

## **Déterminants morphologiques de la productivité des bornes fontaines et résiliences de la population d'Abéché au Tchad**

Issa Justin LAOUGUÉ<sup>1\*</sup>, Mahamat Ali MUSTAPHA<sup>2</sup> et Anselme WAKPONOU<sup>3</sup>

<sup>1</sup> *Université Adam Barka d'Abéché, Département de Géographie, Laboratoire de Géographie Physique, BP 1117, Abéché, Tchad*

<sup>2</sup> *Ecole Normale Supérieure de Bongor, Département de Géographie*

<sup>3</sup> *Ecole Normale Supérieure de Bertoua, Université de Bertoua, Laboratoire de Géographie Physique et de l'Environnement*

(Reçu le 1<sup>er</sup> Novembre 2021; Accepté le 12 Août 2022)

---

\* Correspondance, courriel : [issa\\_laougue@yahoo.fr](mailto:issa_laougue@yahoo.fr)

### **Résumé**

Cette étude vise à analyser les déterminants physiques d'accès à l'eau potable des ménages de la ville d'Abéché et les différentes mesures d'adaptation développées par ces ménages pour faciliter leur accès à l'eau dans un contexte de pénurie. En effet, à Abéché, la question de la disponibilité de l'eau potable se pose avec acuité et cela fait suite à l'absence de l'eau dans la grande partie des bornes fontaines de la ville. L'état des lieux fait ressortir que 35,1 % seulement des bornes fontaines sont productives toute l'année contre 48,6 % productives uniquement en saison des pluies et 16,2 % des improductives quel que soit la saison. Aussi, l'étude indique que la productivité des bornes fontaines est liée à leur altitude d'implantation : toute altitude supérieure à 532,342 est synonyme d'improductivité. Bien que plusieurs éléments tels que l'état des équipements, les conditions d'exploitation, les conditions d'alimentation, les conditions lithologiques et hydrologiques, etc., peuvent expliquer cet état, mais une question fondamentale a retenu notre attention : l'improductivité des bornes fontaines de la ville n'est-elle pas liée à une méconnaissance des paramètres géographiques de la ville ? En effet, les bornes fontaines ont été implantées sans tenir compte des données géomorphologiques et d'une répartition raisonnée des conduites principales d'eau dans la ville. C'est dans ce cadre que cette étude a été menée avec pour objectif d'analyser la productivité des bornes fontaines dans la ville et ainsi montrer l'importance de la maîtrise des paramètres géographiques dans l'alimentation en eau des villes.

**Mots-clés :** *eau potable, productivité d'eau, pénurie, résilience, adaptation.*

### **Abstract**

**Morphological determinants of standpipe productivity and resilience of the Abéché population in Chad**

This study aims to analyse the physical determinants of access to drinking water of households in the city of Abéché and the different adaptation measures developed by these households to facilitate their access to

water in a context of scarcity. Indeed, in Abéché, the question of the availability of drinking water arises sharply and this follows the absence of water in most of the city's fountains. The current state of play shows that only 35.1 % of drinking fountains are productive all year round, compared to 48.6 % only in the rainy season and 16.2 % of unproductive regardless of the season. Also, the study indicates that the productivity of the hydrants is linked to their altitude of implantation : any altitude above 532,342 is synonymous with unproductivity. Although several factors such as the condition of the equipment, operating conditions, feeding conditions, lithological and hydrological conditions, etc., may explain this state, but a fundamental question has caught our attention: Is the unproductivity of the city's fountains not linked to a lack of knowledge of the city's geographical parameters? Indeed, the fountains were installed without taking into account the geomorphological data and a reasoned distribution of water mains in the city. It is in this context that this study was carried out with the objective of analysing the productivity of drinking fountains in the city and thus showing the importance of the control of geographical parameters in the water supply of cities

**Keywords :** *drinking water, water productivity, scarcity, resilience, adaptation.*

## 1. Introduction

La problématique d'accès à l'eau potable figure au cœur des Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD), à savoir réduire de moitié, d'ici 2015, le pourcentage de la population qui n'a pas accès de façon durable à un approvisionnement en eau potable et à un assainissement de base. Si on considère les normes régissant le droit à l'eau, des estimations de l'UNESCO-WWAP [1] indiquent que le nombre de personnes n'ayant pas accès à une eau de robinet sûre et saine atteint 3 à 4 milliards. Cette difficulté d'accès à la ressource viendrait surtout ces dernières années des changements climatiques qui ont affecté la disponibilité des ressources en eau et ont rendu vulnérables les différents systèmes de production et de distribution de l'eau potable [2, 4]. En Afrique, cette situation constitue un impératif car le taux d'accès à l'eau potable est le plus faible au monde avec seulement 46 % de la population rurale et 81 % de la population urbaine [5]. Dans le Sahel, les effets négatifs des conditions naturelles sur le cadre urbain sont difficilement franchissables. En effet, les effets du climat, du cadre hydrogéologique et morpho-pédologique de certaines villes enlèvent à la population tout espoir de vivre en ville n'eut été les conditions plus précaires de la campagne. En fait, selon [6], la baisse de la pluviométrie dans cette région peut atteindre 20-40 % depuis 1970, ce qui accentue l'aridité du milieu, amorçant ainsi la dégradation des ressources naturelles. Cette dégradation se traduit par des modifications néfastes de la disponibilité des ressources qui se traduisent par leur réduction ou leur disparition complète. Ces phénomènes sont, ainsi, de réels dangers pour le sahel et sapent les ressources en eau et augmentent les risques de crises hydrologiques et hydrogéologiques avec pour conséquence une fourniture indigente de l'eau de boisson. Au Tchad, ce taux est de 53 % selon le MEEP [7] contre 27,32 % pour la ville d'Abéché ; faisant de cette ville l'une des quatre villes les plus défavorisées au Tchad en matière d'accès à l'eau. Dans ce contexte, la rareté des ressources en eau constitue une menace importante pour les populations qui sont obligées de trouver des palliatifs pour pouvoir compenser la carence de cette ressource. La carence de cette ressource est mal maîtrisée par les acteurs qui éprouvent des difficultés à comprendre ses causes et pourtant, la station de pompage de Bitéya, située à 40 km au sud de la ville, est mise en œuvre pour compenser les problèmes de disponibilité. Il est en effet crucial de trouver des possibilités de juguler cette crise liée à l'eau comme le rapporte [8] qui indiquent que l'accès à l'eau potable des ménages, est un problème majeur qui nécessite des solutions pour le développement harmonieux de l'économie de la ville et du pays. La recherche de ces solutions passe nécessairement par des études approfondies. Pour pallier à cette situation de carence, les études dans les années 1978 ont retenues le site de Bitéya, qui est une sorte

d'entonnoir recueillant les eaux des cours d'eau secondaires pour accueillir les installations de la STE afin de fournir de l'eau à la ville. En dépit de ce choix, la disponibilité de l'eau dans la ville est plus que préoccupant puisqu'après la fin de la saison des pluies, certains quartiers attendent une semaine voire plus pour avoir de l'eau alors que d'autres en sont privés durant les 9 à 10 mois de saison sèche. En partant de ce constat, nous proposons ici une étude sur la vulnérabilité spatiale des risques liés à la disponibilité de la ressource « eau » dans les bornes fontaines à Abéché. Dans cette ville sahélienne du Tchad, les problèmes de la disponibilité d'eau dans les bornes fontaines sont récurrents et se résument à l'absence d'eau dans les bornes fontaines deux jours sur quatre, à son absence durant une partie de l'année ou à son absence totale dans certains quartiers. Quels sont les facteurs géographiques qui expliqueraient cette situation ? S'agit-il de la morphologie accidentée de la ville ou de la situation des bornes fontaines par rapport aux réseaux principaux d'adduction d'eau potable ? Comment les populations tentent-elles de s'adapter à la pénurie observée ?

