

Incidence de la prolifération des forages sur l'état quantitatif des nappes souterraines de la commune de Ratoma – Conakry

Impact of the proliferation of boreholes on the quantitative state of groundwater in the municipality of Ratoma – Conakry

Auteur 1 : NINAMOU Tökpö,

Auteur 2 : DIAKITE Siné,

NINAMOU Tökpö, Ingénieur-Chercheur au département Génie Civil
Université Gamal Abdel Nasser de Conakry-Institut Polytechnique, Guinée
E-Mail : cecedavid2015@gmail.com

DIAKITE Siné, Enseignant-Chercheur PhD, Maître de conférence, Directeur Général de l'Institut Supérieure d'Architecture et d'Urbanisme)
Institut Supérieure d'Architecture et d'Urbanisme (ISAU), Guinée
E-Mail : yesine2007@yahoo.fr

Déclaration de divulgation : L'auteur n'a pas connaissance de quelconque financement qui pourrait affecter l'objectivité de cette étude.

Conflit d'intérêts : L'auteur ne signale aucun conflit d'intérêts.

Pour citer cet article : NINAMOU .T & DIAKITE .S (2021) « Impact of the proliferation of boreholes on the quantitative state of groundwater in the municipality of Ratoma – Conakry », African Scientific Journal « Volume 03, Numéro 8 » pp: 187-205.

Date de soumission : Septembre 2021

Date de publication : Octobre 2021

DOI : 10.5281/zenodo.5727147

Copyright © 2021 – ASJ



Résumé

L'eau souterraine est une ressource indispensable pour satisfaire les besoins en eau des populations. On utilise les ouvrages de captage (forage, puits, ...) pour son exploitation. A Ratoma, cette ressource est sollicitée par la population pour combler le déficit de plus en plus accru en eau potable. Cette exploitation intense s'explique par une offre ($29.737,8\text{m}^3/\text{j}$) en eau faible par rapport à la demande ($38.514,2\text{m}^3/\text{j}$). Pour combler ce déficit, la population fait recours massif aux eaux souterraines à travers les forages. La création massive des forages d'eau sans avis des autorités, est une menace pour la durabilité de la ressource. Dans ce cas, la prolifération des forages peut avoir une incidence voire impact sur les eaux souterraines. L'analyse de cette situation nous a permis, de constater que l'état des eaux souterraines à Ratoma est menacé. Ainsi pour mesurer l'incidence de ces forages, nous avons utilisé une approche d'analyse par comparaison des paramètres quantitatifs, une approche d'hydrogéologie quantitative, pour les périodes d'exploitation des eaux souterraines de 1985 et 2020. Un échantillon de 1167 forages fut déterminé pour cette étude. Il n'a pas été abordé dans cette étude l'analyse des pratiques de pompage des eaux souterraines par la population de Ratoma.

Mots clés : Eau souterraine, Forages, Caractérisation des pompages, incidence des forages.

Abstract

Groundwater is an essential resource to meet the water needs of populations. Catchment structures (boreholes, wells, etc.) are used for its operation. In Ratoma, this resource is requested by the population to make up for the increasingly growing deficit in drinking water. This intense exploitation is explained by a low water supply ($29,737.8\text{m}^3 / \text{d}$) compared to demand ($38,514.2\text{m}^3 / \text{d}$). To make up for this deficit, the population makes massive use of groundwater through boreholes. The massive creation of water wells without advice from the authorities is a threat to the sustainability of the resource. In this case, the proliferation of boreholes can have an impact or even an impact on groundwater. Analysis of this situation has shown us that the state of the groundwater in Ratoma is threatened. So to measure the impact of these boreholes, we used an analytical approach by comparison of quantitative parameters, a quantitative hydrogeology approach, for the groundwater exploitation periods of 1985 and 2020. A sample of 1167 boreholes was determined for this study. The analysis of groundwater pumping practices by the population of Ratoma was not addressed in this study.

Keywords: Groundwater, Boreholes, Characterization of pumping, incidence of boreholes

Introduction

A Conakry, le captage des nappes profondes se fait par le biais des forages. Et ces forages sont équipés de pompes immergibles. Lorsqu'on pompe l'eau depuis un forage (avec un débit constant), le niveau d'eau dans ce forage et à proximité descend. Dans ce cas, autour du forage il se forme une charge en cône de dépression. Ce qui fait varier la ligne de charge de la nappe considérée (KremenetskiN., 1980). Cette variation est illustrée par les explications de Callaud (1999) qui dit que, le rabattement du niveau piézométrique augmente la pression effective (σ). Cette contrainte effective contrôle la rigidité et les variations de volume du sol. L'augmentation de cette pression dans le sol se manifeste comme une déformation superficielle.

La question de l'accès à l'eau potable à Conakry est devenue socialement vive. Les besoins sont sans cesse croissants et l'offre reste faible. Selon la Direction Nationale de la Statistique (2002), l'approvisionnement en eau à Conakry est un des problèmes critiques du pays pendant ces dernières décennies et chaque jour il devient, avec l'explosion démographique, plus aigu, entraînant de fréquentes coupures dans la distribution de l'eau.

Dans la Commune de Ratoma, la Société des Eaux de Guinée (SEG) fournit 29.737,8 m³/j à la population dont son besoin en eau potable est estimé à 39.200,4 m³/j. Ce qui présente un déficit estimé à 9.462,6 m³/j sans compter les pertes d'eau sur son réseau. Des constats faits sur le terrain, l'eau du robinet coule 2 ou 3 fois par semaine selon le secteur. Certains sont bien ravitaillés, par contre, d'autres manquent l'eau de la SEG depuis 2001. Face au manque d'eau potable, les autorités de la SEG ont mis en place le système de water trucking en 2010 et des fontaines de 5m³ pour permettre à la population d'obtenir de l'eau potable mais, elle rencontre quelque fois des difficultés. Pour mettre fin aux fils d'attente et à toutes les souffrances qui l'accompagnent, les forages constituent les seuls recours pour l'obtention des eaux potables. Margat J. (1985) indique dans ce cas, la population est tenue obligée de prélever l'eau dans les nappes souterraines dont le niveau peut baisser. Ce qui posera d'inévitables problèmes environnementaux.

