



**Accès multiusage (MUS) à l'eau, étude diagnostique de la qualité
des ressources en eau souterraine cas de quelques communes de
la région de Sédhiou**

Présenté par : **Rokhaya FALL**

Sous la Direction de : **Monsieur Moustapha DIENE**

Maître de Conférence Titulaire

Soutenu le 17 Février 2021

Devant la commission d'examen composée de :

Mme NGOM	Fatou DIOP	UCAD	Présidente
M. DIENE	Moustapha	UCAD	Membre
M. DIAW	Moctar	UCAD	Membre
Mme WESSLING	Anne	NRCE	Invité



DEDICACES

Je dédie ce travail à :

Feu mon père, mon ami. J'aurai tant aimé que tu sois présent. Aucun mot ne peut exprimer le vide que tu m'as laissé. Tu m'as toujours poussée et motivée dans les études et tu t'es beaucoup sacrifié pour notre éducation et notre réussite. Ton souhait a toujours été que j'aille le plus loin possible dans mes études et ainsi servir en exemple mes cadets. Que la confiance que tu as toujours eue en moi trouve ici le fruit des nombreux sacrifices consenties en mon égard. Je me souviendrai toujours des conseils et valeurs que tu nous as inculqués. Qu'Allah t'accueille dans le plus haut degré du paradis !

Feue ma mère, mon grand regret est que tu sois partie si tôt. Je sens ton absence à toutes les étapes de ma vie. Qu'Allah t'accueille dans le plus haut degré du paradis !

A mes frères et sœurs pour leur soutien et conseil qui me sont d'un grand apport. Les mots ne suffisent guère pour exprimer l'amour et l'affection que je porte pour vous.

A mon très cher époux, aucun mot ne saurait t'exprimer mon profond attachement et ma reconnaissance pour la gentillesse, le soutien, les conseils et l'amour dont tu m'as toujours entourée tout au long de ce projet. J'aimerais bien que tu trouves dans ce travail l'expression de mes sentiments de reconnaissances les plus sincères.

A tonton Moussa Diop, trouvez dans ce travail l'expression de ma reconnaissance pour tout ce que vous avez fait pour moi.

A tous les membres de ma famille : grand père, tantes, oncles, cousines, cousins, nièces, neveux, veuillez trouver dans ce travail l'expression de mon affection.

A ma belle-famille qui m'a toujours accompagné par des prières.

Pensées pieuses à ma chère sœur Feue Oumy sy, à mon ami et frère Feu Laity Birame Ndiaye et à tous nos parents disparus. Qu'Allah les accueille au paradis !

REMERCIEMENTS

Je rends grâce à Allah, le tout puissant, de m'avoir permis de réaliser ce travail.

Je tiens à exprimer mes sincères remerciements à tous ceux qui m'ont soutenue, assistée et ont contribué au bon déroulement de ce stage et à la réalisation de ce mémoire.

Mes remerciements s'adressent particulièrement à :

Monsieur Moustapha Diène, Maître de Conférences Titulaire à la Faculté des Sciences et Techniques du Département de Géologie pour votre patience, votre disponibilité et votre ponctualité.

Merci pour vos remarques et suggestions sans lesquelles ce mémoire ne saurait aboutir.

J'ai eu un grand plaisir de travailler sous votre direction. J'ai beaucoup appris à vos côtés à travers votre compétence et votre expérience sur le terrain, mais aussi, votre rigueur scientifique et votre souci du travail bien fait. Je vous renouvelle mes remerciements et ma profonde gratitude pour avoir eu confiance en moi.

Veuillez, cher Professeur, trouvé dans ce modeste travail l'expression de ma haute considération, de ma reconnaissance et de mes profonds respects.

A Mme Fatou Diop Ngom, Maître de Conférences, responsable du Master Hydrogéologie, Je vous remercie pour tout ce que vous avez fait pour nous. Merci d'avoir accepté de présider ce jury.

A Monsieur Moctar Diaw, merci d'avoir accepté de faire partie du jury. Nous avons beaucoup appris à vos côtés à travers les modules que nous avons faits avec vous. Je vous en remercie très sincèrement.

A Madame Anne Wessling, merci pour votre présence et votre disponibilité et à l'ensemble du personnel de la NRCE.

Je voudrais également exprimer toute ma reconnaissance à l'ensemble du corps enseignant du département de Géologie pour la qualité de l'enseignement qu'ils nous ont prodigués au cours de notre formation et à tous les étudiants du département de Géologie.

A tous mes collègues de terrain et camarades étudiants.

Aux habitants des communes de Sédhiou, Marsassoum, Samine, Tanaff, Kandion Mangana et Djinany pour leur hospitalité et leur disponibilité.

Merci à toute personne ayant participé à mon projet étudiant, jusqu'à l'élaboration de ce document.

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : les zones d'intervention du projet (USAID, 2018)	4
Figure 2 : Présentation de la zone d'étude	6
Figure 3 : Types de sol rencontrés dans la région	9
Figure 4 : Isohyètes moyens annuels (en mm) au Sénégal (normale 1981-2010) (CSE, 2016).....	10
Figure 5 : Variations interannuelles de la pluviométrie de la région de Sédhiou de 1960 à 2013	11
Figure 6 : Variation de la pluviométrie de Sédhiou de 1993 à 2013	11
Figure 7 : Evolution des températures moyennes de la région de 2007 à 2017	12
Figure 8 : Evolution des humidités à la station de Sédhiou de 2007 à 2017	13
Figure 9 : Réseau hydrographique de la région de Sédhiou	14
Figure 10 : Coupe géologique du bassin sédimentaire casamançais (Lepriol, 1983), modifié	16
Figure 11 : Carte de la répartition des points d'eau visités	26
Figure 12: Distribution spatiale du pH des nappes captées.....	41
Figure 13: Distribution spatiale de la conductivité électrique.....	42
Figure 14 : Histogramme des TDS des différents points d'eau dans la zone d'étude.....	43
Figure 15: Distribution spatiale de la teneur en Fer	44
Figure 16: Histogramme de la teneur en fer des points d'eau échantillonnés.....	44
Figure 17: Distribution spatiale de la teneur en Nitrate des différents ouvrages échantillonnés ..	46
Figure 18: Teneur en Arsenic des points d'eau	47
Figure 19 : Distribution spatiale de la teneur en arsenic des différents ouvrages échantillonnés .	47
Figure 20: Distribution spatiale des coliformes totaux	51
Figure 21: Distribution spatiale des <i>E. coli</i>	52
Figure 22 : Nombre de coliformes totaux présents au niveau des ouvrages	52

LISTE DES PHOTOS

Photo 1 : pH- conductivité mètre	26
Photo 2 : La sonde électrique	27
Photo 3 : Test kit fer	28
Photo 4 : Test kit Nitrate	28
Photo 5 : Test kit Manganèse	29
Photo 6 : Test kit Arsenic	30
Photo 7 : Matériels pour la détermination des paramètres bactériologiques.....	31
Photo 8 : Fleuve Casamance à Sédhiou	33
Photo 9 : Puits situé à Sankandy dans la commune de Kandion Mangana	34
Photo 10 : Puits situé à Escale dans la commune de Marsassoum.....	34
Photo 11: Forage équipé de pompe manuelle situé à Escale dans la commune de Marsassoum .	35
Photo 12 : Puits équipé de pompe manuelle à Mansacounda dans la commune de Tanaff	36
Photo 13 : Forages et Château d'eau de Tanaff	38
Photo 14 : Forage et Château d'eau de Sédhiou.....	Erreur ! Signet non défini.
Photo 15: Test bactériologique du forage de Marsassoum	48
Photo 16: Test bactériologique de la pompe manuelle à Badiocounda dans la commune de Djinany .	49
Photo 17: Test bactériologique du puits de Moricounda dans la commune de Tanaff	50
Photo 18 : Test bactériologique du puits de Kankaba	50

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Les différents aquifères du Sénégal (Source : COWI, 2001).....	21
Tableau 2 : Les différentes sources en eau visitées.....	25
Tableau 3: Les normes de qualité de l'eau OMS, 2017, modifié.....	40

SIGLES ET ABREVIATIONS

ACCES : Assainissement, Changement de Comportement et Eau pour le Sénégal

ADEMAS : Agence pour le développement du Marketing Social

AEP : Approvisionnement en Eau potable

ANACIM : Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie

ANSD : Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie

AMA : Agence Musulmane d'Afrique

ARD : Agence Régionale de Développement

ASUFOR : Association des Usagers des Forages

CE : Conductivité Electrique

CRS : Catholic Relief Services

DGPRES : Direction de la Gestion et de la Planification des Ressources en Eau

DRH : Division Régionale de l'Hydraulique

GPS : Global Positioning System (système de localisation par satellite)

IDIQ : Indefinite Delivery/Indefinite quantity (livraison indéfinie/ quantité indéfinie)

MUS : Service d'eau à Usage Multiple

MWH : Methodist women for health (Femmes méthodistes pour la Santé)

NRCE : Natural Resources Consulting Engineers

ODD : Objectif de Développement Durable

OFOR : Office des Forages Ruraux

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

PEPAM : Programme Eau Potable et Assainissement du Millénaire

PDC : Plan de Développement Communale

PMH : Pompe à Motricité Humaine

PRDI : Plan Régional de Développement Intégré

PRIMOCA : Projet de développement Rural Intégral de la Moyenne Casamance

PSI : Population Services International

PUDC : Programme d'Urgence de Développement Communautaire

SDE : Sénégalaise Des Eaux

SIG : Système d'Information Géographique

TDS : Total Dissolved Solid (Total des Solides Dissous)

UNICEF : Fonds des Nations Unies pour l'Enfance

USAID: United States Agency for International Development (Agence des Etats Unis pour le développement)

UTM: Universal Transverse Mercator (Transverse Universelle de Mercator)

WADI : Water And Development IDIQ (Eau et développement IDIQ)

WASH : Water Sanitation and Hygiene (Eau, Assainissement et Hygiène)

Table des matières

DEDICACES	I
REMERCIEMENTS.....	II
LISTE DES FIGURES.....	III
LISTE DES PHOTOS.....	III
LISTE DES TABLEAUX	IV
SIGLES ET ABREVIATIONS	V
RESUME.....	IX
SUMMARY.....	XI
INTRODUCTION	1
CHAPITRE I : CADRE D’ETUDE ET SITUATION DE LA ZONE.....	3
I. PRESENTATION DU PROJET USAID/ACCESS-NRCE	3
II. PRESENTATION DE LA ZONE D’ETUDE	6
1) Situation géographique	6
2) Activités économiques	8
3) Sols	8
4) Contexte climatique.....	9
5) Hydrologie.....	13
III. CONTEXTE GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE.....	15
1) Géologie	15
2) Géomorphologie.....	18
3) Hydrogéologie	18
CHAPITRE II : ANALYSE DE L’ACCES MULTI USAGE ET DE LA QUALITE DES RESSOURCES EN EAU DANS LES COMMUNES.....	23
Introduction	23
I. MATERIELS ET METHODES.....	24
1) Matériels.....	24
2) Méthodes	24
II. LES SOURCES D’APPROVISIONNEMENT EN EAU DES COMMUNES	31
1) Les eaux de surface.....	32
2) Les eaux souterraines.....	33
III. PARAMÈTRE DE QUALITÉ DE L’EAU	39
1) Les paramètres physiques.....	40
2) Composition chimique	43
3) Les paramètres bactériologiques.....	48
CONCLUSION GÉNÉRALE	53

RECOMMANDATIONS	54
BIBLIOGRAPHIES	55
ANNEXES	57

RESUME

Ce travail est réalisé dans le cadre du projet USAID/ACCES qui a pour objectif principal d'accroître considérablement l'accès durable à des services améliorés d'eau et d'assainissement et l'adoption des pratiques d'hygiène dans les communes ciblées. C'est dans ce contexte que cette étude a été initiée pour déterminer la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines dans la région de Sédhiou. C'est Ainsi que des enquêtes ont été menées dans cette région afin de recueillir des données techniques et de faire des tests de qualité sur des échantillons prises au niveau des sources en eau.