## 2. Matériel et méthodes

### 2-1. Zone d'étude

La ville d'Abéché est située dans le massif du Ouaddaï entre le 13°45'0" et le 14°0'0" de latitude Nord, et entre 20°40'0" et le 21°0'0" de longitude Est. Elle est la plus grande ville de l'est du Tchad, avec une superficie de 3600 hectares et environ 200 000 habitants. Sur le plan physique, son sol est rocheux et halomorphe avec une croûte de socle granitique à la base. Son climat ambiant est de type sahélien influencé par le déplacement du front intertropical. Les moyennes pluviométriques et thermiques sont respectivement évaluées à 500 mm/an et 36,5 °C. La ville compte aujourd'hui une population estimée à plus de 200 000 habitants, d'après le recensement pour les élections communales de 2012. Elle est subdivisée en six (6) Arrondissements (*Figure 1*).

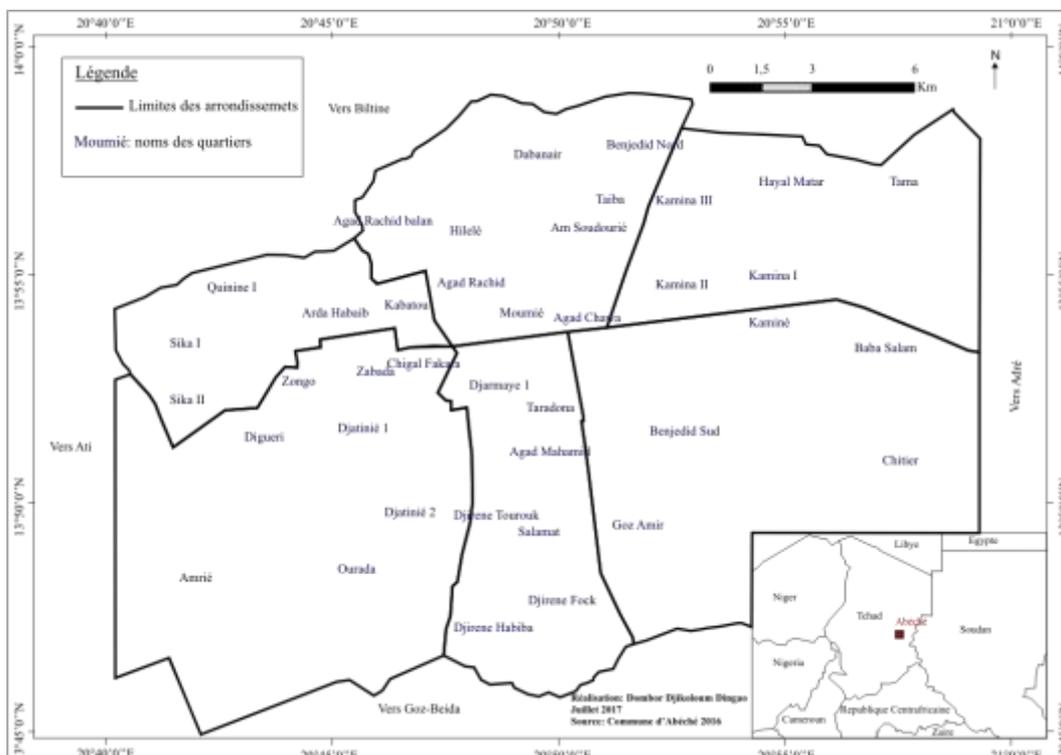


Figure 1 : Présentation de la ville d'Abéché, adaptée de COSMOS Consulting, 2021

## 2-2. Méthodes

Pour analyser cette thématique, nous avons épousé une approche méthodologique basée sur les recherches documentaires, l'observation et l'enquête par questionnaire. La recherche documentaire préalable est nécessaire pour ajuster les instruments de collecte des données à la réalité du terrain. En effet, afin de connaître l'existence des problèmes d'alimentation en eau et de pouvoir construire un outil de mesure efficace, il est important de connaître les critères qui déterminent les normes de distribution d'eau. Cette phase est complétée par un travail d'observation et de collecte des données de terrain. Il s'agit procéder à la géolocalisation des bornes fontaines (latitude, longitude, altitude) et la détermination de la distance perpendiculaire de ces bornes fontaines par rapport à la situation au réseau principal de distribution de l'eau de la ville. Au total, 37 bornes fontaines ont été géoréférencées. avec détermination de la distance qui les sépare des réseaux principaux. Ces bornes fontaines ont été catégorisées en « productives permanentes, productives temporaires et non productives ». Ces données de localisation sont ensuite mises en relation la situation en altitude pour comprendre le rôle de la topographie dans la productivité des bornes fontaines. Pour comprendre l'impact de la morphologie du site et de la distance sur la productivité des bornes fontaines nous avons utilisé le logiciel SPSS. Nous avons ainsi constitué deux types de variables :

- Les variables explicatives constituées de l'éloignement de la borne fontaine par rapport aux principaux réseaux et l'altitude de l'implantation de la borne déterminées respectivement à partir de la situation du quartier dans lequel se trouvent la borne fontaine et la cote de localisation des bornes obtenue avec le GPS ;
- La variable dépendante est la productivité des bornes fontaines.