Le recours massif aux forages ne respecte pas les normes de captages du point de vue distance entre point d'eau en Guinée selon le SNAPE, qui est de 200 à 400m de rayon en milieu urbain. Merlin M. (1950), indique que cette norme est de 20 à 25km en milieu rural au Sénégal, et de 500m selon la norme SPHERE (2010). A Ratoma, les forages sont distants les uns des autres en moyenne de 20 à 80m dans certains quartiers par contre, de 100 à plus de 150m dans

d'autres. En plus de ces espacements entre forages, il y a aussi le paramètre débit de pompage qui n'est pas respecté par points d'eau particulier ou collectif selon le code de l'eau en Guinée. Cette violation de règlement peut avoir des conséquences graves.

En plus de ce problème de pompage lié à la quantité d'eau, Marielle M. (2010) démontre que pendant la foration, les formations géologiques traversées subit une fracturation, ce qui augmente la pression par endroit. Cette augmentation aboutit à la formation des fissures et microfissures de la roche suivant des trajectoires naturelles imprévisibles et incontrôlables qui peuvent se matérialiser sous forme de séisme induit. Ce phénomène est confirmé par les travaux de Diop S. (1990) et Sylla M. (1995). Cette prolifération des forages peut déjà inquiéter dans le temps.

La commune compte plus de 1090 forages particuliers dont plus de 77,43 % sont fonctionnels. Ces forages, fournissent plus 55,97% du volume d'eau souterraine distribuée à Ratoma. Cette situation n'est pas figée, elle évolue avec les besoins et le temps.

Selon Margat T. (1990), l'état quantitatif d'une nappe est un solde entre les sorties d'eau et la capacité de recharge de la nappe. Un équilibre s'instaure lorsque ces sorties d'eau n'excèdent pas la recharge naturelle des nappes. Alors, l'utilisation intensive supérieure aux capacités de recharge de la nappe peut entraîner un assèchement progressif conduisant à terme, à l'abandon des captages. Ce qui est déjà une réalité à Conakry. C'est pourquoi nous avons choisi ce thème de recherche intitulé : « Incidence de la prolifération des forages sur l'état quantitatif des nappes souterraines de la commune de Ratoma - Conakry ».

Au regard de tout ce qui précède, il est important de se poser la question suivante : en quoi la prolifération des forages d'eau est-elle une menace sur l'état des eaux souterraines ?

L'objectif visé dans ce travail est de caractériser les pompages dans la commune de Ratoma afin de comprendre comment la nappe souterraine se comporte dans cette commune sous l'influence anarchique des forages. A partir des données collectées sur le terrain, nous les avons comparées aux données de 1985 produite par la SEG.

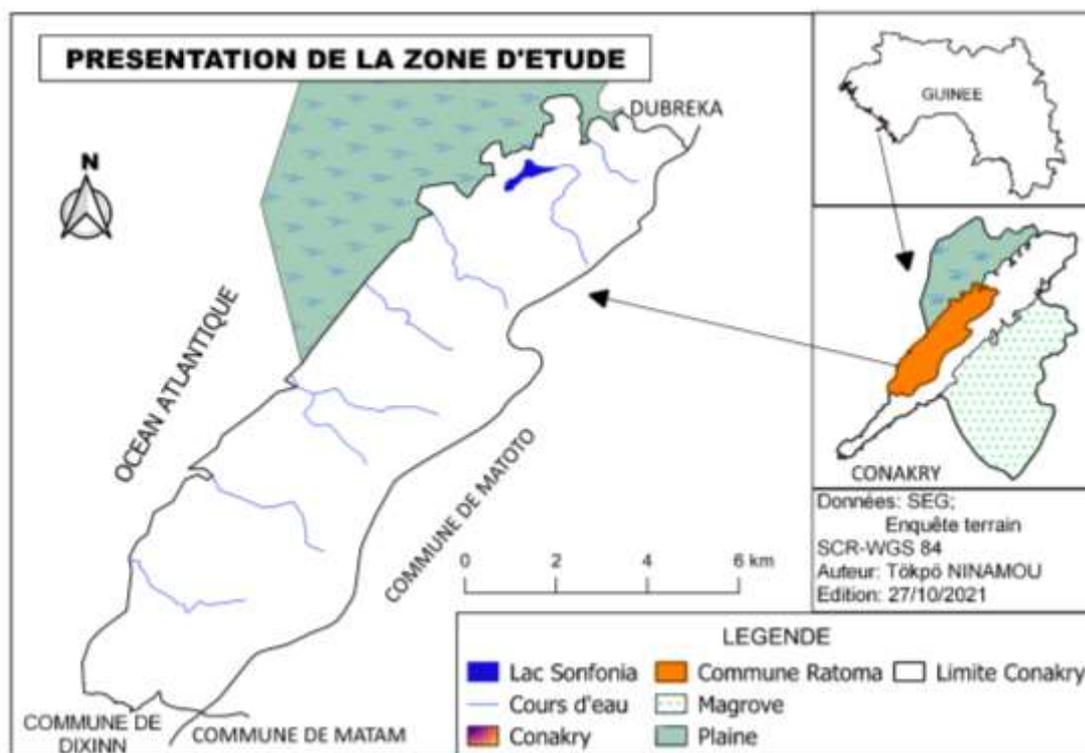
Le présent article est articulé en trois parties, la première est consacrée à la description des méthodes utilisées pour l'acquisition des données, en suite la présentation de ces données et en fin la dernière partie consacrée à l'interprétation des données traitées.

1. Méthodologie

1.1. Choix de la zone d'étude

La commune de Ratoma, objet de cette étude est l'une des 5 communes de la zone spéciale de Conakry en République de Guinée. Elle a été créée en 1991, limitée à l'Est par la commune urbaine de Dubréka, à l'Ouest par la commune de Dixinn, au Nord par l'Océan Atlantique et au Sud la commune de Matoto. Selon l'INS (2014), la commune de Ratoma compte 652 783 habitants avec une densité de 14501 habitants/Km², 95 786 ménages, pour une taille moyenne de 6 habitants/ménage, elle couvre une superficie de 62,9 Km². C'est la commune la moins dotée d'infrastructure d'adduction en eau potable de la Société des Eaux de Guinée du fait de sa topographie. Elle connaît de nos jours un grand nombre de forages privé par rapport aux autres communes de la capitale. Elle comprend trente-quatre (34) quartiers dont 211 secteurs. La commune a une végétation essentiellement constituée : de forêts galeries dans les talwegs des cours d'eau ; de forêts classées sur des pépinières réduits (moins de 3ha à Kakimbo) ; de mangroves rhizophores et avicenia dans les zones marécageuses.