Notre région d'étude appartient au bassin casamançais qui constitue la partie méridionale du bassin sénégal-mauritanien et se situe entre les isohyètes 800 et 1200mm.

La région regorge d'importantes ressources en eau de surface. Cependant, elle constitue l'une des régions du pays où l'accès et la qualité de l'eau pose énormément problème.

Les principales sources d'approvisionnement en eau dans la région sont les eaux souterraines. Elles proviennent des systèmes aquifères du Maastrichtien et du Complexe Terminal qui sont exploités au moyen des puits et forages.

La qualité de l'eau est déterminée à partir des analyses physico-chimiques et bactériologiques effectués sur des échantillons d'eau prélevés dans les ouvrages hydrauliques.

Les résultats des analyses ont montré que les eaux prélevées dans les communes ont des pH compris entre 4.53 et 8.5.

Les eaux souterraines sont douces. En effet, elles sont caractérisées par une faible minéralisation et répondent aux standards de l'OMS concernant les sels dissous avec des valeurs oscillant entre 174 et 852mg/l.

La teneur en fer dans les différents aquifères qui varie de 0.2 à 2.6mg/l, dépasse largement la valeur standard de l'OMS qui est de 0.3g/l.

Par contre, les concentrations en manganèse se limitent à 0.2mg/l et la teneur en nitrate est comprise entre 0.05 et 40mg/l. Ces résultats sont inférieurs aux valeurs guides de l'OMS qui sont de 0.4mg/l pour le manganèse et 50mg/l pour le nitrate.

La présence de l'arsenic, qui constitue l'élément le plus dangereux pour la santé sur les éléments analysés, a été notée dans la majeure partie des puits, mais aucune trace n'a été détectée au niveau des forages. Sa concentration varie entre 0 et 50µg/l dépassant largement le standard de l'OMS qui est de 10µg/l.

Quant à l'analyse des coliformes totaux, elle révèle que la qualité bactériologique de l'eau des forages est de loin meilleure que celle de l'eau des puits notamment les puits traditionnels captant la nappe du Continental Terminal et qui sont exposés à la pollution ponctuelle.

Ainsi la majeure partie des puits sont contaminés aux coliformes totaux et les valeurs atteignent 10^6 /ml, tandis que seuls deux forages sont contaminés avec des valeurs de 2 et 16/ml.

Mots clés : Sédhiou, eau souterraine, qualité de l'eau, ouvrages hydrauliques, Complexe Terminal, Maastrichtien

SUMMARY

This document was realized during the USAID/ACCES project. The project's main goal is to significantly increase sustainable access to improve water and sanitation services and to promote the adoption of hygiene's practices in targeted communities. In that context, this study was set to determine the quality of the water as far as physical, chemical and bacteriological data of groundwater's are concerned in the region of Sedhiou. To do so, inquiries have been organised in the region in order to gather necessary technical data and to do quality tests on samples taken from water sources.

The region of our study belongs to the Casamançais basin that is the southern part of the Senegalese-Mauritanian basin and is located between 800 and 1200mm isohyets.

This region houses very important surface water resources. However, it's one of the regions of Senegal where water access and quality are the poorest.

The main water sources of supply in the region are the groundwater. They come from Maastrichtian and Terminal Complex aquifer systems and are exploited through wells and water drillings.

The quality of the water is determined after physical, chemical and bacteriological analysis made on water samples from sources.

After analysis, results have shown that sampled waters pH are between 4.53 and 8.5.

The Total Dissolved Solid (TDS) in groundwater varies between 174 and 852mg/l. These values are in accordance with the WHO standards value and show a very low mineralization of groundwater: they are soft waters.

The values of the iron content in the different aquifer systems vary between 0.2 and 2.6mg/l and are very high compare to the WHO standard value that is 0.3g/l.

Oppositely, Manganese concentrations and Nitrate content values are lower than the WHO standard values. They are less than 0.2mg/l for the Manganese and between 0.05 and 40mg/l for the Nitrate.

Presence of Arsenic, that is the most harmful among the chemical elements analysed, has been found in most of the wells of the region while no sign of it has been found in any drillings. The

Arsenic concentration varies between 0 and 50µg/l that is higher than the 10µg/l WHO standard value.

As far as total coliforms are concerned, analysis results show that the bacteriological quality of drillings waters is much better than the wells waters especially traditional wells capturing the Terminal Continental water table and are exposed to local pollution.

Thus, most of the wells in the region are contaminated by the total coliforms with values that can reach 10⁶/ml whereas only two water drillings are contaminated with the following values: 2 and 16/ml.

Key words: Sedhiou, groundwater, water quality, hydraulic works, Terminal Complex, Maastrichtian.

INTRODUCTION

L'eau est un élément vital pour la survie de l'homme néanmoins elle n'est pas accessible partout, tout le temps ou pour tout le monde. L'accès à l'eau potable et à des conditions d'assainissement et d'hygiène convenables est très important pour le bien-être et la santé humaine. Il constitue un droit humain fondamental et un facteur qui contribue au développement dans les domaines tels que l'agriculture, l'énergie, la santé et l'environnement entres autres. Dans de nombreux pays, la croissance économique et démographique ainsi que l'urbanisation ont fait exploser la demande en eau, alors que les ressources en eau restent les mêmes, ou ont diminué à cause du réchauffement climatique.

Ainsi, pour une gestion durable de l'eau, les pays doivent abandonner l'approche sectorielle du développement et de la gestion de la ressource en faveur d'une approche plus intégrée pouvant équilibrer les différents besoins de façon équitable. Et cela est précisément ce que l'ODD 6 cherche à réaliser, en élargissant l'accent mis par les OMD sur l'eau potable et l'assainissement de base à l'ensemble des ressources en eau, des eaux usées et des ressources de l'écosystème.

En effet, L'ODD 6 vise un accès universel et équitable à l'eau potable, à l'hygiène et à l'assainissement d'ici 2030, pour les populations vulnérables en particulier, mais aussi la gestion durable de cette ressource, en termes de qualité de l'eau, d'usage durable et efficace, de protection des écosystèmes, et mentionne la réduction du nombre de personnes souffrant de la rareté de l'eau.

Le gouvernement du Sénégal a fait de grands progrès en matière d'accès à des services d'eau potable et d'assainissement dans la politique d'atteinte de l'ODD6.

Néanmoins, l'accès à l'eau reste une problématique en zone rurale et dans certaines zones urbaines. Mais de nombreux projets et programmes, coordonnés par le PEPAM ont été mis en place. De même, le volet hydraulique du PUDC a permis de mettre en place des politiques et des stratégies de mobilisation de financement et de mise en place d'ouvrages. Le volet hydraulique de la 3^e phase de ce programme vise la couverture des besoins de 70% de la population du Sénégal en rapprochant les ménages des points d'eau et en réduisant considérablement les corvées d'eau des femmes et des enfants en zone rurale. Cela a permis d'améliorer l'accès à l'eau à beaucoup de populations en milieu rural.

Le taux d'accès global à l'eau potable est de 98.8% en milieu urbain contre 91% dans le monde rural (ONAS, 2018). Cependant, ces statistiques nationales masquent les disparités régionales où l'accès à l'eau peut présenter de très grandes variations entre régions différentes.

Certaines régions, comme Sédhiou, sont particulièrement en retard par rapport aux autres. Le taux d'accès global à l'eau potable dans la région de Sédhiou est relativement faible, et est de 37.3% en 2010 (revue régionale PEPAM 2010). Ce qui plaçait la région à l'avant dernière position au niveau national (PRDI, 2013) et justifie ainsi sa sélection parmi les zones ciblées dans le projet USAID/ACCES.

En effet, ce projet appuiera le programme du gouvernement du Sénégal dans le secteur de l'eau, de l'assainissement pour l'atteinte de l'objectif 6 de développement durable établi par les Nations Unies, entre 2015 et 2030 (ODD6 : garantir l'accès de tous à l'eau et à l'assainissement et assurer une gestion durable des ressources en eau).

Le projet accorde une importance particulière à la question relative à l'amélioration de l'accès aux services d'approvisionnement en eau potable et à l'assainissement.

L'objectif de notre travail est d'étudier la qualité physico chimique et bactériologique des eaux souterraines exploitées dans la région.

Pour atteindre cet objectif, le document est structuré en deux chapitres. Nous proposons dans le premier chapitre une présentation du projet USAID/ACCES, de la NRCE et de la zone d'étude ; nous y parlerons également de la géologie et de l'hydrogéologie. Le deuxième chapitre sera consacré à l'accès multi usage de l'eau et l'analyse de la qualité de l'eau. En dernier lieu, nous allons dégager une conclusion générale et formuler des recommandations.

CHAPITRE I : CADRE D'ETUDE ET SITUATION DE LA ZONE

I. PRESENTATION DU PROJET USAID/ACCESS-NRCE

L'Agence des Etats-Unis pour le Développement International, en anglais *United States Agency for International Development* ou USAID, est créée en 1961. Elle est l'agence indépendante des Etats-Unis chargée du développement économique et de l'assistance humanitaire dans le monde. Elle est sous la supervision du Président, du Département d'Etat et du Conseil de Sécurité National des Etats-Unis.

Dans sa mission principale qui est d'aider à réduire la pauvreté et promouvoir la croissance économique, l'USAID a lancé en mars 2016 le Projet ACCES (Assainissement, Changement de Comportement et Eau pour le Sénégal) dans le cadre du portefeuille WASH ou SENWASH. La firme NRCE (Natural Ressources Consulting Engineers, Inc.) a été sélectionnée pour sa mise en œuvre.

La NRCE est une société américaine de conseil en génie civil, environnement et ressources en eau offrant une grande variété de services professionnels. Elle dispose de services pour la modélisation hydrologique et hydraulique, la collecte de données hydrographiques, l'arpentage topographique, les études géomorphologiques, l'ingénierie et les services de conception et de consultation. Elle travaille au niveau national et international, avec un personnel composé d'experts dans les domaines de l'irrigation et du génie agricole, de l'hydrologie des eaux de surface et souterraines, de l'hydraulique et de la conception.

La NRCE a reçu l'ordre de service du projet d'assainissement au Sénégal (ACCES) au titre de l'IDIQ Eau et développement (WADI). Cet ordre de tâche est un programme de 22 millions de dollars sur 5 ans, conçu pour améliorer la nutrition par le biais d'investissements dans les domaines de l'eau, de l'assainissement et de l'hygiène dans les régions les plus mal nourries du Sénégal.

Les principaux objectifs de l'IDIQ sont :

- Améliorer les résultats de santé par la fourniture d'eau, d'assainissement et d'hygiène durables (WASH) ;
- Gérer l'eau dans l'agriculture de manière durable et plus productive afin d'améliorer la sécurité alimentaire.