La détermination de ces variables tient au fait que les besoins en eau sont variables en fonction du côté d'implantation des bornes fontaines et de la proximité des quartiers par rapport aux principaux réseaux de distribution d'eau. La compréhension de la résilience des populations s'est faite à travers une enquête des ménages à partir de deux instruments de collecte : un guide d'entretien adressé aux responsables de production et de distribution de l'eau et un questionnaire adressé aux ménages et fontainiers. Le guide d'entretien a été formulé sous forme d'items. Afin d'obtenir des réponses tout à fait personnelles et pour éviter toute induction, il nous a fallu avoir une attitude de compréhension, d'écoute attentive, de non critique et de non jugement. Il s'est agi de comprendre les raisons ayant abouti au choix du site d'adduction d'eau de Bitéya (40 km au sud de la ville) , les raisons de l'indisponibilité ou de la rareté d'eau dans certains quartiers, les raisons de la non extension du réseau aux nouveaux quartiers, les raisons d'une distribution sectorielle, les causes de l'indigence de la fourniture d'eau, les différentes mesures pour atténuer la question de l'indisponibilité d'eau etc. Pour les enquêtes par questionnaire, les personnes concernées sont les usagers (fontainiers et ménages). Le choix de ces différents acteurs s'explique par leur capacité d'appréhension des problèmes liés à la disponibilité d'eau dans la ville. Ainsi, les usagers (fontainiers et ménages) sont sensibles aux questions relatives aux difficultés d'approvisionnement et les moyens pour surmonter les difficultés. Le choix des différents usagers s'est fait sur la base des statistiques de la Société Tchadienne des Eaux, qui est la principale société de fourniture d'eau dans le Pays et des données du Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH) de 2009. Les ménages enquêtés se recrutent parmi les ménages ayant des branchements particuliers (4663 ménages) et les fontainiers soit 46 personnes. Sur un total de 20906 ménages de la ville [9], les branchements particuliers représentent 22,3 %. Pour notre travail, l'échantillon a été défini à partir de notre population cible (usagers) soit 5 % ; car comme le rapporte [10] « *la taille de l'échantillon est fonction de la possibilité de mesurer de façon fiable une caractéristique que possèdent 5 % ou 10 % de la population cible, le choix dépendant de considérations budgétaires* ». Ainsi, les 5 % des 4663 ménages nous donnent 233 ménages enquêtés. Le choix de ces ménages a été faite sur la base de la position géographique des quartiers et de l'altitude de l'implantation des bornes fontaines.

### 3. Résultats

#### 3-1. Productivité d'eau dépendante des localisations morphologiques de la ville

La ville dispose beaucoup d'atouts pour son développement mais le problème de la disponibilité d'eau demeure crucial et conditionne le développement des différents secteurs de la ville. En effet, les conditions naturelles sont aux avant-gardes de cette préoccupation puisque celles-ci constituent un véritable goulot d'étranglement pour la fourniture d'eau. A partir des données collectées sur les 37 bornes fontaines de la ville, nous nous rendons compte que la productivité partielle l'emporte. En fait, nous avons identifié trois situations pour décrire l'état productif des bornes fontaines : productive lorsque celle-ci coule toute l'année, productive partielle lorsque la borne fontaine coule uniquement en saison des pluies et non productive lorsqu'elle est fermée. Partant de cette classification, sur les 37 bornes répertoriées, la productivité partielle représente 48,6 % ; ce qui impose une fourniture d'eau faible dans la ville en saison sèche (*Tableau 1*).

**Tableau 1 : Productivité des bornes fontaines**

	Fréquence	Pourcentage	Pourcentage valide	Pourcentage cumulé
Valide Productivité permanente	13	35,1	35,1	35,1
Productivité partielle	18	48,6	48,6	83,8
Non productive	6	16,2	16,2	100,0
Total	37	100,0	100,0	

*Source : Données de terrain obtenues sous SPSS, mai 2021*

Cette situation de précarité saisonnière, nous impose d'utiliser des facteurs pouvant comprendre cette disponibilité d'eau dans la ville. Ne disposant pas de données sur la variation du niveau de la nappe phréatique alimentant le dispositif d'alimentation de l'eau situé à 40 km au sud de la ville, nous nous sommes contentés de retenir deux variables explicatives : la côte d'implantation des bornes fontaines et la localisation de la borne par rapport aux principaux réseaux d'alimentation de la ville. Ces deux variables sont obtenues à partir des travaux de terrain : géoréférencement des bornes fontaines avec détermination de l'altitude et distance du quartier par rapport aux principaux réseaux. En utilisant les fonctions de SPSS pour analyser les données des variables précitées, nous avons obtenu les informations d'éventuelles en lien avec ces variables et la variable expliquée : la productivité des bornes fontaines. Ainsi, deux facteurs ont été utilisés : l'analyse de la variance et le test de Khi-deux. Ces tests statistiques renseignent sur les liaisons entre une variable quantitative et une variable qualitative ou entre deux variables qualitatives. En effet, la variable statistique quantitative ici est l'altitude d'implantation de la borne fontaine et les deux variables qualitatives étant la productivité des bornes fontaines codifiées en productive et non productive et la situation de la borne fontaine en éloigné ou non. Le lien entre la variable altitude d'implantation et la productivité des bornes est obtenu à partir de l'analyse de la variance laquelle, permet d'estimer l'hétérogénéité ou, au contraire, l'homogénéité d'une série de valeurs. Dans notre cas, si on suppose que la productivité des bornes fontaines est déterminée par la côte d'implantation de celles-ci, on se retrouvera en présence de deux hypothèses ; soit :

- l'homogénéité de comportement bornes fontaines (comme celle côtes d'implantation) est totale ; la variance du nombre de côtes d'implantation est nulle ;
- En revanche, entre le groupe des bornes fontaines et celui des côtes d'implantation, il existe une hétérogénéité : la variabilité entre les deux groupes n'est pas nulle.

Pour vérifier ces hypothèses, nous utilisons la fonction « Comparer les moyennes » de SPSS pour y tirer l'analyse de la variance. Les résultats sont présentés dans les tableaux ci-dessous.

**Tableau 2 : Comparaison des moyennes de la variable production en lien avec la côte d'implantation**

Descriptives					
Altitude d'implantation de la borne fontaine					
	N	Moyenne	Ecart type	Erreur standard	Intervalle de confiance à 95 % pour la moyenne
					Borne inférieure
Productivité permanente	12	532,342	3,5804	1,0336	530,067
Productivité partielle	21	536,219	5,7002	1,2439	533,624
Non productive	4	539,775	7,5465	3,7732	527,767
Total	37	535,345	5,6874	,9350	533,450

ANOVA					
Altitude d'implantation de la borne fontaine					
	Somme des carrés	ddl	Carré moyen	F	Sig.
Intergroupes	202,783	2	101,391	3,585	,039
Intragroupes	961,709	34	28,286		
Total	1164,492	36			