Figure N° 1 : Présentation de la Commune de Ratoma



Source : Enquête Terrain

1.2.Méthode d'acquisition des données

Pour atteindre l'objectif visé, notre approche méthodologique est quantitative. Pour collecter les données sur le terrain, l'enquête par questionnaire auprès des populations locales s'est avérée nécessaire, la caractérisation hydroclimatique de la zone d'étude a été utilisée. Nous avons effectué des sorties sur le terrain dont la première a porté sur le recensement des écrits dans les services techniques publics et privés de Conakry d'une part et, de la mairie de Ratoma d'autres part. La suite des opérations fut consacrée à la réalisation de l'enquête.

Notre population cible, c'est-à-dire celle à laquelle s'intéresse la présente recherche, concerne les forages de cette commune. Pour déterminer cette population, nous avons procédé d'abord à un tirage probabiliste par grappe de 21 quartiers sur les 34. Puis dans chaque quartier tiré au hasard, nous avons procédé à un dénombrement des forages. Sur la base des résultats trouvés, nous avons calculée la quantité d'eau prélevée par forage comme suit : formé une équipe d'enquêteurs composée de détenteurs de forage qui ont accepté coopérer avec nous. Chaque propriétaire est appelé une fois par jour en quatre jours dans la semaine pour fournir des informations sur la quantité d'eau prélevée (nombre de bidons de 20 litres puiser et le temps de fonctionnement de son forage le jour considéré) par jour. Cette séance de travail à distance s'est tenue en une période de 7 mois en un an dont 4 mois en saison sèche (janvier, février, mars et avril) et 3 mois en saison des pluies (juillet, août et septembre). Le cumul de ces volumes prélevés par jour nous a permis de trouver en moyenne, approximativement le volume d'eau soutirer du sous-sol en 2020.

Les données quantitatives liées au prélèvement des eaux souterraines par les forages dans la commune ont été collectée et traitées. Ces données traitées ont été comparées aux données antérieures trouvées à la SEG. Ainsi pour connaître l'impact des forages sur les nappes souterraines, les quantités d'eau prélevées pour deux périodes ont été comparée :

- 1985 considérée comme période de départ et ;
- 2020 comme année d'étude.

Pour obtenir des informations nous avons utilisé les techniques suivantes :

1.2.1. Exploitation documentaire

Cette méthode nous a permis de mieux inventorier les types de forages, la préparation de la visite de terrain et d'avoir une idée sur la suite de la démarche méthodologique. Les

informations disponibles dans les services techniques et administratifs de la commune telles que la population, les caractéristiques physiques et hydrogéologiques de la zone d'étude ainsi que celles qui ont été fournies par les responsables des conseils de quartier de la commune et des entreprises de forage ont été collectées.

1.2.2. Enquête par questionnaire

Cette enquête a été réalisée auprès de la population (détenteurs de forages) et des autorités de la commune. Un questionnaire a servi d'outil pour faciliter l'enquête. La conception de ce questionnaire, la collecte des données sont réalisées à l'aide du logiciel Sphinx version 5. Sur le terrain, cinq enquêteurs ont été recrutés et formés selon les questions à administrer. L'enquête s'est déroulée sous forme d'un entretien avec les propriétaires de forage, à partir d'une fiche d'enquête et d'un guide d'observation. Les informations collectées pour chaque ouvrage concernent les aspects suivants : l'identification de l'enquêté (nom, adresse, situation socio-professionnelle) ; la description du l'ouvrage de captage (type d'exhaure, sa profondeur, son rayon d'influence, les matériaux traversés) ; les dates de creusement et d'approfondissement ; le comportement de la nappe souterraine au point de prélèvement ; la position de l'ouvrage par rapport à une source potentielle de pollution,

Après la collecte des données, des résultats issus du dépouillement des fiches d'enquête ont été traités et représentés en tableaux et diagrammes. Ces résultats nous ont permis de connaître le nombre de forages par secteur, l'évolution des prélèvements par ans dans la commune, etc...

Cette enquête auprès des autorités, puis des particuliers est très lourde à mener et le plan d'échantillonnage mis en place reste très dépendant de la connaissance que ces autorités ont de la réalité locale. Concernant l'enquête auprès des particuliers, il faut remarquer que la précision des évaluations dépend des réponses reçues. Or cette approche ne permet pas de s'affranchir du risque des réponses fausses ou incomplètes. L'enquête réalisée a fait l'objet de traitements et d'analyses afin de caractériser les pratiques de pompage dans la zone d'étude.

1.2.3. Inventaire sur la ressource disponible

- Sur une base cartographique et des fiches techniques des forages, les informations géologiques disponibles ont été collectées auprès de la Direction Nationale de la géologie appliquée, du CERESCOR, de la Société des Eau de Guinée (SEG) et auprès des détenteurs de forages particuliers.

- Déterminer le flux d'eau souterraine à partir de l'étude du bilan hydrologique. Cette méthode a été utilisée en raison de sa facilité d'emploi et des données disponibles d'après Dieng et *al.*, (1991) cité par (Kouassi et *al.*, 2012). Les méthodes de calcul hydrologique utilisées sont celle de : G.W. Thornthwaite (évapotranspiration potentielle) ; Coutagne (évapotranspiration réelle) ; Tixéront-Berkaloff (recharge) ; Crampon N (Infiltration).

1.3. Etats des nappes souterraines

L'évaluation de l'état d'une nappe souterraine prend en compte différents paramètres quantitatifs (débit spécifique, perméabilité, etc...). Pour la période d'exploitation de 1985, les données sont celles collectées à la SEG et celles de Coyne & Belier de 1983.