Les tâches prévues dans le cadre de ce contrat comprennent :

- Prestation de services intersectoriels à l'échelle mondiale dans le secteur de l'eau, y compris la collecte et la gestion de données,
- Evaluation et Analyse,
- Planification stratégique et conception de programme,
- Renforcement des capacités et renforcement institutionnels,
- Soutien aux programmes politiques, juridiques, réglementaires et institutionnels
- Suivi et évaluation du renforcement.

La NRCE met en œuvre ce projet avec un consortium de cinq organisations que sont : CRS, PSI /ADEMAS, Caritas, IMPAQ et MWH.

L'USAID/ACCES est un programme quinquennal, mis en place pour la période 2016-2021, qui intervient dans les six régions représentées dans la figure 1 : Ziguinchor, Tambacounda, Kédougou, Kolda, Matam et Sédhiou notre région d'étude.

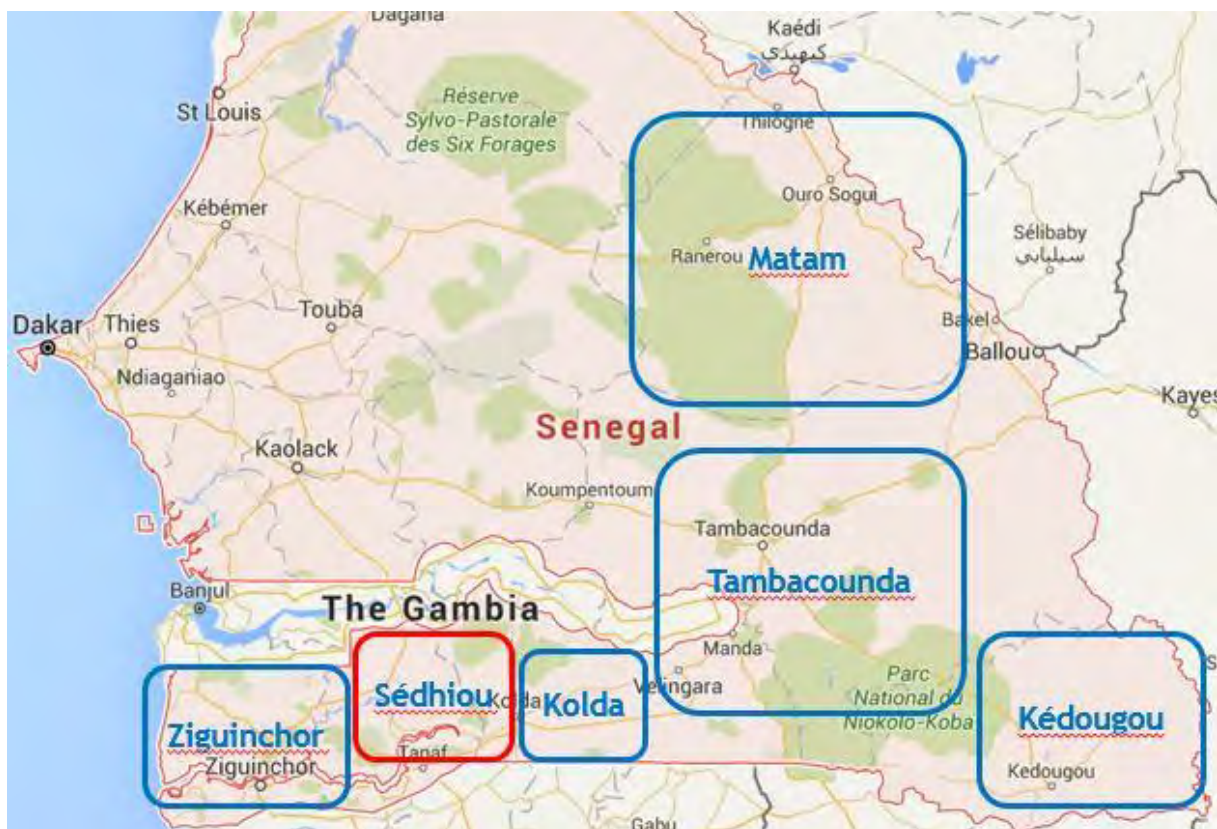


Figure 1 : les zones d'intervention du projet (USAID, 2018)

Les Services d'eau à Usage Multiple ou MUS sont des services de l'eau fournis par le secteur public ou le secteur privé, qui prennent en charge les besoins multiples en eau des populations rurales et péri-urbaines. Ils s'appuient sur le fait que les milieux vulnérables ont besoin d'eau

pour une variété d'usages allant de l'eau de boisson à l'assainissement en passant par l'agriculture, l'élevage et d'autres activités quotidiennes. Dans ce contexte, ACCES vise à améliorer la fourniture et la gestion des services d'eau à usage multiple (MUS) et soutenir l'accès à un approvisionnement amélioré en eau pour au moins 30.000 personnes.

L'USAID/ACCES s'emploie à accroître sensiblement et de façon durable l'accès à l'eau, à l'assainissement ainsi que l'adoption de bonnes pratiques d'hygiène dans 50 communes des six régions concernées afin d'améliorer la santé et le statut nutritionnel particulièrement chez les femmes et les enfants.

Les objectifs visés par ce projet sont de :

- Générer une demande pour les produits et services WASH
- Augmenter l'offre de produits et services WASH basée sur le marché
- Améliorer la fourniture et la gestion de systèmes d'eau à usage multiples MUS
- Améliorer les environnements favorables pour une prestation équitable de services WASH de qualité.

Pour y arriver, le projet ACCES accompagne les réformes du secteur de l'hydraulique et de l'assainissement rural adoptées par le gouvernement du Sénégal à travers :

- Un appui au Ministère de l'Hydraulique et de l'Assainissement et à l'Office des forages ruraux (OFOR) pour la mise en œuvre des délégations de service public et de la Stratégie nationale de l'assainissement rural ;
- Une aide à la professionnalisation du secteur ;
- Un accompagnement pour le développement de complémentarités et synergies avec les autres intervenants du secteur dans la région.

Dans ce sens, le projet établit des conventions de collaboration avec les directions nationales et les services déconcentrés du Ministère de l'Hydraulique et de l'Assainissement, l'OFOR, la cellule de lutte contre la malnutrition, et le Ministère de la santé.

Le projet travaille avec les communes pour améliorer leur planification en eau potable et à usage multiple ainsi qu'en assainissement, avec un objectif de former 350 prestataires de services dans le secteur de l'eau au fonctionnement et à la gestion des services d'approvisionnement en eau.

II. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

1) Situation géographique

La région de Sédhiou ou moyenne Casamance se situe au Sud du Sénégal. Elle est limitée au Nord par la Gambie, au Sud par la République de Guinée Bissau, à l'Est par la région de Kolda et à l'Ouest par la région de Ziguinchor. Sédhiou appartient à la région naturelle de la Casamance et était un département de la région de Kolda jusqu'en 2008, année à partir de laquelle fut créée la région de Sédhiou par la **loi n° 2008-14 du 18 Mars 2008** modifiant les articles 1^{er} et 2 de la loi **n°72-02 du 1^{er} Février 1972** relative à l'organisation de l'administration territoriale. La région de Sédhiou compte 3 départements qui sont Sédhiou, Goudomp et Bounkiling et 9 arrondissements qui sont Diende, Djibabouya, Djiredji, Simbandi Brassou, Djibanar, Karantaba, Boghal, Bona et Diaroumé.

Le département de Bounkiling est le plus vaste avec 38.6% de la superficie régionale, suivi de Sédhiou et Goudomp avec respectivement 37.2% et 24.2%.

La région de Sédhiou couvre une superficie de 7330km², soit 3.7% du territoire national.

Sa position, en fait une région frontalière à trois pays et lui confère un potentiel géostratégique énorme dans les dynamiques économiques, sociales et culturelles dans la sous-région.

Notre étude concerne les communes de Sédhiou, Marsassoum, Samine, Tanaff, Kandion Mangana, Djinany (Figure 2).

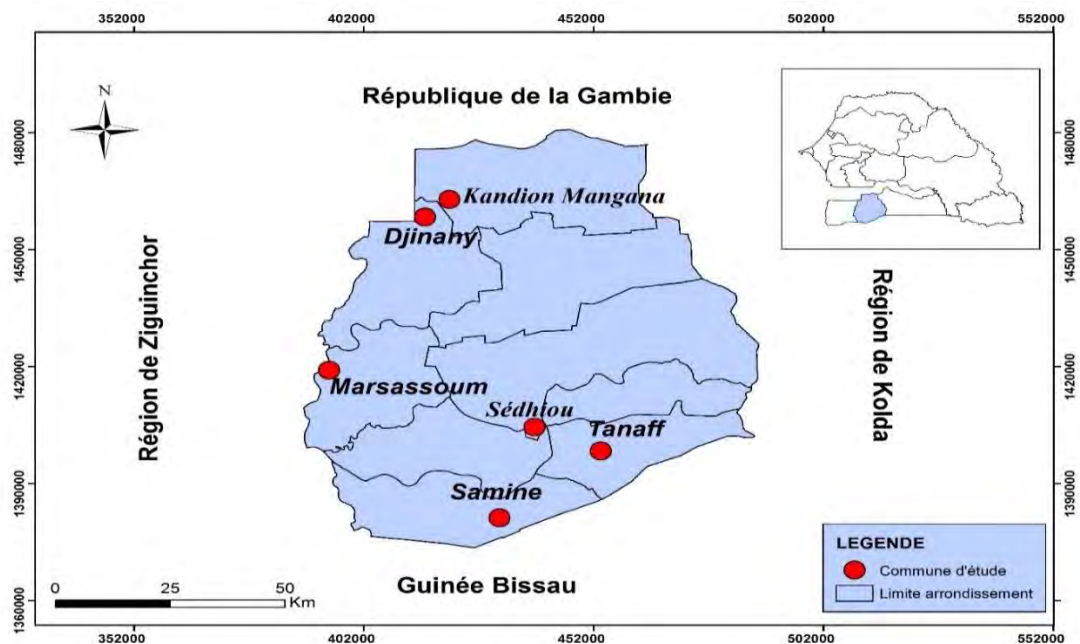


Figure 2 : Présentation de la zone d'étude

a) Commune de Sédhiou

La commune urbaine de Sédhiou s'étend sur une superficie de 10.77km² et est limitée au Nord et à l'Ouest par la commune de Diende, au Sud par la commune de Bambaly et à l'Est par le fleuve Casamance. Elle est située au centre du département du même nom sur la rive droite du bassin du fleuve Casamance et comprend administrativement 6 quartiers : Santassou, Jules Counda, Mansacounda, Moricounda, Kabeumb et Montagne Rouge.

b) Commune de Marsassoum

D'une superficie de 18 km², la commune urbaine de Marsassoum est limitée à l'Est et au Sud par la commune de Djibabouya, au Nord et à l'Ouest par le fleuve Soungrougrou, un affluent du fleuve Casamance. Marsassoum est une commune du département de Sédhiou et compte 8 quartiers : Taïba, Kankaba, Escale, Grand Dakar, Sourouacounda, Toronkacounda, Belali et Manguir. Sa population est de 7029 habitants.

c) Commune de Samine

La commune de Samine qui appartient au département de Goudomp, compte 6 quartiers (Médina Bouly, Doumassou, Santassou, Bafoulabeing, Cité Ballante et Samine Santo). Elle occupe une superficie de 5 km² et est entièrement enclavée dans la commune de Yarang.

d) Commune de Tanaff

La commune urbaine de Tanaff est composée de 5 quartiers : Escale, Moricounda, Mansacounda, Nema et Badin. Elle est limitée à l'Est, à l'Ouest et au Nord par la commune de Baghère et au Sud par la commune de Simbandi-Brassou.

e) Commune de Kandion Mangana

La commune rurale de Kandion Mangana se situe dans le département de Bounkiling, dans l'arrondissement de Bona. Elle compte 17 villages officiels. Elle est limitée au Nord-Ouest par la République de Gambie, au Sud-Ouest par la commune de Bona, au Sud Est par la commune d'Inor et au Nord Est par la commune de Djinany.

f) Commune de Djinany

La commune rurale de Djinany est située dans le département de Bounkiling, dans l'arrondissement de Boghal. Elle est limitée à l'Ouest par la commune de Kandion Mangana, au Nord-Est par la commune de Ndiamalathiel et au Sud-Est par les communes de Faoune et d'Inor.