Source : Données de terrain obtenues sous SPSS, mai 2021

L'ANOVA à un facteur a calculé une moyenne pour chacun des trois types de productivité des bornes fontaines. Les moyennes des groupes sont les moyennes : 532,343 ; 536,219 ; 539,775. Ces moyennes de groupe sont réparties autour de la moyenne globale pour les 37 observations, qui est de 535,345. Si les moyennes du groupe sont regroupées près de la moyenne globale, leur variance est faible. Toutefois, si les moyennes du groupe sont réparties de manière plus éloignée de la moyenne globale, leur écart variance est plus élevé. Dans ce **Tableau**, on se rend compte que la variabilité intragroupe est supérieure à la variabilité intergroupe; ce qui laisse croire que les différences de comportement au sein des groupes étudiés sont importantes. Dans ce cas, le critère définissant les groupes n'est pas une bonne explication de l'hétérogénéité de la variable quantitative et on doit donc recourir au test F ; au degré de liberté (ddl) et à la significabilité du résultat de ce test. Dans notre travail ces indicateurs sont respectivement ddl = 36, F = 3,586 et sig. = 0,39. En effet, l'analyse des données de nos travaux de terrain indique que les bornes fontaines productives sont celles qui sont implantées à une côte moyenne de 532,54 m, celles qui ne sont pas productives sont 639,77 alors que celles qui sont productives partielles (saison des pluies) sont à 536,21 m. La différence entre les trois groupes est significative (car  $p = 0,039$  qui est inférieure au seuil de 0,05. On peut donc conclure que la côte d'implantation des puits à Abéché a une influence sur la productivité des puits. Cette influence se manifeste à travers une productivité permanente des bornes fontaines situées autour de la moyenne de 532,54 m. Ce qui laisse donc dire que la forte altitude contribue à ralentir la vitesse d'écoulement de l'eau dans les conduites ; sauf si la pression exercée pour le pompage est plus forte. En effet, selon [11], le réseau de distribution étant réparti dans l'espace, il doit prendre en compte les contraintes topographiques du site de son implantation à travers la réalisation des relevés topographiques pour connaître les coordonnées géographiques (X, Y, Z) des différents points du réseau de distribution. Ceci permettra d'identifier les points particuliers du réseau, dans le cas de cette étude, les points hauts dans lesquels il peut se passer des accumulations de l'air susceptibles de contribuer à l'augmentation de la perte des charges.

Pour comprendre le lien entre l'éloignement des bornes par rapport aux principaux réseaux d'alimentation en eau de la ville, nous avons utilisé une distance de 500 m pour indiquer si oui ou non une borne fontaine est éloignée du réseau. Nous avons ainsi considéré la variable « éloignement des bornes fontaines » comme étant qualitative, car par rapport à la situation d'une borne fontaine dans un quartier et connaissant les quartiers desservis par les principaux réseaux (*Figure 2*), nous indiquons par « oui » les bornes fontaines des quartiers éloignés et « non » pour les quartiers desservis. En face de deux variables qualitatives, nous avons opté pour l'analyse par le test de Khi-2 car, selon [12], le Khi-2 est d'abord et avant tout destiné à l'examen de la relation entre deux variables qualitatives, nominales ou ordinales. C'est pourquoi dans la mise en relation de la variable « éloignement du réseau principal » et la « productivité des bornes fontaines », nous avons recours à ce test. Les résultats sont présentés dans les deux tableaux ci-dessous.

**Tableau 3 : Tests du khi-deux**

	Valeur	ddl	Sig. approx. (bilatérale)
khi-deux de Pearson	6,399 <sup>a</sup>	2	,041
Rapport de vraisemblance	6,651	2	,036
Association linéaire par linéaire	5,719	1	,017
N d'observations valides	37		

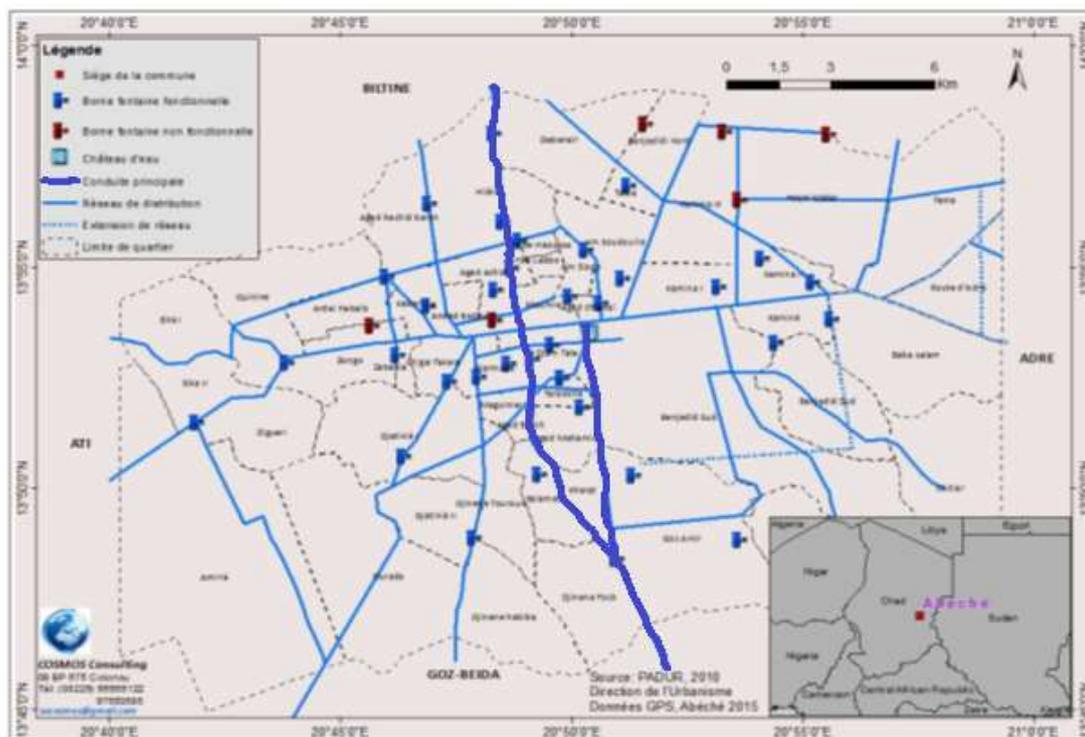
a. 2 cellules (33,3 %) ont un effectif théorique inférieur à 5. L'effectif théorique minimum est de 2,30

**Mesures symétriques**

	Valeur	Signification approx.
Nominal par Nominal Coefficient de contingence	,384	,041
N d'observations valides	37	

*Source : Données de terrain obtenues sous SPSS, mai 2021*

Les résultats du test du khi-carré apparaissent sur le tableau 3 sous vocable «Khi-carré de Pearson ». La valeur du khi-carré est de 6,399, le nombre de degrés de liberté est de 2 et la « signification asymptotique bilatérale » est de 0,041. Ce degré de signification étant inférieur à la valeur seuil de 0,05, il va sans qu'il existe une relation entre la distance des bornes fontaines par rapport aux réseaux principaux et leur productivité ; autrement dit, la distance d'implantation des bornes fontaines par rapport aux réseaux principaux de conduite d'eau conditionne la productivité ces dernières. En fait, ces résultats montrent (selon la table du khi-carré) que l'hypothèse H0 doit être rejetée ; cela indique que la différence observée entre « éloigné et non éloigné » est significative au plan statistique. En d'autres mots, les bornes fontaines éloignées ne sont pas susceptibles de produire d'eau que les non éloignées. Cela suppose que la source lointaine des ouvrages d'adduction d'eau de cette ville est un facteur limitant de la productivité des bornes fontaines. En effet, même si la pression à la source est forte, en parcourant une distance plus longue, elle peut faiblir et par conséquent le débit peut devenir faible.



**Figure 2 : Réseaux de distribution d'eau de STE à Abéché**  
 Source : Points GPS adaptés de PADUR 2016 ; 2021

La fourniture indigente de l'eau à Abéché impose donc une adaptation de la population qui finit par développer plusieurs formes de résiliences pour répondre aux besoins pressants de la demande en eau.