Pour estimer le flux d'eau souterrain dans la commune, nous avons fait le cumul des volumes d'eau prélevé des 601 forages en tenant compte des heures d'exploitation. Ce résultat obtenu a été comparé à la recharge calculée à partir de la méthode du bilan hydrologique. Puis, nous avons aussi comparé le volume d'eau prélevé en 2020 à celui de 1985 et la recharge des nappes de 2020 à celle de Coyne & Bélier en 1983.

1.4. Caractérisation des pompages des eaux souterraines dans la Commune de Ratoma

Selon Desprats J. (2012), le forage est un système de captage qui permet l'exploitation de l'eau souterraine. Pour caractériser ces pompages, 1167 forages ont été recensé.

Les types de prélèvements rencontrés sur le terrain sont catégorisé en trois : les prélèvements effectués par la SEG, les prélèvements industriels, et les prélèvements effectués par les particuliers.

Les prélèvements de la SEG sont importants. Ils s'effectuent par le biais des champs de captage situés dans les quartiers Kipé, Nongo Taady, Kobaya et Kaporo rails. Ces quartiers étant dans la zone d'étude, il est donc nécessaire de déterminer la quantité d'eau prélevé par cette Société par an. Cette quantité a été donnée par la Direction de production de la SEG.

Quant aux particuliers sur lesquels une attention particulière est portée dans cette étude, il est question ici de les caractériser afin d'estimer la quantité d'eau prélevée par jour par ces ouvrages. En faisant la somme des volumes prélevés par forage, on détermine la quantité totale prélevée par les particuliers et leur évolution dans le temps.

En fin, pour les prélèvements industriels, en se basant sur des informations collectées en collaboration avec les industriels, nous avons effectué un calcul partant du nombre de turbines

par usine, de leur capacité de production par jour et de leur fréquence. Ce qui permet de trouver la part des prélèvements effectués par ces usines d'eau minérale.

1.5. Facteurs déterminants la prolifération des forages dans la commune de Ratoma

La compréhension du contexte dans lequel la population pratique ces pompages est très importante pour la caractérisation des pompages. Ces facteurs sont entre autres : la pénurie d'eau potable, la démographie, le facteur hydrogéologique, ...

Pour rester autonome face aux besoins grandissant d'année en année du problème d'eau potable et, de diminuer la souffrance des femmes dans la recherche de l'eau, la population fait recours massif aux eaux des nappes souterraines à travers les forages. Un recours qui serait sans effets si le ratio points d'eau et distance entre points d'eau était respecté selon la norme (distance entre points d'eau égale à 800 m en zone urbaine) estimée par le SNAPE en Guinée. Mais dans la commune de Ratoma, il est facile de voir par endroit des forages distants de 5 à 10m l'un de l'autre. D'où l'origine de la prolifération des forages dans la commune.

Le facteur humain n'est pas à négliger. Face à un taux d'accroissement de la population estimé à 3,1% selon l'INS (2015) et au non couverture des besoins en eau des populations par la SEG, la demande s'accroît rapidement d'année en année dans la commune. Dans ce cas, les nappes souterraines sont sollicitées pour combler ce déficit en eau potable. Cette augmentation cautionne également une densification des forages car chaque citoyen veut réaliser un forage dans sa concession.

Quant au facteur hydrogéologique, les profondeurs des forages donnent une idée sur le niveau de la nappe à capter. Gilbert C. (2018), établit clairement la relation entre la nappe à capter et le type d'ouvrage à réaliser en fonction de la profondeur. Plus la nappe à capter est peu profonde, plus les moyens financiers alloués à cet ouvrage est moins. D'où les quartiers situés sur la partie littorale ont beaucoup plus de forages que ceux situés en haute altitude dans notre zone d'étude.

1.6 Incidence des prélèvements des forages sur la quantité de la ressource dans la commune

Pour connaître l'incidence des forages sur l'état de la nappe dans la Commune, nous avons utilisé la Directive cadre européenne sur l'eau (2000), qui stipule que l'état quantitatif d'une eau

souterraine est jugé bon lorsque les prélèvements ne dépassent pas la capacité de renouvellement de la ressource disponible. Dans notre cas, l'étude a porté sur les prélèvements de 601 forages dénombrés.

2. Présentation des résultats

2.1 Bilan hydrologique

Sur la base d'une précipitation moyenne mensuelle de 4204 mm, avec un ETP de 1470 mm sur une période d'étude de 1951-1980, Coyne & Bellier en 1983 ont déterminé la recharge pour notre zone d'étude à **300 mm/an**. A l'échelle de cette zone, la méthode du bilan hydrologique utilisée dans cette étude donne une recharge de 66,93 mm/an.

2.1. Caractéristiques des pompages des eaux souterraines dans la Commune de Ratoma

Cette caractérisation a donné les résultats ci-dessous :

2.1.1. Les types de forage et état des lieux

Nous avons obtenu au total 1167 forages dans la commune de Ratoma dont 12 forages manuel et 1155 forages à motricité électrique. 1090 forages particulier dont 1078 à motricité électrique et 12 à motricité humaine.

Les 1155 forages à motricité électrique sont répartis comme suit :

- 17 forages industriels (qui produisent de l'eau destinée à la commercialisation) dont 14 sont fonctionnels et 3 non fonctionnels ;
- 60 forages appartiennent à la SEG ;
- 1078 forages particuliers (domestiques).