2) Activités économiques

L'économie régionale est pour l'essentiel une économie à vocation agricole. Le secteur de l'agriculture emploie plus de la moitié de la population active (PRDI de Sédhiou, 2013). Les sources de revenus dominantes restent l'arachide et le mil. L'exploitation forestière et l'arboriculture fruitière constituent aussi un secteur porteur de croissance et de création d'emploi pour les populations.

L'élevage, en majorité de type extensif sédentaire, constitue également une activité essentielle de l'économie régionale. Les espèces élevées dans la région sont les bovins, composés essentiellement de la race N'dama et de quelques métis issus de races locales (département de Bounkiling) et de races exotiques (produits des campagnes d'insémination artificielle).

Arrosé par le fleuve Casamance et ses affluents, Sédhiou est une région où se développent d'importantes activités piscicoles (ANSD, 2012). Les principales espèces rencontrées sont les carpes, les mulots et les crustacées. Il faut cependant noter la raréfaction de plus en plus accrue de la ressource halieutique.

La région de Sédhiou, de par ses potentialités culturelles et forestières, offre de réelles possibilités de développement du tourisme. En plus des sites et monuments historiques, l'existence de forêts offre des possibilités non négligeables de développer le tourisme où la chasse constitue une belle perspective. Les réceptifs hôteliers sont pour la plupart localisés dans les communes de Sédhiou et de Diende. (ANSD, 2012)

3) Sols

Quatre types de sols sont rencontrés dans la région de Sédhiou (ANSD, 2012). Il s'agit :

- Des sols ferrugineux tropicaux et/ou ferralitiques avec des variantes suivant les conditions bioclimatiques. Ils sont communément appelés sols Deck et couvrent la majeure partie de la région ;
- Des sols argilo limoneux localisés sur les pentes des vallées ;
- Des sols hydromorphes ou sols gris qui se situent en bas des pentes. Ils sont issus du contact alluvial fluviomarin et bordent les fleuves Casamance et Soungrougrou. Ces sols sont souvent exposés à l'intrusion de la langue salée ;
- Des sols halomorphes acidifiés par la forte teneur en sel.

Leur répartition est représentée dans la figure 3 ci-dessous.

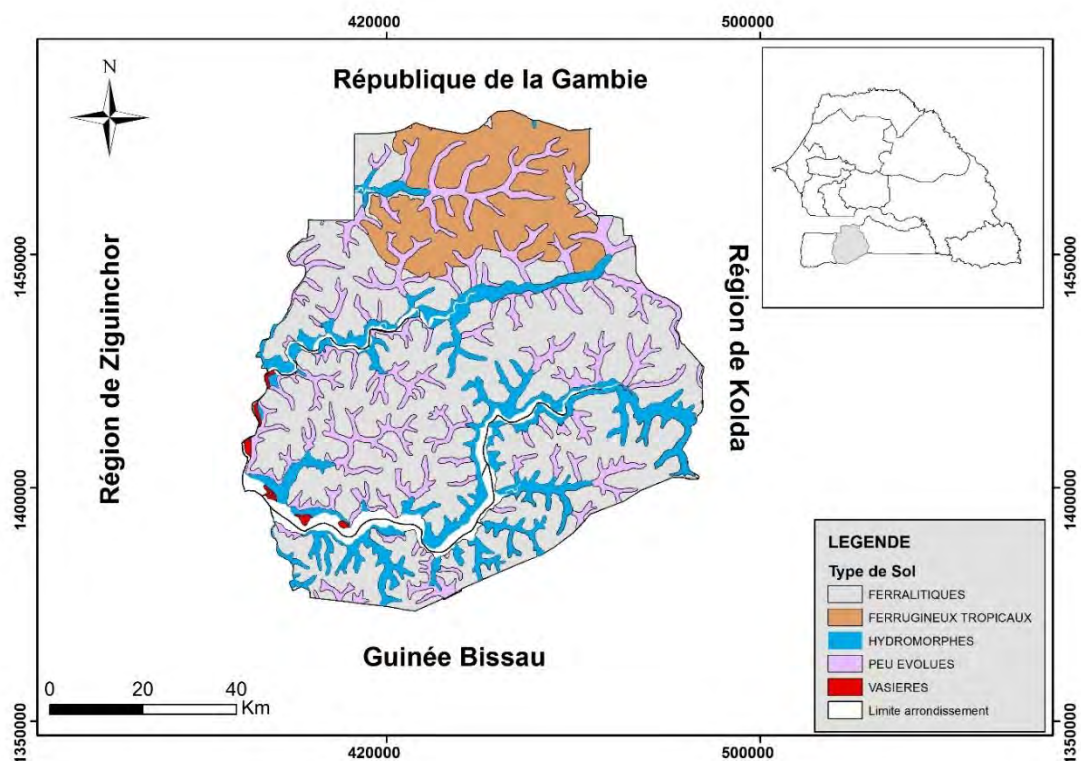


Figure 3 : Types de sol rencontrés dans la région

4) Contexte climatique

Les données climatiques de la région de Sédhiou ont été recueillies auprès de l'ANACIM (Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie).

La région se situe entre les isohyètes 800 et 1200 mm et a un climat de type soudano guinéen (voir figure 4). Il se caractérise par l'alternance de deux saisons :

- La saison sèche qui dure de Novembre à Mai : dans cette période la région est parcourue par deux types de vent non générateurs de précipitation qui sont l'Alizé maritime et l'Alizé continental ou Harmattan. L'alizé maritime est issu de l'anticyclone des Açores, de direction Nord à Nord-Ouest, il est frais et humide mais incapable de générer des précipitations du fait de la position trop basse de l'inversion d'Alizé (Leroux, 1974 in Malou, 1992). Alors que l'harmattan, en provenance de la cellule anticyclonique maghrébine est, par contre chaud et sec, chargé d'aérosols du fait de son long parcours continental. Il souffle selon une direction Est dominante.
- La saison des pluies qui dure de Juin à Octobre : elle est caractérisée par une intensité maximale en Août et Septembre dépassant souvent les 200mm. Cette saison est marquée

par la prédominance de la mousson, de direction Sud-Est, en provenance de l'anticyclone de Sainte-Hélène dans l'Atlantique Sud. Ce vent chaud est chargé d'une grande humidité du fait de son long parcours océanique et est générateur de précipitations.

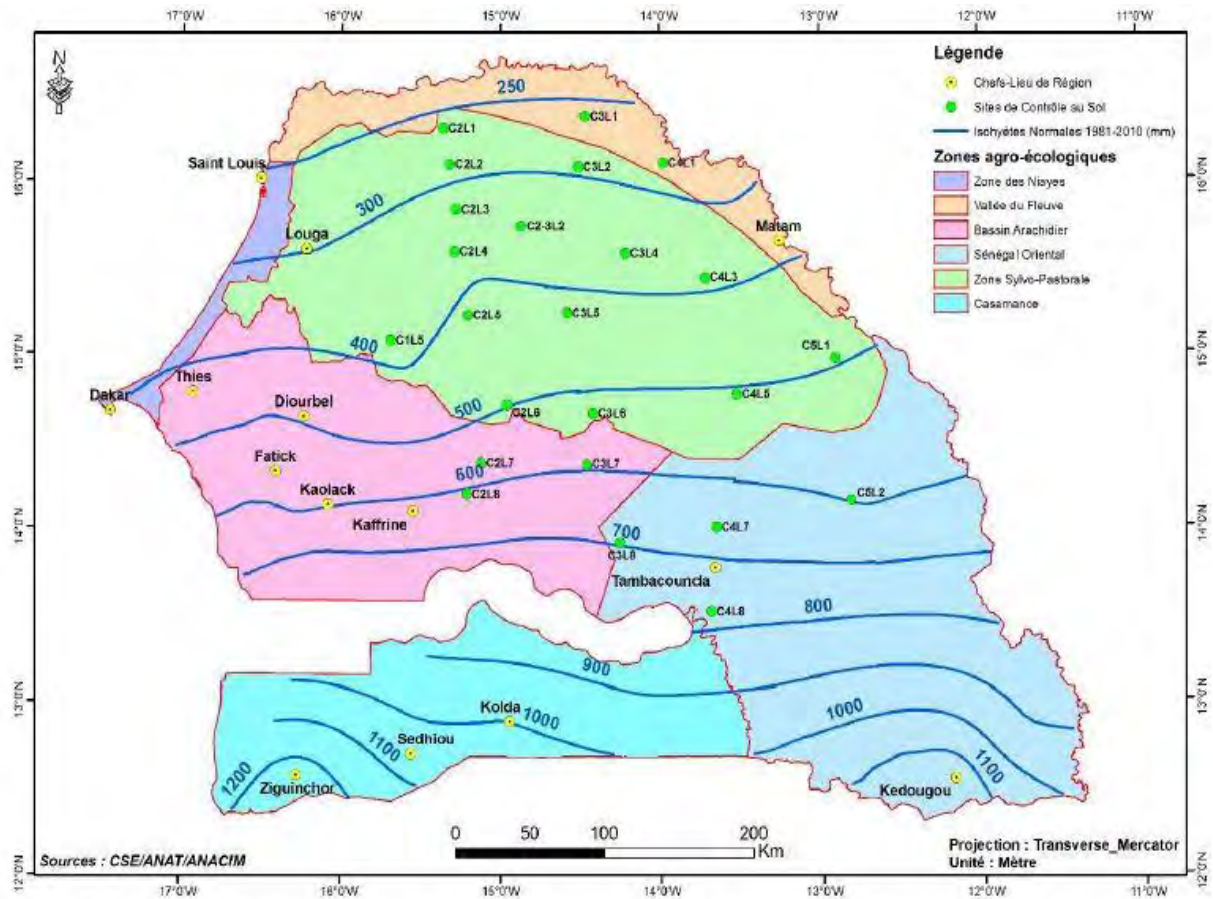


Figure 4 : Isohyètes moyennes annuelles (en mm) au Sénégal (normale 1981-2010) (CSE, 2016)

a) La pluviométrie

Les données recueillies concernent la pluviométrie de la zone entre les années 1960 et 2013, elles nous ont permis d'analyser les variations pluviométriques sur une période de 53 ans (figure 5). Toutefois pour une analyse plus pertinente des données, nous étudierons aussi la variation pluviométrique sur les 20 dernières années c'est-à-dire de 1993 à 2013 représentée au niveau de la figure 6.