### 3-2. Une résilience liée aux défis de la vie

Superposer la fourniture indigente d'eau à la vie en ville semble être difficile mais une telle situation n'est pas figée car les populations confrontées à ces difficultés se frayent souvent des chemins qui leur permettent de les surpasser. En effet, les différents acteurs impliqués dans la fourniture d'eau cherchent à pallier à cette situation indigente de la disponibilité d'eau en faisant de l'adaptation. Pour comprendre les formes d'adaptations en cours, nous avons obtenu les opinions des personnes enquêtées à travers un questionnaire d'enquête. En fait, l'idée sous-jacente n'est autre que la résilience comme une approche vers un développement socialement durable des populations d'Abéché. La disponibilité indigente de l'eau à Abéché est attestée par les conditions techniques d'implantation du dispositif de production d'eau de Biteya qui n'a pas tenu compte de l'urbanisation et de la croissance démographique de la ville.

#### 3-2-1. Perception de la disponibilité d'eau par les populations

L'eau constitue un élément vital pour la survie et l'épanouissement de l'être humain. Dans la commune d'Abéché, satisfaire ces besoins relève du parcours de combattant. En effet, les capacités de production d'eau actuelles ne permettent pas de satisfaire les besoins de la population ; rendant ainsi cette ressource rare dans les bornes fontaines. On a constaté qu'il existe des forages qui sont productifs tout le long de l'année mais le choix du site devait précéder leur implantation ; au cas contraire, on va se retrouver avec un forage sans eau malgré les investissements que cela nécessite (*Tableau 4*).

**Tableau 4 : Facteurs de pénurie d'eau à Abéché**

Causes	Situation géographique			Proportion en%
	Zone Centre	Zone intermédiaire	Zone périphérique	
Faible capacité de la source STE	23	36	22	0,35
Augmentation de la population	15	8	4	0,12
mauvaise gestion par la STE	14	19g	18	0,22
Vétusté des réseaux	17	14	12	0,18
Détournement des eaux	9	12	10	0,13
Total	78	89	66	1

Source : Données d'enquête 2021

Nous avons aussi voulu comprendre ce qui pourrait expliquer le manque d'eau dans la ville à travers les réponses des enquêtés (**Tableau 4**). Parmi les raisons de manque d'eau, il ressort de nos enquêtes que la faible capacité des installations de la STE et sa mauvaise gestion sont les plus saillants tel qu'indiqué dans le **Tableau** ci-dessus. Cette production d'eau à Abéché est assurée par la Société Tchadienne des Eaux STE qui assure l'approvisionnement en eau potable à partir de forages situés à 40 km au de la ville, dans la nappe alluviale du ouadi Bitéya. Les forages ravitaillant le château produisent ensemble 1.500.000 m<sup>3</sup> d'eau par an, ce qui reste insuffisant au regard de l'accroissement progressif des besoins de la population. La quantité d'eau prélevée se répartit entre les eaux de boisson, de douche, de vaisselle et lessive. Ces quantités varient mais la moyenne d'eau pour satisfaire un ménage de 4 personnes (taille moyenne des ménages enquêtés) est d'environ 300 litres. En effet, les ménages enquêtés consomment entre 10 à 20 bidons de 20 litres par jour. Ces eaux produites par la STE sont distribuées à travers un réseau ayant une longueur totale de 45 km constitué de conduites en PVC, en acier et en fonte de diamètre variant entre 63 à 350 mm selon qu'il soit un réseau secondaire ou principal. Ces réseaux, pour la plupart, sont mal entretenus et sont dans un mauvais état de fonctionnement du fait des contraintes liées à l'insuffisance des moyens humains, techniques et financiers. En plus, la capacité de production de ces réseaux est en deçà des besoins de la population alors que cette dernière croît plus vite ; ce qui laisse entrevoir une aggravation de la situation dans les années à venir (**Tableau 5**).

**Tableau 5 : Evolution de la population et des caractéristiques des réseaux de distribution d'eau**

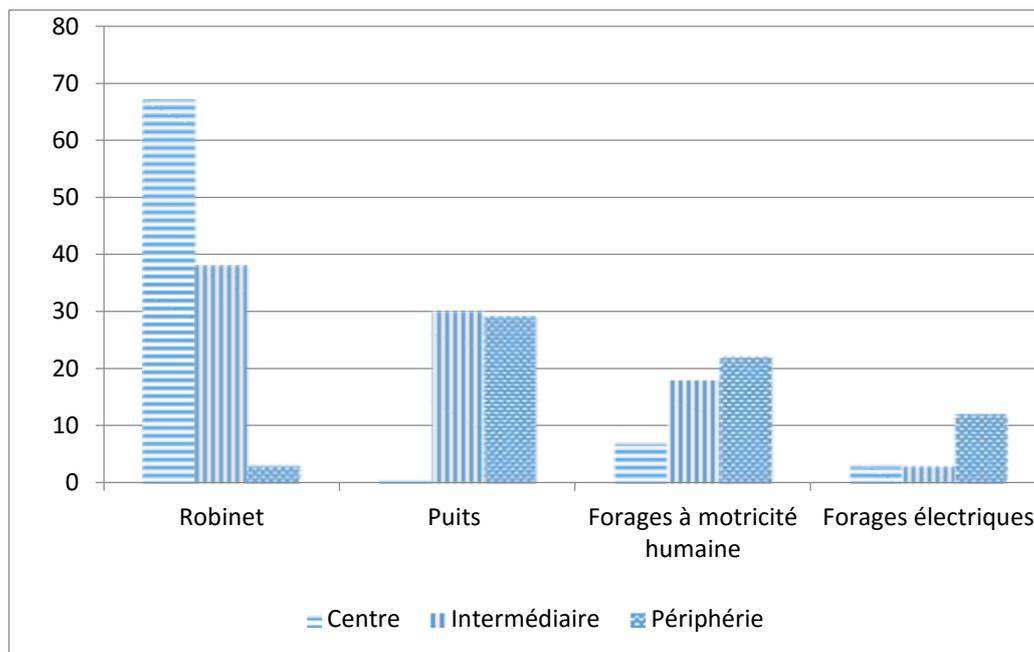
Année	Population	Production annuelle m3	Réseau de distribution réalisé	Branchements particuliers	Production journalière moyenne	Bornes fontaines
2000	63 125	896805	41 km	920	2 250 m3/j	46
2019	178898	1 500 000	45 km	4600	9 500 m3	30

Source : BCR, 2009 et STE, 2021

En considérant les données du tableau, il va sans dire que la croissance démographique en 16 ans est plus rapide que les données de production hydraulique car la population a plus que doublé alors que la production annuelle d'eau ne suit pas puisqu'elle s'est accrue seulement de moins de la moitié de la production de 2000. Pour ce qui est du branchement, le nombre des abonnés s'est accru alors que la croissance des bornes fontaines s'effectue en sens inverse. La réduction du nombre des bornes fontaines est liée à deux facteurs :

- Le non-paiement des redevances par les fontainiers qui obligent la STE à procéder à leur fermeture systématique ;
- L'irrégularité de la fourniture d'eau ou la non productivité de certaines bornes fontaines surtout celles qui sont situées sur les réseaux secondaires. D'ailleurs, cette situation est à l'origine de la tendance de la population à vouloir opérer des branchements particuliers car ces derniers peuvent permettre d'obtenir de l'eau dans la nuit à une fréquence moyenne de 1 jour sur 4.