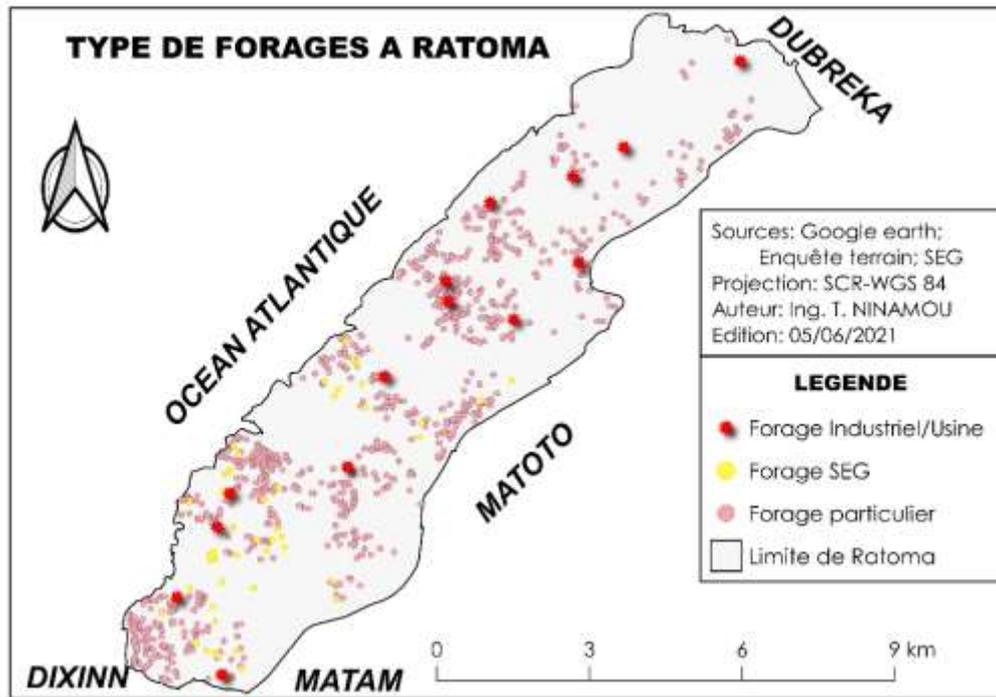
Des 1078 forages particuliers à motricité électrique dénombrés, nous avons :

- 3 forages déclarés négatifs ;
- 17 forages abandonnées ;
- 1058 forages réellement fonctionnel.

Sur la base des forages réellement fonctionnels, nous avons 1058 forages particuliers à motricité électrique et 11 forages manuels, 57 forages de la SEG et 14 forages industriels (soit 1140 forages captent actuellement les nappes profondes). S'agissant des forages abandonnés dont les raisons sont variées, sont repartis comme suit : 21 forages particuliers (y compris les 3 forages négatifs et 1 manuel), 3 forages de la SEG et 3 forages industriels (usines de production

de glace situées dans le secteur ambassade du quartier Kaporo rails). Cette étude a également constaté : 2 forages qui tarissent de mars à mai dont un à Simbaya Gare et l'autre à Sonfonia Gare 2 dans le secteur Tamouya, un forage à l'état d'usure. Pendant le recensement, 921 forages ont été recensés avec l'accord des propriétaires contre 246 forages recensés dont les propriétaires n'ont pas accepté coopérer avec nous.

Figure N° 2 : Répartition géographique des types de forages dans la commune



Source : Données Terrain

2.1.2. Les prélèvements par catégorie d'ouvrage effectués dans la commune

Tableau N°1

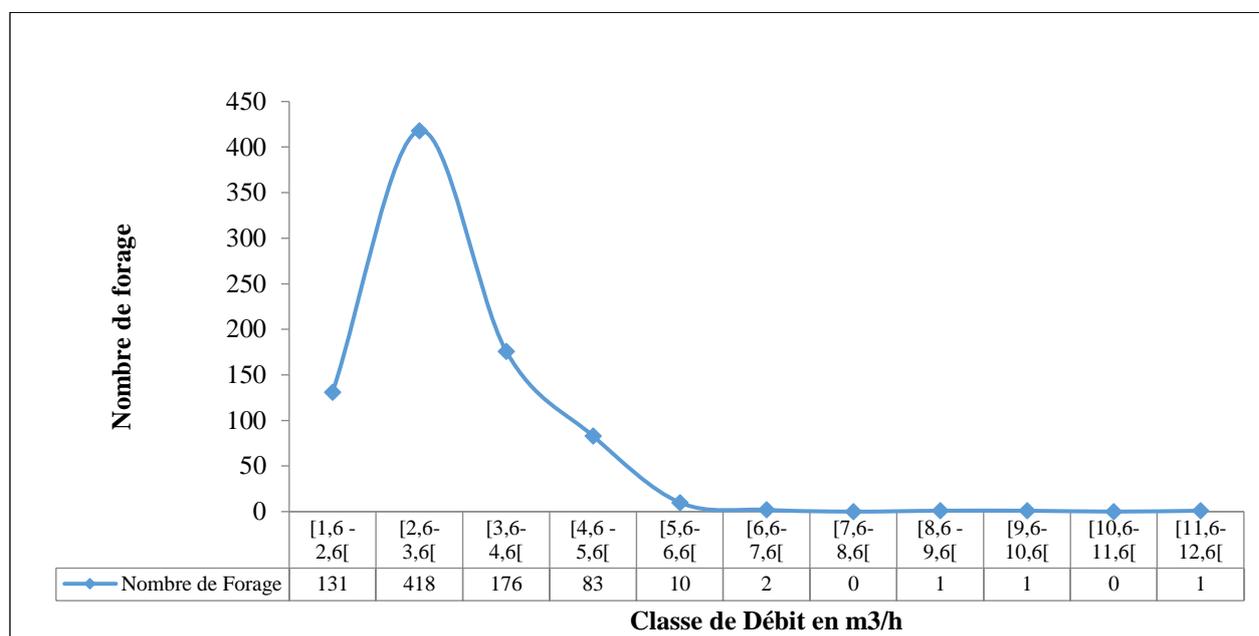
Estimation des prélèvements d'eau souterraine dans la commune

Unité de production (ouvrage)	Nombre de forage	Prélèvement eau souterraine en moyenne (m ³ /an)	Part des unités en %
Particuliers	823	13 325 501	55,97
Société des Eaux de Guinée (SEG)	57	10 451 846	43,90
Embouteillage (usine)	14	30 617	0,13
Totale	894	23 807 964	100

Source : Enquête Terrain (2019-2020)

Les forages ont les débits instantanés renseignés et représentés sur le diagramme ci-dessous :

Figure N°3 : Classe de débit instantanés des forages de la commune de Ratoma



Source : Données Terrain (2016-2019)

2.3. Incidence des prélèvements des forages sur la quantité de la ressource dans la commune

Elle traduit les causes et les effets directe des pompes massifs liés à la prolifération des forages.