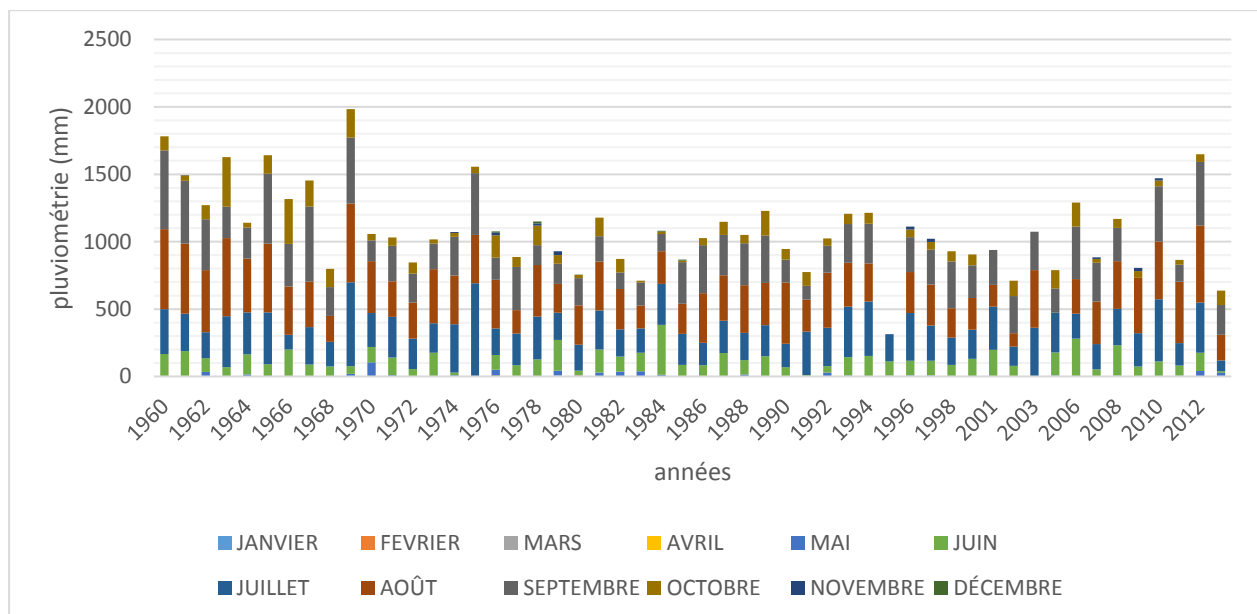


Figure 5 : Variations interannuelles de la pluviométrie de la région de Sédhiou de 1960 à 2013

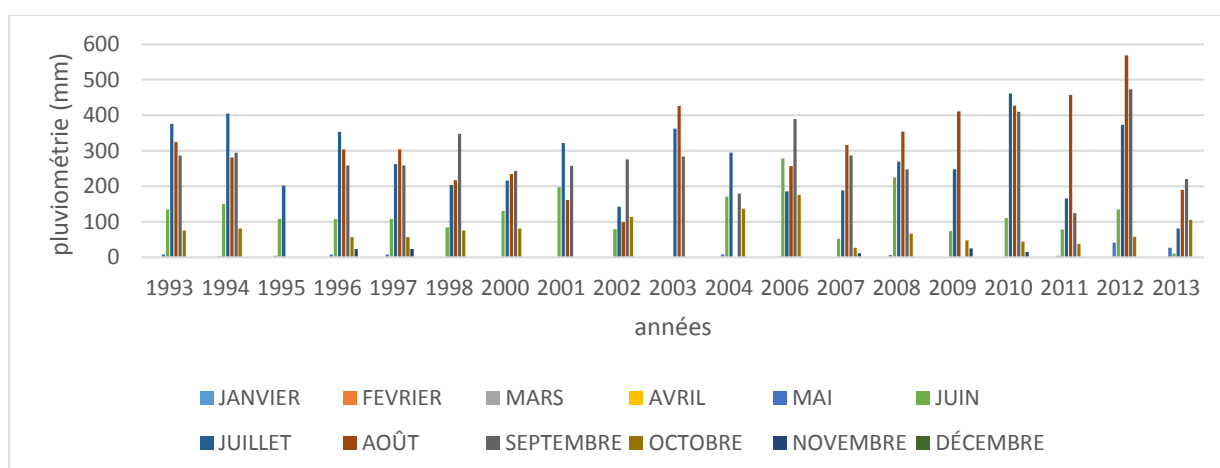


Figure 6 : Variation de la pluviométrie de Sédhiou de 1993 à 2013

L'analyse des figures 5 et 6 montre que la saison des pluies au niveau de la région de Sédhiou s'étale sur 5 mois : de juin à Octobre. Les rares quantités de pluies notées au mois de Mai dans quelques années sont très faibles.

La variation interannuelle de la pluviométrie de la zone (figure 5) s'est traduite par un histogramme en dent de scie. Les années 1960, 1961, 1963, 1965, 1969, 1975 et 2012 ont été les années les plus pluvieuses. Et l'année 1969 a été la plus pluvieuse avec une moyenne de 1984 mm alors que 1995 est l'année la moins pluvieuse (314mm). Les années antérieures à

1970 ont été beaucoup plus pluvieuses que les années précédentes. La moyenne mensuelle de la pluviométrie est de 92.47mm et la moyenne annuelle de 1091.69mm.

Les mois de Juin et Octobre sont des mois à faible pluviométrie et les mois de Juillet Août et Septembre sont les plus pluvieux de l'année.

b) La température

Les données collectées nous renseignent sur les températures enregistrées dans la zone de 2007 à 2017.

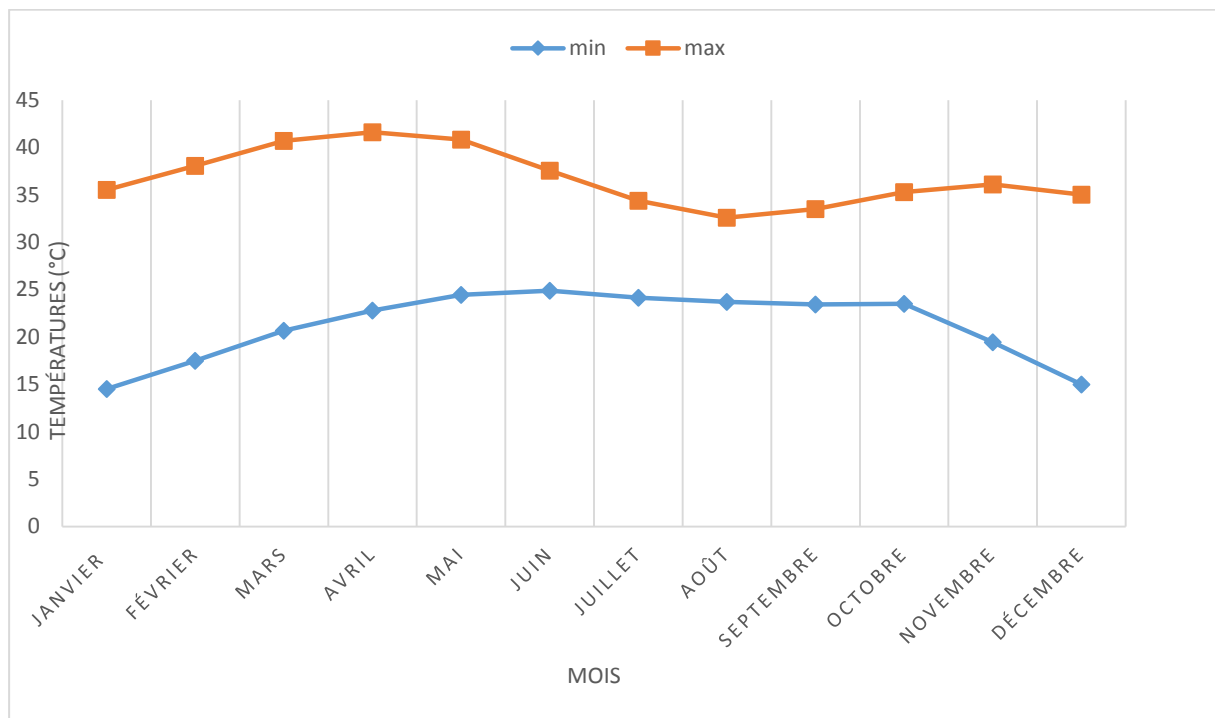


Figure 7 : Evolution des températures moyennes de la région de 2007 à 2017

L'analyse de la figure 7 montre que les moyennes mensuelles des températures minimales se situent entre 14.5°C à 24.8°C et les moyennes mensuelles des températures maximales sont comprises entre 32.5°C et 41.5°C.

Les deux courbes ont presque la même allure de Janvier à Mai où les valeurs les plus élevées ont été notées. A partir du mois de Mai correspondant à la fin de la saison sèche, les températures maximales diminuent jusqu'au mois d'Août où elles atteignent leur minimum (32.5°C) puis s'accroissent jusqu'en Décembre tandis que les températures minimales sont presque constante jusqu'en Octobre (23 à 24°C) et diminuent jusqu'en Décembre.

c) Humidité

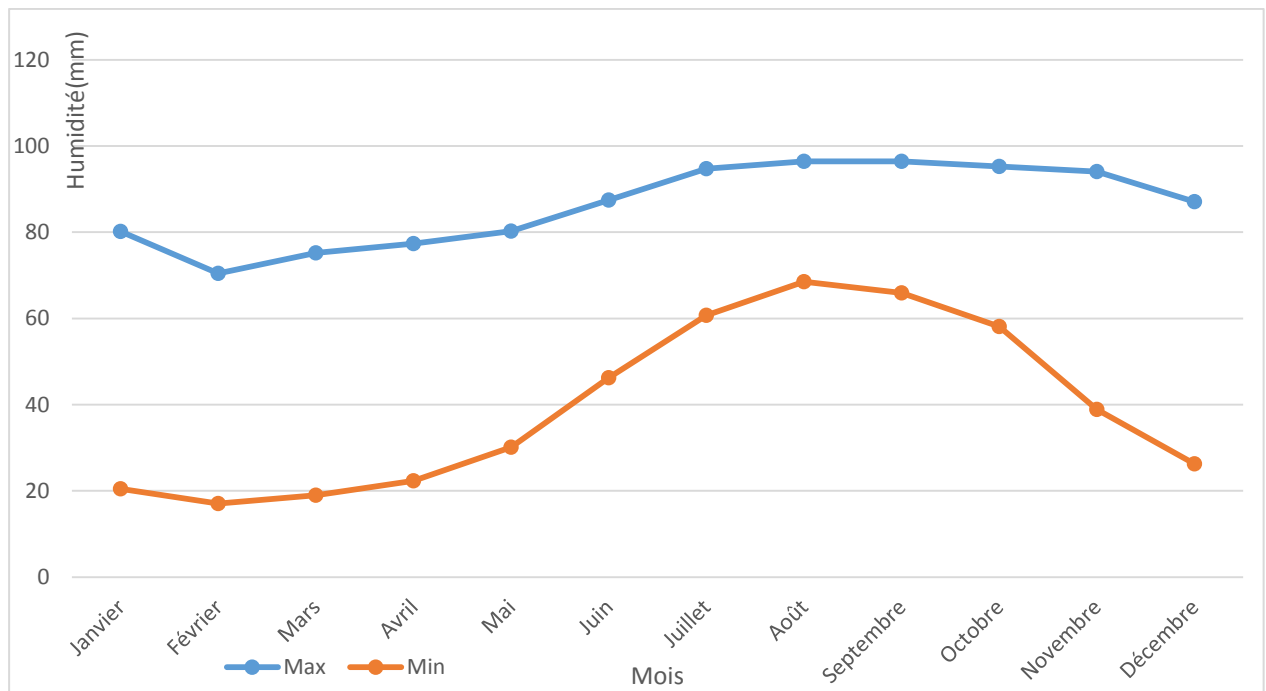


Figure 8 : Evolution des humidités à la station de Sédhiou de 2007 à 2017

Les deux courbes ont quasiment la même allure (Figure 8). Les valeurs les plus élevées (périodes les plus humides) sont notées entre Juillet et Octobre qui correspondent à la saison des pluies ; les périodes les moins humides se situent entre Janvier et Avril. Les humidités minimales augmentent du mois de Mai au mois d’Août qui correspond au pic, ensuite il y’a une baisse régulière jusqu’en Décembre. La courbe des humidités maximales est moins accidentée et est presque constante de Juillet à Novembre.