Nos enquêtes révèlent que la situation de pénurie d'eau à Abéché est une réalité. En fait, nous avons bien voulu étayer la thèse de la pénurie par un questionnaire administré à notre échantillonnage. Il était important de voir parmi les enquêtés, la proportion de ceux qui s'approvisionnent à partir de telle ou telle autre source (**Figure 3**)



**Figure 3 : Répartition des enquêtés suivant la source d'approvisionnement**

La **Figure 3** démontre que l'approvisionnement en eau dans la ville est variable suivant la position géographique de l'enquêté. La population qui s'approvisionne à partir des robinets est celle qui est située au centre-ville alors qu'en périphérie, les forages et les puits sont les sources les plus utilisées (**Figure 3**). Pour ce qui est de la période la plus critique pour l'approvisionnement en eau, notre profil indique que la saison sèche est la période la plus éprouvante car, tous les enquêtés, même ceux qui sont situés au centre-ville, reconnaissent cela.

### **3-2-2. Formes de résiliences dictées par les difficultés d'accès**

Pour faire face à ces problèmes ou pour les surmonter, des formes de résiliences se sont développées et permettent aujourd'hui à la population de continuer leurs activités malgré les contraintes observées. Ces résiliences se répartissent en deux :

- les résiliences internes sont celles qui émergent de la volonté de la population à vaincre les aléas malgré les contraintes existantes ;
- Les résiliences externes sont celles qui émanent des organisations étatiques impliquées dans l'approvisionnement en eau des populations.

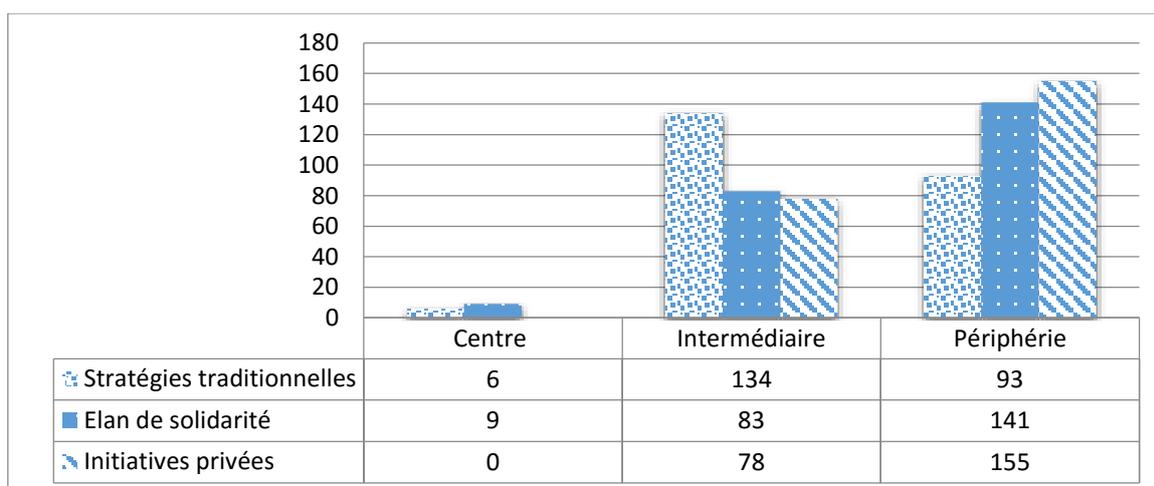
L'indigence de la disponibilité d'eau dans la ville, qui compromet le bien-être de la population, a suscité un

élan de survie de cette dernière qui met en exergue plusieurs formes de résiliences. Les enquêtés soulignent souvent la pérennisation des stratégies traditionnelles d'alimentation en eau. Ces stratégies sont entre autre le forage des puits, le stockage d'eau des pluies en saisons des pluies et l'approvisionnement à dos d'âne. Elles concernent aussi, des mécanismes de solidarité pour des puits modernes et des forages (pompes à motricité humaine et distribution avec des portes-tout), la montée des initiatives privées d'alimentation à partir des forages équipés des groupes électrogènes et de distribution avec des citernes ou des véhicules Hilux portant des cuves d'environ 1 m<sup>3</sup> ou le stockage dans des cuves pour la revente plus tard (*Figure 4*).



**Figure 4 :** *Cuve de stockage abandonné suite à la non disponibilité d'eau dans une borne fontaine*

Ces formes de résiliences sont variables suivant la situation géographique du ménage dans la ville. En fait les stratégies traditionnelles perdurent dans la zone intermédiaire alors que l'élan de solidarité et les initiatives privées sont fréquents en périphérie notamment dans les quartiers où les réseaux de la STE sont inexistant (*Figure 5*).



**Figure 5 :** *Formes de résiliences adoptées par la population*

Ces formes de résiliences permettent à la population de vivre sans gêne en dépit d'une situation criarde décriée par les nouveaux résidents. Ainsi, les stratégies traditionnelles de creusement des puits et de

distribution d'eau à dos d'âne sont ancrées dans les communautés qui vivent dans la ville et sont les signes d'une adaptation séculaire à ces conditions. Les enquêtés révèlent qu'il s'agit même d'une question d'identité et les faire perdurer est un signe vivace d'une tradition qui évolue. L'élan de solidarité est un fait de tradition mais il permet aux populations d'avoir de l'eau à moindre coût. A Abéché, il existe une pratique de collecte de fonds par quartiers pour créer des forages autonomes. Cette pratique est plus appréciée par les populations car elle permet d'avoir de l'eau à moindre coût et à proximité. Pour rendre cette pratique plus populaire, une initiative des ressortissants de la localité dénommée « Collectif Grande Source » a vu le jour en début 2021 et est à pied d'œuvre pour collecter et lever des fonds en ligne auprès des bonnes volontés pour implanter des petits châteaux privés dans tous les quartiers de la ville. Aussi, de plus en plus, des privés s'intéressent aussi à cette question d'eau dans la ville car dans certains quartiers, ces privés font des forages équipés des groupes électrogènes pour stocker de l'eau dans des cuves qu'ils revendent. Il faut faire remarquer que ces résiliences comportent des limites. En effet, les puits et forages ne sont productifs que dans des sites bien précis et cela annihilent parfois les efforts de se mettre ensemble pour obtenir de l'eau. Il peut aussi arriver que l'élan de solidarité s'effrite à cause des conflits d'intérêt qui pourraient naître des intérêts individuels et collectifs. Au niveau des résiliences externes, on note la volonté de l'Etat et des ONG à vouloir augmenter la capacité de la production des installations de la STE. Des projets sont en gestation et ceux-ci pourraient soulager les populations s'ils venaient à voir le jour. Il s'agit de la réalisation des forages supplémentaires en cherchant à créer une autre source de captage d'eau en plus de celle de Bitéya, le rallongement des réseaux de distribution aux quartiers périphériques.