Tableau N°2

Incidence des prélèvements

Année	Pression		Recharge (mm/an)
	Nombre de Forages	Prélèvements (m ³ /an)	
1985	17	5 786 560	300
2020	894	23 807 964	66,93

Source : Enquête Terrain (2021)

2.4. Facteurs déterminants la prolifération des forages dans la commune de Ratoma

2.4.1. Pénurie d'eau potable

Tableau N° 3

Evolution du besoin de la population en Eau potable de la SEG

Date d'exploitation	Population de Ratoma (hbts)	Production de la SEG (m ³ /j)	Besoin de la Population (m ³ /j)	Déficit (m ³ /j)
2010	577 742	15 194	28 887,1	13 693,1
2014	652 783	19 546	32 640	13 094
2020	784 009	21 815	39 200,43	17 385,43

Source : (SEG, 2020) / Département production

Tableau N°4

Evolution des forages dans la commune de Ratoma

Année	Forages								
1998	1	2003	1	2008	4	2013	41	2018	43
1999	0	2004	2	2009	11	2014	108	2019	30
2000	1	2005	2	2010	31	2015	157	2020	22
2001	1	2006	8	2011	30	2016	195		
2002	1	2007	6	2012	40	2017	88		

Source : Enquête Terrain (2019-2020)

3. Interprétation et Discussion des résultats

3.1. Caractéristiques des pompages des eaux souterraines dans la Commune de Ratoma

Des lectures faites des résultats de notre enquête sur la base des 1090 forages particuliers dénombrés, 77,43% des forages ont été complètement renseignés. De ces forages, trois (3) forages particuliers sont déclarés négatif et dix-huit (18) abandonnés. Les raisons avancées par les utilisateurs pour justifier ces abandons sont : le rabattement de la nappe ; le faible débit de pompage (forage négatif) ; la qualité de l'eau pompée ; panne de moteur. Si un forage cesse d'être exploité, pour des raisons citées ci-dessus ou à cause du manque d'eau, les risques de contamination des nappes s'amplifient. C'est pour dire qu'un forage abandonné sans précaution est un passage par excellence de polluants creusé dans le sol et cela réduit la disponibilité de la réserve d'eau potable. Il a été aussi constaté lors de cette recherche, cinq

forages ont été conçus à partir du prolongement des puits anciens. Le nombre de forages a augmenté de près de 69 fois depuis 1985 et la quantité de précipitation efficace a diminué significativement de 233,07mm/an en 2020.

D'après le tableau 4, le nombre de forage a commencé à se multiplier à partir de 2010 où on observe le pic en 2016 avec 195 forges. Cette évolution est beaucoup plus remarquée dans les quartiers Wareya (141) et Kaporo Centre (108). Les quartiers Sonfonia Centre II (5 forages) et Koloma II (9 forages) sont les moins garnis. Cette situation est due au standing du quartier, à la position périurbaine du quartier et à la présence de la SEG dans ce quartier.

Les 190 forages issus du dénombrement ont des profondeurs variant de 10 à 129 m, avec en moyenne 60,17 m (médiane 59,5 m, écart-type 30,16m). Moins de 15 % des forages ont une profondeur inférieure ou égale à 22 m (121 forages), et environ 3 % une profondeur supérieure à 94 m (25 forages). Les profondeurs des forages particuliers montrent que les forages les moins profonds se situent essentiellement dans les zones du nord de la Commune. Les forages les plus profonds se situent généralement dans les secteurs à haute altitude. Les zones dans lesquelles il y a un grand nombre de forages, sont souvent constituées de nappes libres ou de nappes semi-captives (Sylla M., 1995).

Certains auteurs ont donné des limites de profondeurs à ne pas dépasser pour la recherche d'eau en zone de socle (Engalenc M., 1979-1981 ; Savadogo, 1984 ; Ousmane B., 1988 ; Biemi, 1992 ; Kouamé, 1999 ; Jourda, 2005), bien que la productivité des ouvrages semble être liée à d'autres facteurs que la profondeur (Babaye M. S., 1992). Les résultats de cette étude sont conformes à ceux de Ousmane B. (1988) et de Yaméogo S., (2008) qui fixent une profondeur optimale de 50 à 60m et, au-delà de 80m la recherche devient aléatoire et voir inutile car la quasi-totalité des fractures sont fermés. D'après Engalenc M. (1981), il est possible de trouver de l'eau jusqu'à 120m sur un accident majeur.

Dans la commune (tableau 1), les particuliers prélèvent 55,97% d'eau souterraine par an contre 0,13% des forages industriels. La SEG prélève à son tour 43,90% d'eau.

Sur la totalité des forages particulier dénombrés, 823 effectivement fonctionnel sont renseignés par leur débit instantané (Fig. 3). Ces ouvrages ont des débits instantanés variant de 1,6 à 12 m³/h, avec en moyenne 4,48 m³/h (médiane 3,50 m³/h, écart-type 2,65 m³/h) dont 418 forages ont un débit qui varie de 2,6 à 3,6 m³/h correspondant à la classe des débits moyen et

15 forages qui appartiennent à la classe des débits forts ($Q_{sp} > 5 \text{ m}^3/\text{h}$) selon Babaye (1992). Environ 15,9 % des forages particuliers enquêtés ont un débit instantané inférieur à $2,6 \text{ m}^3/\text{h}$, tandis que 1,8 % ont un débit instantané supérieur à $5,6 \text{ m}^3/\text{h}$. Le forage moyen fait donc 53,4 m de profondeur avec $Q_{sp} = 3,48 \text{ m}^3/\text{h}$. Plus de 55% des forages appartiennent à la classe des débits moyens et forts et qui prélèvent quotidiennement. Nous pouvons dire que, l'état quantitatif de la masse d'eau souterraine est menacé du fait que la recharge annuelle des nappes profonde est significativement inférieure au prélèvement annuel. Le FK4 de Kobaya est le forage qui a le plus grand débit instantané et le F11 est l'un des forages les plus anciens de Conakry. Depuis 2012, certains forages du champ de captage de la FK4 manquent d'eau pendant la saison sèche et, quand le niveau augmente en période des pluies, le F11 se colmate. Bref, les niveaux piézométriques sont sensibles à la variation des saisons. Certains forages de la SEG diminuent leur production pendant la période sèche jusqu'à la moitié de leur capacité de productivité. Les industries de commercialisation des eaux minérales de la commune extraient par an 0,13% pour les 14 forages dont l'usine Parawol extrait à lui seul 21,1%, et 3,4% seulement pour les usines Eau Wanidara.