Le mois d’Août est le mois le plus humide avec une valeur moyenne de 82 et le mois de Février correspond au moins humide avec une moyenne de 43.77.

5) Hydrologie

La région de Sédhiou dispose d’un important réseau hydrographique. Ce dernier est formé par le fleuve Casamance, dont le bassin versant couvre une superficie de 20150 km² et du Soungrougrou, son principal affluent qui draine un bassin de 4700 km² (Figure 9). Nous y trouvons aussi des mares temporaires et permanentes et des Bolongs.

Long de 300 km, le fleuve Casamance prend sa source au niveau de la confluence de plusieurs marigots qui se trouve à une cinquantaine de kilomètre au Nord-Est de Kolda, près de Saré Boido Mali, dans les environs de Fafacourou. La Casamance coule suivant une direction Est-

Ouest. En dehors du Soungrougrou, il reçoit le Thiangol Dianguina (815 km à Saré Sara) qui conflue avec la Khorine (385 km à Madina Oumar), le Niampampo (640 km, marigot de Saré Koutayel) et le Dioulacoulon (200 km à Sara Keita).

Ces petits affluents sont souvent à sec en saison sèche et l'écoulement n'est pérenne qu'en aval de Fafacourou (700 km à Fafacourou) grâce à des résurgences.

Le Soungrougrou, comme la Casamance, est formé par la réunion de plusieurs petits marigots (bodion, N'golon, le dialaba et soukoulou) qui prennent naissance dans la vaste région des forêts de Pata et du Guimara.

Le Soungrougrou coule d'abord de l'Ouest vers le Sud-Ouest, tout en dessinant des boucles. Mais à la hauteur du méridien 16°, il se tourne vers le Sud pour rejoindre la Casamance. La largeur de son lit est inférieure à celle de la Casamance.

Toutefois, la faiblesse des apports et le caractère bas de la topographie dans le bassin de la Casamance font que son chenal est remonté par les eaux marines jusqu'à Diana Malari à 220 km de l'embouchure. Cette situation combinée à l'évaporation a entraîné une forte salinisation du fleuve et de son affluent, avec des taux atteignant dans certaines années des valeurs 4 à 5 fois supérieures à celles de l'eau de mer. Cette salinité est croissante de l'embouchure à Diana Malari qui marque la limite de la remontée des eaux marines. L'invasion marine entraîne la progression du biseau salé et l'acidification des sols et des bas-fonds (DGPRES, 2014).

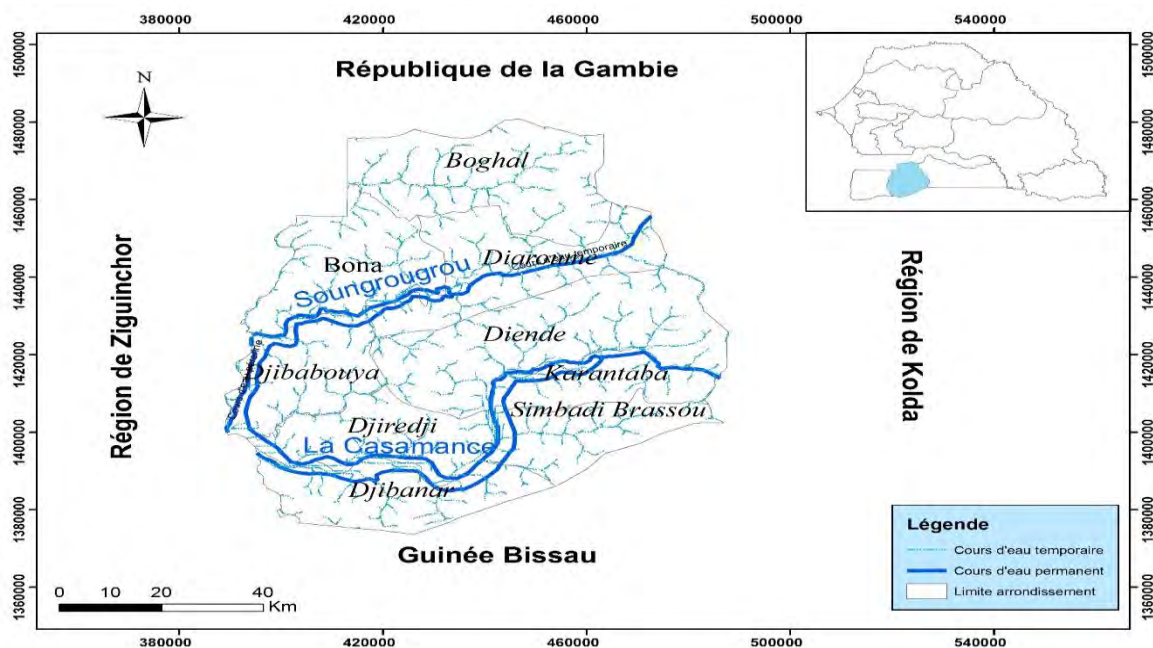


Figure 9 : Réseau hydrographique de la région de Sédhiou

III. CONTEXTE GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE

1) Géologie

Le territoire sénégalais est constitué de deux grands ensembles géologiques : le bassin sédimentaire sénégalais (partie du bassin sénégal-mauritanien appartenant au territoire sénégalais) qui couvre les 3/4 de la superficie du Sénégal et le socle précambrien représentant la partie Sud Est du pays.

La région de Sédhiou fait partie intégrante du bassin sédimentaire sénégalais.

a) Bassin sénégal-mauritanien

Le bassin sédimentaire sénégalais constitue un segment du bassin sénégal-mauritanien. C'est le plus vaste bassin de marge passive de la côte atlantique africaine (340 000km²). Il est limité à l'Est et au Sud Est par la chaîne des mauritanides ; au Sud par le bassin de Bové en Guinée Bissau. Long de 1300km, dans son extension maximale (entre le cap Barbas en Mauritanie et le cap Roxo en Guinée Bissau), ce bassin atteint une largeur maximale d'environ 550 km à la latitude de Dakar. Le bassin sénégal-mauritanien résulte de la séparation au Jurassique de l'Afrique et de l'Amérique du Nord. Il est constitué par les terrains tabulaires méso-cénozoïques discordants sur les formations géologiques les plus anciennes (Malou, 1992). Très minces à l'Est mais s'épaississent vers la côte atlantique pour atteindre plus de 7000 m, ces terrains qui ont fait l'objet d'une synthèse stratigraphique sont recouverts en grande partie par un faciès d'altération du Cénozoïque (Tessier et al, 1975 in Malou, 1992). Les affleurements les plus anciens appartiennent au Sémonien et au Paléogène et sont localisés dans le dôme de Ndiass, la presqu'île du Cap-Vert, la région de Thiès, la vallée du fleuve Sénégal et en Guinée Bissau. Cependant de nombreux forages pétroliers ont permis d'atteindre des sédiments du Crétacé inférieur et du Jurassique supérieur (Castelain 1965, in Malou, 1992).

La majorité des affleurements du bassin sont constitués de recouvrements sableux récents.

b) Bassin casamançais

Le bassin versant de la Casamance fait partie intégrant de l'ensemble sédimentaire sénégal-mauritanien dont il représente la partie méridionale.

Les sociétés de pétrole ont effectué une série de sondage. Dans cette partie, les forages ont décelé à l'Ouest une importante série marine allant du Crétacé à Balandine au Miocène moyen à Ziguinchor. Elle est surmontée par les formations grés-argileuses du Continental Terminal qui couvrent l'ensemble du pays. (Dieng, 1965)

Les travaux de reconnaissance pétrolière et les forages d'eau montrent que les dépôts marins à niveaux fossilifères du Crétacé sont très épais à l'Ouest. Le forage de Balandine est arrêté à 4105 m dans l'Aptien. Ils sont surmontés par les séries marines allant du Tertiaire au Miocène moyen à Ziguinchor (Gorodiski, 1958). Vers l'Est, à Kolda l'Eocène et le Crétacé supérieur, d'une épaisseur de 445 m reposent directement sur le Primaire (Dévonien). Le Miocène marin est absent.

Ces séries marines sont recouvertes par les formations gréseuses ou argileuses, toutes azoïques, du Continental Terminal.

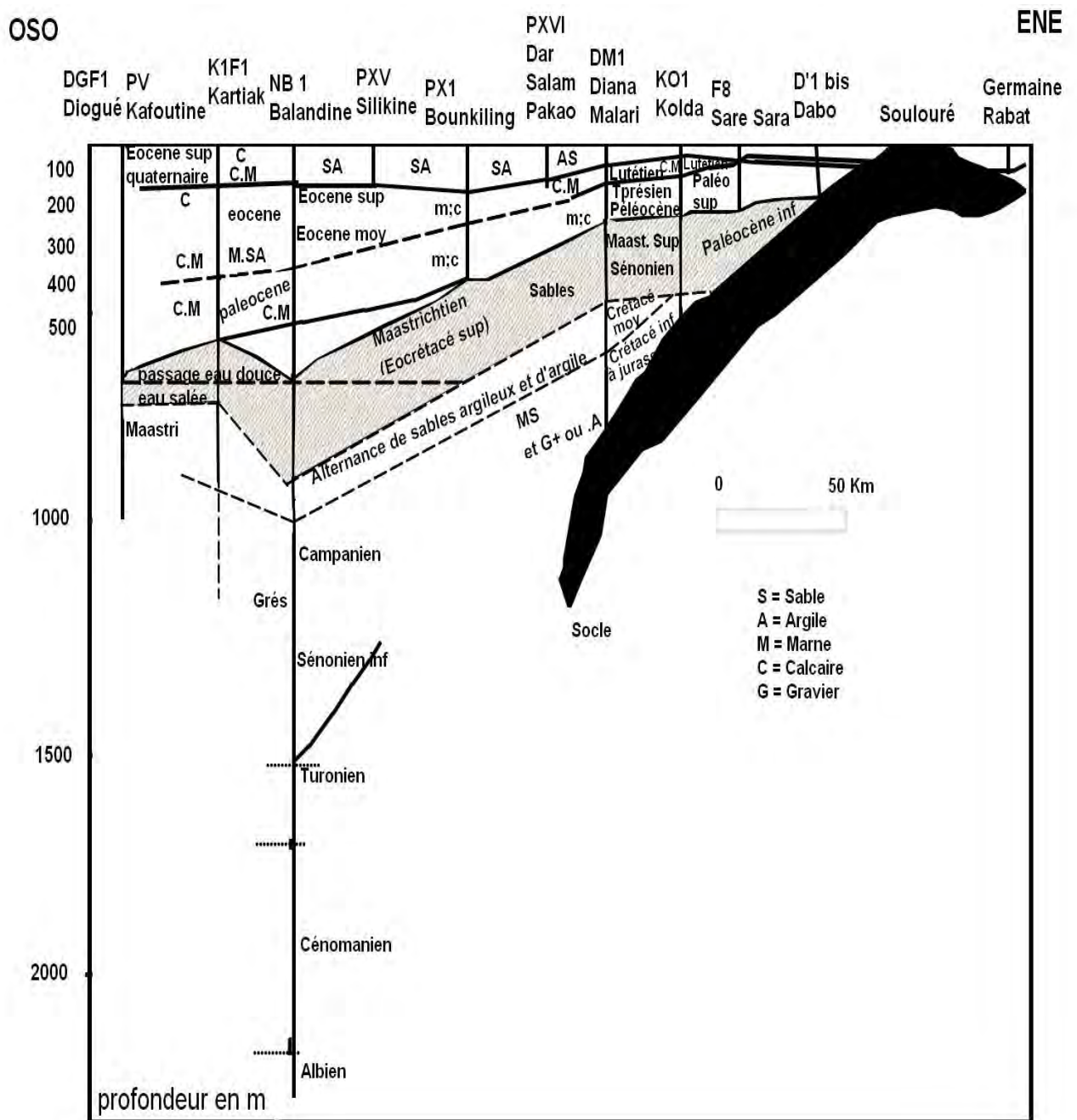


Figure 10 : Coupe géologique du bassin sédimentaire casamançais (Lepriol, 1983), modifié

