaux). Dans cette étude, le SIG a permis d'avoir une idée sur la typologie des ouvrages hydrauliques et leur répartition sur le territoire communal de Kandi. Les résultats obtenus sont semblables à ceux de [22]. En effet, dans leurs études sur une approche SIG pour une analyse spatiale des infrastructures hydrauliques dans la commune de Zè, l'approche par analyse de proximité en se basant sur les zones tampons (buffer) a été utilisée pour apprécier la distribution spatiale et la détermination des zones de desserte des points d'eau. Les auteurs ont abouti à une inégale répartition des infrastructures sur le territoire communal de Zè. Les constats relevés dans la commune de Kandi rejoignent ceux de ([15], [23]) qui ont montré dans leurs travaux l'importance des systèmes d'informations géographiques dans leurs capacités à prévoir le déficit de ces infrastructures et à assurer la distribution pour améliorer les conditions d'approvisionnement en eau des communautés.

## 6 CONCLUSION

A l'issue de cette recherche, il est à noter que les infrastructures hydrauliques sont inégalement réparties sur le territoire communal de Kandi. Les résultats des travaux ont montré que le sud-ouest et le centre de la commune de Kandi sont plus couverts en ouvrages hydrauliques. Par contre, le nord et le sud-est sont faiblement couverts. Cette situation entraîne une insuffisance d'ouvrages hydrauliques et conduit parfois les usagers à exploiter les sources d'eau inappropriées. Cette mauvaise spatialisation des ouvrages hydrauliques entraîne une affluence des usagers autour des ouvrages compromettant ainsi la qualité des eaux. Les mauvaises conditions d'entretien de ces ouvrages surtout les puits communautaires favorisent leur contamination par les agents pathogènes. Ce qui est à l'origine de la vulnérabilité des ouvrages hydrauliques et du coup l'éclatement de plusieurs maladies hydriques qui frappent les populations. L'absence d'un système d'information géographique (SIG) dans la mise en place des ouvrages hydrauliques de la commune a été du coup un facteur limitant pour une meilleure gestion de ces infrastructures hydrauliques. Le SIG apparaît comme un véritable outil de planification et d'aide à la prise de décision en matière d'accès à l'eau potable.

## REFERENCES

- [1] DEGNIDE A M : Pollution des puits domestiques de Porto-Novo : étude de quelques quartiers situés en bas de pente. Mémoire de DESS en Décentralisation et Gestion des Eaux / IMSP, Université Abomey-Calavi. 74p+Annexes, 2004.
- [2] MAGBONDE A. E : Contribution à l'alimentation en eau potable dans la commune de Sô-Ava : cas de Ganvié dans le contexte de la décentralisation. DESS en Décentralisation et Gestion des Eaux ; IMSP/UAC, 82p+Annexes, 2004.
- [3] THILL, G, EZIN J-P, "L'eau, Patrimoine Mondial Commun : Co-expertise scientifique, participative et gouvernance". Prélude N° 6, Presse Universitaire de Namur, Belgique, 303p 2002.
- [4] ASSOUMA I. D, OUSSOU L. A : Contribution à l'étude des déterminants de l'eau à usages domestique dans la S/P de Kpomassè. Mémoire de Maîtrise Professionnelle de Géographie, DGAT/FLASH/UAC, 67p+annexes, 2001.
- [5] UN-Water / WWAP, "L'eau : une responsabilité partagée". Résumé du 2ème rapport mondial des Nations Unies sur la mise en valeur des ressources en eau. 52p, 2006.
- [6] ASSANI KPASSELOKOHINTO A. A. M. R : Qualité et mode de gestion de l'eau de boisson dans la sous- préfecture de Grand-Popo. Mémoire IRSP, Cotonou, 125p, 1995.
- [7] HERISCHEN D., RUWAIDA M. S. et BLACKBURN R : Répondre au défi urbain. Population Reports. Série M, Numéro 16. Info Project. Maryland, USA. 23p, 2002.
- [8] CHAPITAUX J. P., HOUSSEIER S, GROSS P, BOUVIER C et BRISSAUD F : Etude de la pollution de l'eau souterraine de la ville de Niamey, Niger. Bulletin de la société de pathologie exotique (Bull. Soc. Pathol. Exot.) Vol. 95, n°2, PP. 119-123, 2002.