3.2. Facteurs déterminants la prolifération des forages dans la commune de Ratoma

Au regard du tableau 3.4 confirmé par le tableau 3.5, le besoin de la population de Ratoma en eau potable a commencé à augmenter depuis 2010. De nos jours, le déficit à combler par la SEG pour approvisionner la population de Ratoma est estimé à plus de $17\,385,43 \text{ m}^3/\text{j}$.

En devenant imperméables, la surface du sol artificialisée ne permet plus d'échanges biophysiques entre les couches souterraines et aériennes, les sols perdent leurs caractéristiques fonctionnelles. Le changement de forme de la ville selon le niveau d'étalement et de dispersion des nouvelles constructions est dû à l'augmentation de la densité de la population. Ce phénomène est confirmé, comme cette étude, par Petel A. (2018) en France. Ce qui peut avoir pour conséquence la diminution significative de l'infiltration naturelle de l'eau. Cela entraîne la population vers les eaux profondes pour leur approvisionnement (Hélène B., 2015).

Au cours du fonçage, on peut rencontrer plusieurs aquifères à différentes profondeurs, séparés par des couches imperméables. Le bon aquifère pour l'installation d'une crépine est une couche perméable. Ce niveau peut varier d'un milieu à un autre, ce qui fait varier également les coûts de foration (ANTEA, 2007). Dans la partie littorale de la commune, les forages ne sont

pas profonds, c'est pourquoi il y a plus de forages vers la partie côtière que les parties les plus élevés. C'est-à-dire avec un moyen raisonnable, on peut s'offrir un forage.

3.3. Incidence des prélèvements des forages dans la commune

Les pores des aquifères servent de passage et de lieu de stockage des eaux souterraines. Dans ces vides, la présence des eaux crée une pression d'équilibre. Une fois vidé de son contenu, l'équilibre disparaît à cause du poids propre de l'aquifère ainsi que des surcharges qui ont pour conséquence l'affaissement de la partie superficielle. Pendant la foration, la pression exercée sur les formations géologiques rencontrées par la machine modifie la pression d'équilibre de la roche mère. L'énergie accumulée par ces roches peuvent être libérée par rupture le long d'une faille, généralement préexistante sous forme de tremblement de terre. Cette analyse corrobore avec les travaux de Lord G. (2010) au Québec. Avec la prolifération des forages, les énergies accumulées un peu partout dans le sous-sol de la commune seront libérées un jour. Cela aura pour conséquence, les tremblements de terre, les fissures, et autres. Ce qui est d'ailleurs une réalité ces dernières années à Conakry. Les travaux de Diop S. (1990) montrent l'existence d'une faille à Conakry.

En fin, de nos jours, s'il n'y a pas de panne de moteur d'un forage, ils extraient dans l'ensemble 23 807 964 m³/an. En comparant ce chiffre à la quantité d'eau infiltrée par an dans la commune (281,11 m³/an), on trouve un déficit significatif de 23 807 682,89 m³/an. D'où ces prélèvements ont une incidence directe sur la réserve disponible. Ce raisonnement est validé par la DCE (2010) qui dit que si le volume prélevé est supérieur à la recharge, alors le ratio prélèvement/recharge est supérieur à 1. Cette analyse corrobore aux résultats des travaux de Datry en 2003.

4. Conclusion

La présente recherche, portée sur l'incidence de la prolifération des forages sur les nappes souterraines dans la commune de Ratoma, a abouti aux conclusions suivantes :

1. Le bilan hydrologique démontre que la recharge représente environ 0,12% du volume d'eau prélevé par an. Nous pouvons dire que, globalement, les eaux souterraines de la Commune de Ratoma sont surexploitées.
2. Les prélèvements étant supérieurs à la capacité de renouvellement de la nappe, nous pouvons dire que l'état quantitatif de la nappe souterraine est considéré mauvais. Dans ce cas, il faut donc optimiser les prélèvements afin d'assurer une gestion durable de la ressource.
3. Depuis longtemps, de nombreux usagers ont une vision très restreinte de la nappe, réduite le plus souvent au bon fonctionnement de leur forage. Des pompages excessifs d'eau supérieure aux capacités de recharge, peut entraîner un assèchement progressif conduisant à terme à l'abandon des captages, mais aussi, entraîner des dépressions. Dans ce cas, l'aquifère apparaît menacée par l'existence de forages abandonnés.

Nos recommandations visent à expliquer certains problèmes observés pendant l'étude. En outre, elles permettent de préciser les limites résultant de cette étude et à proposer des solutions :

- Il est important de mettre en place un réseau de suivi des piézomètres à Conakry. Une analyse plus détaillée des relations entre le régime des précipitations et la piézométrie des nappes sera nécessaire pour évaluer l'impact des changements climatiques en cours sur l'exploitation des nappes aquifères et de régler les captages d'eau souterraine ;
- En fin, l'impact du développement urbain sur la recharge et la qualité des eaux souterraines devrait être évalué annuellement et rendre aussi public la localisation géographique de tous les grands préleveurs.