c) Contexte géologique locale

Du point de vue géologique, notre zone d'étude présente trois grandes unités. Les coupes techniques des forages et la synthèse hydrogéologique de la Casamance d'après Lepriol (1983) nous ont permis de caractériser les formations lithologiques de la région.

- Les formations du Complexe Terminal

Un sédiment détritique qui correspond à la formation appelée Continental Terminal s'est déposé après la régression qui a suivi le Miocène. Ce sédiment est composé de grès argileux bariolés interstratifiés de couches d'argiles. Ces matériaux seraient originaires des régions plus élevées, à l'Est du bassin (Fouta Djallon) et se seraient déposés sous l'action d'un climat tropical à tendance subaride (Vieillefon, 1977). En moyenne et haute Casamance, les sondages pour phosphates recoupent un Continental Terminal directement discordant sur l'Eocène ou le Paléocène. (Dacosta, 1989)

Les coupes géologiques des forages réalisés dans la zone d'étude ont montré que ces formations débutent par une couche d'argile latéritique. Et cette couche est suivie d'une alternance d'argile et de sable. Les formations du Continental Terminal vont jusqu'à 147 m au niveau du forage de Sédhiou par contre à Marsassoum, elles s'arrêtent à 45 m. Le faciès est de couleur gris-clair, gris-foncé, noire, jaune, rouge, verdâtre, bleuâtre, bariolée.

- Les formations de l'Eocène et du Paléocène

Au-dessus du Maastrichtien sableux, des formations paléocènes et éocènes marno calcaires se sont déposées. Dans la zone d'étude, elles sont essentiellement composées de calcaires marneux ou gréseux, de marnes et de marno-calcaires.

Ces formations sont rencontrées au niveau du forage de Marsassoum à partir de 45 m, du forage de Tanaff à 85 m, du piézomètre de Samine à 90 m, et des forages de Sédhiou à 110 et 147 m. L'épaisseur de cette série est variable, elle est de 53 m à Tanaff et de 183 m à Sédhiou.

- Les formations du Maastrichtien

Au Maastrichtien, la mer occupe tout le bassin de la Casamance (P. Michel, 1973) et y dépose des sables hétérométriques, le plus souvent grossiers mêlés à des argiles feuilletées, de couleur gris-foncé. L'épaisseur de la série maastrichtienne est variable ; elle est de 600 m en Basse Casamance (Balandine), 130 m à Diana Malari et 30 m à Dabo.

Les coupes de forage ont mis en évidence une lithologie constituée de couches de sables grossiers, de sable argileux et d'argile. Les formations du Maastrichtien sont traversées par les forages de Tanaff à partir de 238 m et de Sédhiou à partir de 320 m.

2) Géomorphologie

La morphologie de la basse Casamance est très plate dans l'ensemble. L'histoire morphogénétique du milieu fluviomarin du bassin de la Casamance remonte au Miocène. D'après Malou (1992), trois grandes unités géomorphologiques peuvent être retenues. Ces unités principales sont :

- Les Bas-fonds

Ce sont toutes les zones basses dont l'altitude approximative se trouve à la limite du niveau marin (lit du marigot, vasières). Ils se caractérisent par la prédominance des vasières. Ils sont les domaines privilégiés de la riziculture.

- Les versants

Le terme, versant, au sens large désigne une zone assez peu marquée dans la topographie entre les bas-fonds et les plateaux. Cette zone comprend plusieurs unités morphologiques. Elle est faite de replats (les terrasses) reliés par des raccords de transition (les versants "stricto sensu"). L'ensemble constitue un relief très atténué, à la dénivelée très peu marquée dans la topographie.

- Les plateaux

Le plateau est la surface d'origine du Continental Terminal plus ou moins bien conservée, sous forme de vestiges sinueux ou circulaires généralement couverts par la forêt. Il est constitué de sables rouges vifs plus ou moins indurés, d'aspect gréseux.

3) Hydrogéologie

La région est constituée par la série stratigraphique suivante :

- Un ensemble supérieur dénommé « complexe terminal » composé du Quaternaire, du Continental Terminal et de l'Oligomiocène ;
- Un ensemble intermédiaire correspondant aux formations de l'Eocène et du Paléocène constitué de marno-calcaire et marne ;
- Un ensemble dénommé « aquifère Maastrichtien » constitué de sable, d'argiles noires et de sables avec passées d'argile.

Les nappes sont contenues dans les formations aquifères du Complexe Terminal et celles profondes du Maastrichtien.

- Le système aquifère du Complexe Terminal

Il regroupe les formations à dominante sablo-argileuse et sableuse du Quaternaire, du Continental Terminal et de l'Oligomiocène. Il couvre la quasi-totalité du bassin sédimentaire sénégalais, reposant indifféremment sur les dépôts de l'Eocène, du Paléocène et du Maastrichtien. Son épaisseur est, en conséquence, très variable, comprise entre quelques mètres et plusieurs dizaines de mètres.

La nappe superficielle est essentiellement captée par les puits traditionnels à des faibles débits. Elle est relativement profonde dans les zones de plateau, par contre dans les endroits proches des cours d'eau, elle est peu profonde. Son épaisseur peut aller jusqu'à 40m avec une alternance de sable et d'argile. Dans la zone d'étude, elle est captée à partir de 2m dans la commune de Tanaff et peut aller jusqu'à 34m dans les communes de Kandion Mangana et Djinany.

Les paramètres hydrodynamiques de la nappe sont variables du fait de l'hétérogénéité de la formation aquifère. Les valeurs de perméabilité et de transmissivité varient respectivement entre 5.10^{-5} et $1.5.10^{-4}$ m/s et $0.7.10^{-3}$ et 40.10^{-3} m²/s et le coefficient d'emménagement est estimé à 10% selon Lepriol (1983).

Cette nappe, vue la nature géologique de la couche superficielle et la profondeur du niveau de l'eau, peut être exposée à la pollution. Les sources de pollution pourraient être par exemple des ouvrages d'assainissement, comme les latrines.

L'aquifère du Continental Terminal et de l'Oligomiocène est rencontré à une profondeur inférieure à 150m. Il comprend un ou plusieurs niveaux sableux dont l'épaisseur cumulée varie de 5 à 60m, avec des transmissivités variant de 0.1 à $2.4 \cdot 10^{-3}$ m²/s. L'épaisseur des sables argileux peut dépasser 200 m. Le niveau statique est souvent inférieure à 25m (DGPRES, 2014). Cette nappe a un potentiel estimé à 105 000m³/jr. (Sané, 2015)

Dans la zone d'étude, le Complexe Terminal est exploité par les forages de Marsassoum et de Samine à des profondeurs allant de 42.9m (Marsassoum) à 84m (Samine). Les niveaux statiques sont respectivement de 12.4 à 15m et de 16.9 à 17.65m. Les rabattements sont de 9.4m à Marsassoum et de 16.8 et 5.48m pour les forages de Samine. Les débits sont relativement importants à Marsassoum, c'est de l'ordre de 40m³/h et relativement faible à Samine, 25m³/h.

- Description de l'ensemble Eocène et Paléocène

Cet ensemble regroupe les formations essentiellement calcaires, karstiques par endroits, et marno-calcaires de l'Eocène et du Paléocène.

Au niveau de la région de Sédhiou, aucun forage ne capte ces formations, à cause sans doute de leur constitution. En effet, les marno-calcaires, et calcaires coquilliers de la région sont peu ou pas productifs. D'après les données du tableau 1 ci-dessous, dans la zone Sud du Sénégal, les formations marno- calcaires du Paléocène et de l'Éocène constituent un aquitard.

Tableau 1 : Récapitulatif synthétique des aquifères du Sénégal (Source : Cowi, 2001)

ERE	Syst	Epoque	Etage		Regroupement Strati..	Zone Nord		Système Aquifère	Zone Sud		
						Lithologie dominante	Aqui..		Lithologie dominante	Aqui..	
QUATERNAIRE					↳ "Ensemble Supérieur" ↳	Sables éoliens alluvions tufs volcaniques	Aquifère	"Complexe Terminal"	Sables marins et éoliens	Aquifère	
TERTIAIRE	NEOGENE	PLIOCENE	« CONTINENTAL TERMINAL »		↳ "Ensemble Supérieur" ↳	Sables coquilliers sables +/- argileux	Aquitard		sables ou grès argileux et argiles	Aquitard	
		MIOCENE				marno calcaire	Aquitard		sables avec bancs d'argile et calcaires	Aquifère	
		OLIGOCENE				marnes et agiles	Aquitard				
	PALEOGENE	EOCENE	moy	LUTETIEN SUP.	↳ "Ensemble Intermédiaire" ↳	Calcaires marno- calcaires	Aquiclude	"Système Aquifère du Paléogène"	calcaires karstifiés	Aquifère	
				LUTETIEN INF.		sables	Aquifère		marno calcaires passés sables	Aquitard	
				YPRESIEN		Marnes et argiles	Aquiclude				
		PALEOCENE	inf	PALEOCENE sup. À moyen		Marno-calcaires calcaires karstifiés marnes	Aquifère		sables, calcaires coquilliers ou karstifiés	Aquifère	
				DANIEN		Marno calcaires argiles	Aquitard		Marno calcaires argiles	Aquitard	
SECONDAIRE	CRETACE	CRETACE Supérieur	SENONIEN	MAASTRICHTIEN	↳ Ensemble Crétacé sup. ↳	Sables grès, sables gréseux sables argileux	Aquifère	Système Maastrichtien	sableux avec passées d'argile	Aquifère	
				CAMPANIEN		Grès Sables argileux	Aquifère		sables argileux	Aquifère	
				SENONIEN INF		sables argileux et argiles sableuses	Aquitard		argile sableuse	Aquitard	
				TURONIEN		argiles noires	Aquiclude		Argiles noires	Aquiclude	
		CRETACE Moyen	CENOMANIEN		↳ "Ensemble inférieur" ↳	calcaires argiles sableuses	Aquiclude		marno calcaire	Aquiclude	
			ALBIEN			calcaire, marno calcaire sables argileux			Marno calcaires, argiles sableuses		
			APTIEN			calcaire, marno calcaire argiles sableuses			Marno calcaires, argiles sableuses		
			CRETACE Inférieur	NEOCOMIEN		calcaire dolomitique					
		JURASSIQUE				calcaires, calcaires dolomitiques	Aquiclude		calcaires et bancs de dolomie	Aquiclude	
	TRIAS					couche salifère	Aquiclude		couche salifère	Aquiclude	
				PRIMAIRE					↳ Socle ↳	argiles silteuses grès quartzites conglomérats	Aquiclude
	Socle cristallin						granites, diorites, roches métamorphiques		Aquifère dans les zones superficielles fracturées et arénisées		

- Le système aquifère profond

Il concerne la formation sableuse à sablo-argileuse ou gréseuse du Maastrichtien. La nappe du Maastrichtien couvre les 4/5 du territoire sénégalais avec une potentialité de 500 000 m³ /j. Elle est la nappe la plus exploitée avec des forages atteignant parfois plus de 500 mètres de profondeur avec des débits variant entre 100 et 205 m³/h et de faibles rabattements (Malou, 2004). D'une épaisseur moyenne de 250m, elle représente une considérable réserve exploitable estimée à 35 milliards de m³. (Lepriol, 1983).