- [9] OMS : Directives de qualité pour l'eau de boisson. (Additif au Volume I : Recommandations). OMS, Genève, Suisse, 40 p, 1998.
- [10] KANOHIN FULVIE Epse OTCHOUMOU, SALEY MAHAMAN BACHIR, AKE GABRIEL ETIENNE, And SAVANE ISSIAKA : 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 ISSN 2028-9324 Vol. 1 pp. 35-53, 2012.
- [11] ASSOUMA I D : Une approche SIG à l'évaluation de la qualité physico chimique de l'eau de boisson à Kandi au Bénin. Mémoire de DESS/RECTAS Campus Universitaire Obafemi Awolowo, Ilé Ifè, Nigéria, 71p, 2011.
- [12] ASSOUMA I D : Contribution à l'évaluation des risques liés aux usages domestiques de l'eau dans la commune de Kandi. Mémoire de DESS en Décentralisation et Gestion des Eaux / IMSP, Université Abomey-Calavi.70p+Annexes, 2004.
- [13] DEMON A : Activités humaines et dégradation de l'environnement dans la commune Urbaine de Kandi. Mémoire de Géographie, FLASH / UNB, Abomey-Calavi, 80p, 1991.
- [14] DGH : "Stratégie nationale de l'approvisionnement en eau potable en milieu rural du Benin 2005-2015". République du Benin, 21 p, 2005.
- [15] HOUNGUEVOU S. C. G, TOHOZIN C. A. B, SOUMAH M, TOKO M. I : SIG et distribution spatiale des infrastructures hydrauliques dans la commune de Zè au Benin. RECTAS, Obafemi Awolowo University Campus. Off Road1, PMB: 5545, Ile-Ife. Osun State, Nigéria. Afrique Science 10(2) 213-227, SSN 1813-548X, <http://www.afriquescience.info>, 15p, 2014b.
- [16] 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.
- [17] EVENS E, et LINDSKOG P : Regards sur la situation des ressources en eau de la république d'Haïti, 27p, 2000.
- [18] COMLANVI F.M : Amélioration de la qualité des eaux de puits dans la ville de Cotonou : Cas de quelques quartiers. Mémoire APE/ CPU/UNB, Abomey-Calavi, 78p, 1994.
- [19] MOUKOLO N : Contrôles systématiques de la qualité des eaux naturelles au Congo : quelques résultats du laboratoire d'hydraulique de l'ORSTIM/DGRST de Brazzaville. Bulletin de liaison du CIEA, N°90, pp11-21, 1993.
- [20] DOYELLE C : Irrigation adduction d'eau potable redynamisation économique, Stage de deuxième année. ISTOM, agro-développement international, Togbota - Bénin, 64 p, 2008.
- [21] ASSOUMA I. D, TOHOZIN C.A.B., AGBO B. F. "Système d'Information Géographique et qualité de physico-chimique de l'eau de boisson à Kandi, Bénin". In Int .J. Bio. Chem. Sci.7(5) : 2165-2177, 2013.
- [22] HOUNGUEVOU S. C. G, TOHOZIN C. A. B, SOUMAH M, ATTOLOU S. F. B : Approche SIG pour une analyse spatiale des Infrastructures hydrauliques dans la commune de Zè, Benin, RECTAS, Obafemi Awolowo University Campus. Off Road1, PMB: 5545, Ile-Ife. Osun State, Nigéria. Journal of Applied Biosciences 73:5949-5958, ISSN 1997-5902, 10p, 2014a
- [23] DUPONT J, J. SMITZ, A. N. ROUSSEAU, A. MAILHOT et G. GANGBAZO, " Utilisation des outils numériques d'aide à la prise de décision pour la gestion de l'eau". Revue des sciences de l'eau / Journal of Water Science, vol 11, p. 5-18, 1998.