#### 4. DISCUSSION

L'homme choisit le milieu qu'il exploite en fonction de différents paramètres : la disponibilité en eau en fait fréquemment partie. Toutefois, il peut arriver que l'on soit contraint de s'implanter, en surnombre, dans un lieu non choisi : la ressource en eau est alors une contrainte forte [13]. Dans les pays en voie de développement, l'alimentation en eau potable reste un problème récurrent et plusieurs auteurs se sont intéressés à la question. Au Tchad, le taux d'accès à cette ressource tourne autour de 43 % ; ce qui largement en deçà des normes requises. Dans la ville d'Abéché, la plus grande agglomération de la partie septentrionale du pays, les difficultés d'approvisionnement en eau sont plus perceptibles eu égard à des conditions naturelles difficiles. En fait, les conditions naturelles sont plus contraignantes en matière de fourniture d'eau dans plusieurs villes. Cette situation a été observée très tôt au Sénégal où [14] signale une pénurie d'eau. En effet, pour lui, « *l'eau du Sénégal à Saint-Louis est très bonne dans la saison où le fleuve écoule les masses considérables qui viennent de l'intérieur ; mais pendant sept mois, l'eau n'arrivant plus du haut fleuve qu'en très petite quantité, le niveau baisse d'environ un mètre à Saint-Louis et de quinze mètres à Bakel* ». L'étude sur les déterminants morphologiques de la productivité des bornes fontaines et résiliences de la population à Abéché consiste à montrer comment la prise en compte des facteurs géographiques dans l'alimentation en eau dans une ville peut contribuer à améliorer les conditions d'alimentation de cette ressource. Elle montre comment il est possible d'améliorer l'offre d'eau dans une ville si les conditions d'alimentation ne sont pas toutes réunies. Les résultats obtenus dans ce travail, bien que partiels puissent que ne prenant pas en compte tous les déterminants de l'offre d'eau dans une ville, sont indicateurs de la réalité sur le terrain car dans la pratique, les fontainiers cherchent souvent à installer les bornes fontaines sur les berges des ouadis. Ces résultats sont en conformité avec ceux des travaux de [15] qui, dans le département des Collines au Bénin, a indiqué que la géologie et la topographie sont parmi les facteurs de tarissement des forages hydrauliques. Plus spécifique, [16], en étudiant la productivité des aquifères dans le socle de Bongouanou, a indiqué que les débits des forages implantés sur les plateaux sont faibles par rapport aux fonds de vallée dont les débits

semblent significativement plus forts. Dans le même sillage, [17] indique que le rôle de l'altitude dans la productivité des forages est évident lorsqu'il aborde la question dans le Département de Man en Côte d'Ivoire. Pour cette région, un forage exécuté sur une altitude inférieure à 600 m est productif. En revanche, tout forage implanté sur une altitude supérieure à cette moyenne, produit un effet contraire. Certains chercheurs travaillant sur ce sujet, ont mis plus l'accent sur la fracturation du socle pour parler de la productivité des zones de socle qu'ils considèrent comme le facteur déterminant car selon eux, « la proximité aux linéaments joue un rôle important dans la productivité du forage » [18 - 21]. Ces travaux trouvent leur fondement dans le fait qu'ils concourent à la détermination de la productivité des forages individuels et évaluent la capacité de productivité d'eau du milieu. Pour ce travail où il a été question d'analyse des déterminants physiques de la disponibilité d'eau dans les bornes fontaines d'Abéché ; il en ressort que la productivité des bornes fontaines dépend de l'altitude d'implantation de celles-là, qui ne doit pas excéder 532,54 m et, de la distance aux principaux réseaux d'alimentation de l'eau dans la ville (< 500 m). Cette situation crée dans la ville (altitude moyenne 545 m) une pénurie d'eau dans plusieurs secteurs de la ville occasionnant des formes d'adaptation variées, allant des initiatives individuelles au regroupement communautaire.

Ces formes d'adaptation sont la résultante des conditions précaires de vie dans nos villes. [22] en parlant de Dakar au Sénégal trouve que les recours pour s'adapter à cette pénurie sont l'entraide, le communautarisme et l'exploitation des puits traditionnels. Dans le même ordre d'idées, dans la ville de Djibouti, l'Office National des Eaux de Djibouti gère la pénurie en mettant en place une stratégie basée sur l'inégale alimentation dans laquelle le secteur informel tient une place de choix [23]. A Niamey au Niger, [24] indique que dans une situation de précarité hydrique, il faut développer différentes stratégies d'adaptation fondées sur une gamme de solutions socio-techniques ou socio-économiques. Pour notre part, nous pensons que l'identification des causes des difficultés d'accès constitue des solutions préalables pour solutionner le problème comme le dirait [25] « les problèmes de développement ou de conflits suscités par les difficultés d'accès à l'eau sont des problèmes de gestion de ressource rare davantage que de disponibilité de la ressource et toutes ces situations exigent que soient identifiées clairement les causes des difficultés d'accès à l'eau, afin de pouvoir concevoir les solutions appropriées à chaque cas ». Cette étude se démarque des autres par la démarche qui est plus évaluative que prospective et la méthode utilisée, la géostatistique inférentielle. Cette démarche part du principe selon lequel on peut partir de l'existant pour changer les orientations ultérieures d'implantation des ouvrages d'adduction d'eau potable dans cette ville à travers la compréhension des contraintes géographiques de productivité des bornes fontaines. La méthode utilisée présente l'avantage de faire des tests statistiques pour comprendre les relations qui existent entre les variables de productivité d'eau et de situation géographique d'une part, et d'autre part ; elle s'interroge sur les options qu'empruntent les populations en situation de pénurie d'eau.

## 5. Conclusion

L'étude sur les déterminants morphologiques de la productivité des bornes fontaines et résiliences de la population à Abéché présente les facteurs géographiques clés pouvant contraindre la disponibilité de l'eau dans les bornes fontaines. Il ressort que la côte d'implantation des bornes fontaines et la distance qui sépare ces dernières des principaux réseaux d'alimentation en eau de la ville conditionnent la productivité de ces bornes fontaines lesquelles, doivent être implantées en suivant les normes suivantes : une côte d'implantation inférieure à 532,54 m d'altitude et un rayon inférieur à 500 m de part et d'autre des réseaux principaux d'alimentation. Ces difficultés ont une influence sur le quotidien des habitants qui se ravitaillent grâce à des initiatives créées pour le besoin de la cause. Ce travail fourni un certain nombre d'informations

sur la disponibilité de la ressource en eau dans les bornes fontaines. Dans cette ville où l'eau est considérée comme une denrée rare, la compréhension des contraintes de productivité d'eau est atout pour aménager les dispositifs de distribution de l'eau. Enfin, ce travail montre aussi que la population qui vit déjà ces contraintes, participe d'une manière ou d'une autre à l'amélioration des conditions de fourniture de cette eau à travers des initiatives variées. Pour pallier au problème de pénurie d'eau des bornes fontaines, où l'élément primordial est le relief, l'on doit coupler les méthodes géomorphologique et géographique, ce qui réduirait l'implantation des nouvelles bornes fontaines improductives et optimiserait l'exploitation de celles qui sont productives.