VI. BIBLIOGRAPHIE

- Biémi J. (1992). *Contribution à l'étude géologique, hydrogéologique et par télédétection des bassins versants Subsahéliens du socle précambrien d'Afrique de l'Ouest : Hydrostructurale, hydrochimie et isotopie des aquifères discontinus des sillons et aires granitiques*. Thèse de Doctorat d'Etat es Sciences Naturelle, Université Nationale de Côte d'Ivoire.
- ANTEA. (2007). *Etude sur l'optimisation du coût des forages en Afrique de l'Ouest*. Banque mondiale, Programme pour l'Eau et l'Assainissement. Orléans: Orléans Cedex 2.
- Babaye Maman Sani Abdou. (1992). *Evaluation des ressources en eau dans le bassin de Dargol (Liptako-Niger)*. Université de Liège, Géotechnologie, hydrogéologie, prospection géophysique. Liège: Université de Liège.
- Bureau de Géologie Appliquée. (1979). *Recherche de zones aquifères exploitables dans la presqu'île de Kaloum pour une alimentation en eau de Conakry* (éd. 1ère édition). (M. d. l'Energie, Éd.) Conakry, Conakry, Guinée.
- Bureau de la Recherche Géologique et Minier. (1981). *Alimentation en Eau Potable de la ville de Conakry*. Londres: Brgm.
- Callaud (1999). *Propriétés des sols* (éd. EIER-ETSHER, Vol. Tome I). (T. & Callaud, Éd.) Ouagadougou, Burkina Fasso: 2ie.
- Code de l'eau. (1994). *LOI L /94 /005/CTRN du 15 Février 1994*. Conakry.
- Coyne & Bellier. (1983). Moèle de bilan hydrologique annuel. Dans C. & Bellier, & C. e. Bellier (Éd.), *Plan généraux d'aménagement hydrauliques, Hydrologie générale* (éd. ORSTOM). Conakry, Guinée.
- Crampon, N. (1986). *Cours inédit d'hydrogéologie*. Lille, France: Université de Lille.
- Directrice Cadre Européen sur l'Eau (2008). *Circulaire DCE 2006/18 du 21/12/06 relative à la définition du bon état pour les eaux souterraines, en application de la directive 2000/60/DCE du 23 octobre 2000 du Parlement et du Conseil établissant un cadre pour une politique communautaire dans le doma*.
- Desprats J.F. & J. R. (2012). *Evaluation de l'importance des prélèvements d'eau issus des forages individuels. Synthèse méthodologique*. Bureau de recherche géologique et minier, Société CEREG Ingénierie. Brgm. doi:I. 89 3740.46-625.5

- Diop, S. (1990). *La côte Ouest-Africaine: Du saloum (Sénégal) à la mellacorée (Guinée)* (éd. ORSTOM). Paris.
- Direction Nationale de la Statistique. (2002). *L'exclusion Sociale en Guinée*. D. Conakry: PNUD & Ministère de l'économie et de des Finances.
- Engalenc M. (1979). Méthodes d'études et de recherche de l'eau souterraine des roches cristallines de l'Afrique de l'Ouest. (U. G. Engalenc M., Éd.) *Comité Interafricain d'Etudes Hydrauliques*, 2(1), 250.
- Fellegi, I. P. (2003). *Méthodes et pratiques d'enquête*. Ottawa, Canada: Bibliothèque nationale du Canada. doi:12-587-X au catalogue
- Gilbert Castanet. (2018). *Captages, puits-forages* (éd. Mosaïque). (G. Castanet, Éd.) Saint Etienne, France: 50093-F42302 ROANNE cedex-France.
- Hélène Bucheli. (2015). *Maîtriser l'imperméabilisation des sols, enjeux et méthodes*. a'urba. Bordeaux Métropole Aquitaine: Bordeaux Cedex. doi:F-33041
- Institut National de la Statistique. (2015). *Annuaire statistique*. Département des statistiques économiques et sociales. Conakry: Institut National de la statistique. Consulté le 2019
- Jourda J. P. R. (2005). *Méthodologie d'application des techniques de télédétection et des système d'information géographique à l'étude des aquifères fissurés d'Afrique de l'Ouest. Concept de l'hydrotechniquespatiales: cas des zones tests de la Côte d'Ivoire*. Univ. de Cocody. Univ. de Cocody.
- Kouamé F., Gion, P., Biémi J. & Kouadio, A. (1999). *Méthode de cartographie des discontinuités-images extraites d'images satellitales: exemple de la région semi-montagneuse à l'Ouest de la Côte d'Ivoire*. Télédétection.
- Kouassi A.M. (2012). Apports des méthodes statistiques et hydrochiques à la caractérisation des eaux des aquifères fissurés de la région du N'zi-Comoé (Centre -Est de la Côte d'Ivoire). (K. A.M., Éd.) *International Journal of Biological and Chimical Science*(4).
- Kremenetski N., D. S. (1980). *Hydraulique* (éd. Mir, Vol. II). (A. Grigoriev, Trad.) Moscou, U.R.S.S: Pervi Rijski péréoullok.
- Lord G. (2010). *Ressources naturelles Canada*. Consulté le mai 2017, sur <http://earthquakescanada.nrcan.gc.ca/zones/eastcan-fra.php>.
- Margat T. (1990). *Les gisements d'eau souterraine*. La Recherche.
- Marielle M. (2005). *Les Forages individuels en France: Cadre règlementaire et pistes de reflexion pour un meilleur contrôle*. (M. Montgnoul, Éd.) Montpellier, France: cemagref.

-
- Merlin M. (1950). Le problème de l'eau en Afrique de l'Ouest. *Journal d'agriculture traditionnelle et de botanique appliquée*, 397-402.
- Ousmane B. (1988). *Etude géochimique et isotopique des aquifères du socle de la bande sahélienne du Niger (Liptako, Sud-Maradi, Zinder-Est)*. Thèse Univ. Niamey.
- Petel, A.L. (2018). *Agreste*. (C. p. verte, Éditeur) Récupéré sur <http://agreste.agriculture.gouv.fr>.
- Savadogo N. A. (1984). *Géologie et hydrogéologie du socle cristallin de Haute-Volta. Etude régionale du bassin versant de la Sissili*. Thèse de Doctorat ès Sci. Natur, Univ. Scientif. et Médicale de Grenoble, Grenoble.
- Sylla Morciré. (1995). *Processus d'alimentation de la nappe phréatique et Géochimie des nitrates des eaux souterraines de la presqu'île de Kaloum*. Centre Géoscientifique Ottawa-Carleton et Université d'Ottawa, Science de la Nature. Ottawa: Centre géoscientifique Ottawa-Charleton et Université d'Ottawa. doi:10.2038/ruor-8113
- Yaméogo S. (2008). *Ressources en eau souterraine du centre urbain de Ouagadougou au Burkina Faso ; qualité et vulnérabilité*. Thèse de Doctorat, Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse, Avignon.