## Références

- [1] - UNESCO-WWAP, Gérer l'eau dans des conditions d'incertitude et de risque. Rapport mondial des Nations unies sur la mise en valeur des ressources en eau. Programme mondial des Nations unies pour l'évaluation des ressources en eau, (2012) 16 p
- [2] - Coalition-Eau, Eau et changement climatique. Le mouvement des ONG françaises engagées pour l'accès à l'eau et à l'assainissement pour tous. Note de recherche, (2014) 60 p.
- [3] - P. MEREDITH, Renforcer la résilience face à la rareté de l'eau en Afrique subsaharienne : Le rôle de la planification familiale. Note de politique générale, Population Référence Bureau, Washington, DC 20009 USA, (2017) 5 p.
- [4] - PS-EAU, Services d'eau et d'assainissement face au changement climatique. Programme Solidarité-Eau, Panoply, Paris, (2015) 24 p.
- [5] - H. NKENGFACK, E. NOUBISSI DOMGUIA et F. KAMADJOU, Analyse des déterminants de l'offre de l'eau au Cameroun, Open Science, hal.archives-ouvertes.fr/hal-01510111, (2017)
- [6] - AGRHYMET, Atlas agroclimatique sur la variabilité climatique au Sahel, Centre Régional AGRHYMET, (1998), 42 p.
- [7] - MEEP, Résultats 2017 du programme de coopération Tchad-UNICEF dans le secteur de l'eau, hygiène et assainissement. Rapport diagnostic, (2017) 44 p.
- [8] - D. D. DOMBOR, T. ASSOUNI et A. ALOUA, Etude de la vulnérabilité sanitaire liée à l'eau dans les quartiers précaires de la ville d'Abéché au Tchad : cas des quartiers Tadona, Agad-Mahmit et Salamat, *Revue Espace, Territoires, Sociétés et Santé*, [En ligne] (2021), consulté le 2021-12-25 00 :14: 51, URL: <https://retssa-ci.com/index.php?page = detail&k = 188>
- [9] - Bureau Central du Recensement. Principaux indicateurs globaux issus de l'analyse thématique, Institut National des Etudes Economiques et Démographiques, (2009), 92 p.
- [10] - ONU, Guide pratique pour la conception d'enquêtes sur les ménages, études méthodologiques, Série F, Département des Affaires Economiques, (2010), 209 p.
- [11] - J. STAFFORD et BODSON, Analyse multivariée avec SPSS. Québec. Presse Universitaire du Québec, (2006), 256 p.
- [12] - Experts Solidaires, Etapes de construction et de mise en service de réseaux d'eau potable de la région Sud-Ouest de Madagascar. Rapport d'expertise, (Octobre 2018), 104 p.
- [13] - VIDAL et C. PETIT, « L'eau sur le site d'Alésia : la contrainte hydrogéologique lors du siège de 52 av. J.-C. », *Revue archéologique de l'Est* [En ligne], Tome 59-1 | , mis en ligne le 05 janvier 2012. URL : <http://rae.revues.org/6500>
- [14] - J. L. FAIDHERBE, *Le Sénégal : la France dans l'Afrique occidentale*. Paris : Hachette, (1889), 520 p.
- [15] - D. H. KOUMASSI, Facteurs Explicatifs Du Tarissement Des Points D'eau En Milieu De Socle Cristallin Dans Le Département Des Collines Au Benin. *European Scientific Journal* edition Vol.13, No.20 (July 2017) ISSN: 1857 - 7881 (Print) e - ISSN 1857- 743

- [16] - E. A. ASSEMIAN, F. K. KOUAMÉ, M. B. SALEY, K. ATTAN, M. YOUAN TA, J. P. R. JOURDA et J. BIEMI, Étude de la productivité d'un aquifère de socle et approche statistique pour la détermination des tranches de profondeurs potentiellement productives : cas de la région de Bongouanou, est de la Côte d'Ivoire. *Revue des sciences de l'eau*, Vol. 27, N° 1 (2014) 81 - 97
- [17] - D. BAKA, T. LASM, T. K. YAO., M.-S. OGA, M. YOUAN TA, O. Z. DE LASME, Analyse du réseau de fractures extrait des images radar du socle précambrien de la région d'Oumé (Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire). Photo-interprétation *European Journal of Applied Remote Sensing*. (3-4) (2014) 108 - 158
- [18] - G. SORO. Evaluation quantitative et qualitative des ressources en eau souterraines dans la région de d'Ivoire) : hydrogéologie et hydrochimie des aquifères discontinus du district de Yamoussoukro et du d Thèse unique. Université de Cocody. Abidjan (Côte d'Ivoire). (2010) 250
- [19] - T. LASM, Hydrogéologie des réservoirs fracturés de socle : Analyse statistique de la fracturation et des propriétés hydrodynamiques. Application à la région des montagnes de Côte d'Ivoire (domaine archéen). Thèse Unique de Doctorat, Université de Poitiers, France. (2000) 274
- [20] - T. LASM, F. KOUAME., M. S. OGA, J. R. P. JOURDA, N. SORO et H. B. KOUADIO, Étude de la productivité des réservoirs fracturés des zones de socle. Cas du noyau archéen de Man-Danané (ouest de la Côte d'Ivoire). *Revue Ivoirienne Sciences et Technologies*, 5 (2004b) 97 - 115
- [21] - D. BAKA, Géométrie, hydrodynamisme et modélisation des réservoirs fracturés du socle protérozoïque de la région d'Oumé (centre-ouest de la Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat Université Félix Houphouët Boigny Cocody Abidjan (Côte d'Ivoire) (2012) 246
- [22] - H. O. RAYALEH. La gestion d'une pénurie : l'eau à Djibouti. Thèse de Géographie, Université d'Orléans, (2004), 315 p.
- [23] - B. GERARD, *Le problème de l'eau au Sénégal*, Saint-Louis : Centre IFAN-Sénégal, (1952), p. 7
- [24] - S. VAUCELLE et H. Y. HAROUNA, « Vivre avec l'insécurité hydrique dans une ville sahélienne : les stratégies d'adaptation des ménages de Niamey (Niger) », *Urbanités*, Dossier / Urbanités africaines, (octobre 2018), en ligne
- [25] - L. BAECHELER, La bonne gestion de l'eau : un enjeu majeur du développement durable. L'Europe en Formation 3 (n° 365) (2012) 3 - 21. Consulté le 31 décembre 2021