Dans le bassin amont de la Casamance les transmissivités, selon Debuisson (1969), sont comprises entre 1 et 3.10^2 m²/s ; en moyenne et basse Casamance elles sont inférieures à 10⁻² m²/s. Une valeur du coefficient d'emmagasinement mesurée à Saré Yoba Diéga ($2.5.10^{-4}$) d'après Lepriol (1983 in Malou, 1992), montre que la nappe est captive.

Le toit de cette nappe est situé aux environs de 320m (DGPPE, 2014).

Dans la zone d'étude, la nappe profonde du Maastrichtien est exploitée par les forages de Tanaff et de Sédhiou à des profondeurs respectives de 310 m et 366 à 392 m. Le niveau statique se situe à 16.9m pour le forage de Tanaff et entre 15.9 et 24m pour les forages de Sédhiou.

Le forage de Tanaff a un débit de 60m³/h et un rabattement de l'ordre de 6m. Pour les forages de Sédhiou, les rabattements sont de l'ordre de 1.7 et 2.6m avec des débits de 112m³/ h.

CHAPITRE II : ANALYSE DE L'ACCES MULTI USAGE ET DE LA QUALITE DES RESSOURCES EN EAU DANS LES COMMUNES

Introduction

Dans le cadre du projet USAID/ACCES, des missions de terrain ont été menées dans les 6 régions d'intervention du projet (Figure 1) et se sont déroulées en 4 phases. En effet, nous avons participé à la 3^{ème} et 4^{ème} phase des missions du projet et ce présent mémoire porte sur la 2^{ème} étape de la phase 3.

- La 1^{ère} phase s'est déroulée du 05 Mai au 16 Juillet 2017 dans les régions de Ziguinchor (3 communes), Kédougou (3 communes), Tambacounda (2 communes) et Matam (2 communes)
- La 2^{ème} phase : du 17 Octobre au 27 Janvier 2018 dans les régions de Tambacounda (8 communes) et Matam (5 communes)
- La 3^{ème} phase : du 13 Mai au 30 Juin ; elle s'est déroulée en deux étapes :

Etape 1 (du 13 Mai au 3 Juin 2018) : Cette étape concerne 9 communes de la région de Kolda : Saré Yoba Diéga, Bignarabé, Badion, Médina Yoro Foula, Pata, Kolda, Diaobé, Kounkané et Vélingara.

Etape 2 (du 18 au 30 Juin 2018) : Elle concerne 6 communes de la région de Sédhiou : Sédhiou, Marsassoum, Samine, Tanaff, Kandion Mangana et Djinany (notre zone d'étude).

- La 4^{ème} phase (du 12 Mars au 11 Avril 2019) : Elle concerne les régions de Ziguinchor (6 communes : Kafountine, Djiniaky, Coubalan, Niamone, Thionk Essyl Adéane,), Kédougou (3 communes : Kédougou, Bandafassi et Ninéfescha) et Matam (2 communes : Nabadji et Ogo)

Le travail consistait à faire des enquêtes dans le but de recueillir des données techniques, d'effectuer des mesures et de faire des analyses physico-chimique et bactériologique sur différentes sources en eau.

Avant le déplacement vers les lieux, nous avons bénéficié d'une formation sur le déroulement du travail, les procédures et méthodes utilisées de la part d'une équipe de l'USAID/ACCES.

I. MATERIELS ET METHODES

1) Matériels

Nous avons utilisé plusieurs outils pour mener à bien ce travail dont les principaux sont :

- Une voiture pour le déplacement ;
- Une carte de localisation de chaque commune pour situer les villages et quartiers ;
- Des fiches d'enquêtes et de point d'eau pour la collecte des données (Voire Annexe tableau 8 et 9) ;
- Un appareil photo pour illustrer les observations faites sur le terrain ;
- Un GPS (global position system) pour mesurer les coordonnées géographiques ;
- Un ph-conductivité-mètre pour les mesures de paramètres fugaces (pH, conductivité électrique, TDS, température) ;
- Un ruban gradué pour mesurer la margelle ;
- Eau distillée ;
- Pipette jaugée ;
- Une sonde électrique pour mesurer le niveau statique et la profondeur totale des puits ;
- Des bouteilles d'échantillonnage ;
- Epandeur ;
- Des kits fer, nitrate, manganèse et arsenic pour faire les analyses chimiques ;
- Des plaques pétrifilms 3M pour l'inoculation des prélèvements d'eau afin de faire la numération des *Escherichia coli* et coliformes totaux ;
- Un incubateur pour garder les tests bactériologiques pendant 48h.

2) Méthodes

a) Organisation du travail

Avant le démarrage des travaux sur le terrain, des rencontres avec les autorités de la région (Gouverneur, Maires, direction régionale de l'hydraulique (DRH), Agence Régionale de développement (ARD), Sénégalaise des eaux (SDE)) se sont déroulées pour la présentation du projet, mais aussi pour recueillir des informations sur les différents points d'eau de chaque commune et ainsi choisir les sites à visiter (figure 11).

Le choix des sites a été fait suivant des critères bien définis à savoir l'accessibilité et la position des ouvrages.

A la suite de toutes ces démarches, une liste de villages ou quartiers à visiter pour chaque commune a été établie de commun accord avec les autorités et collaborateurs.

Après avoir choisi les sites, nous avons rencontré les chefs de village ou quartier, les responsables de ASUFOR et les conducteurs de forage dans les communes concernées afin d'acquérir des informations sur les types et le nombre d'ouvrages existants, le coût de l'eau mais aussi les difficultés d'accès à l'eau et les pratiques d'exploitation et de gestion de l'eau.

Il s'en est suivi une visite des ouvrages (puits, forages) afin de voir leur état, d'effectuer les mesures *in situ* (niveau statique, profondeur, pH, température, conductivité, résidu sec) et de prélever des échantillons pour les besoins des analyses chimique et bactériologique.

Ainsi dans les 6 communes, nous avons échantillonné au total 13 forages dont 2 avec des pompes manuelles, 70 puits dont 2 équipés de panneaux solaires, et 11 équipés de pompe manuelle, 2 piézomètres et le fleuve Casamance au niveau de la commune de Sédhiou (Tableau 2).

Tableau 2 : Les différentes sources en eau visitées

Commune	Forage	Puits	Piézomètre	Fleuve
Sédhiou	2	7	0	1
Marsassoum	5	9	1	0
Samine	2	7	1	0
Tanaff	2	7	0	0
Kandion Mangana	1	18	0	0
Djinany	1	22	0	0
Total	13	70	2	1

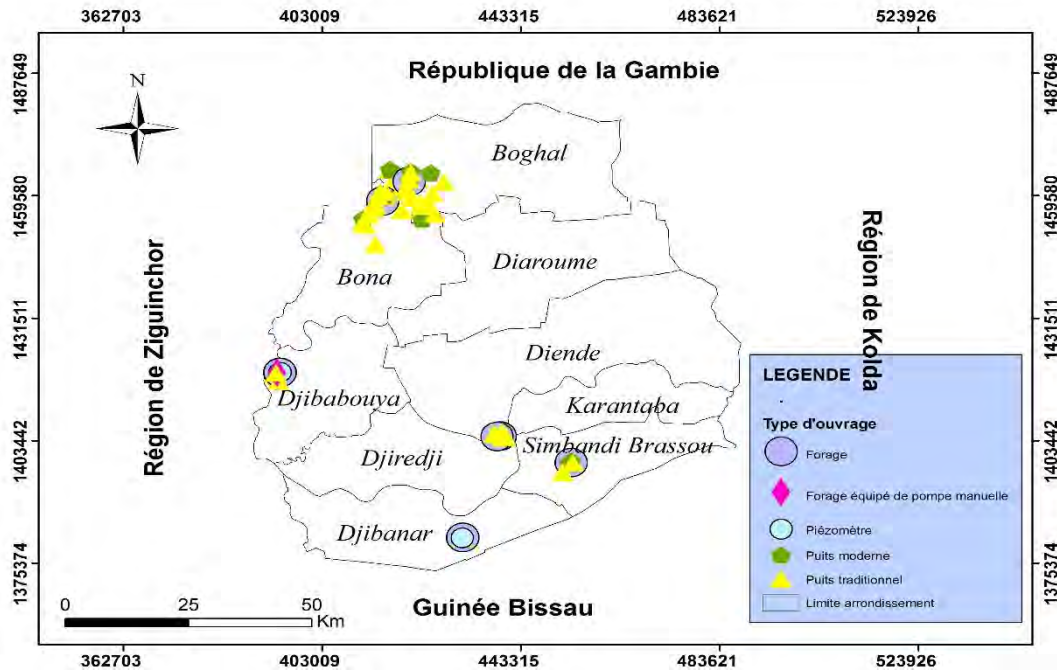


Figure 11 : Carte de la répartition des points d'eau visités

b) Mesure des paramètres physiques et du niveau statique

- La température, le pH, le TDS et la conductivité

Ils ont été mesurés *in situ*. Ces paramètres sont mesurés à l'aide du pH- conductivité mètre.



Photo 1 : pH- conductivité mètre

Pour effectuer la mesure, l'électrode de l'appareil est d'abord rincée avec de l'eau distillée, puis avec l'échantillon ; ensuite le tube à échantillon est rempli avec cette eau et l'électrode est immergée dans le tube ; enfin la mesure se lit directement sur l'écran. Le bouton "Mode Hold" permet de changer de paramètre. A la fin de l'opération, l'appareil est rincé à l'eau distillée.

- Mesure du niveau statique et de la profondeur des puits

Le niveau statique est mesuré à l'aide de la sonde sonore.



Photo 2 : La sonde électrique

Pour faire la mesure, la sonde est introduite à l'intérieur du point d'eau et dès que l'électrode de la sonde est en contact avec l'eau elle émet un signal sonore indiquant que le niveau statique est atteint. Ainsi, la valeur se lit directement sur le fil de la sonde qui est gradué. Si le point d'eau dispose d'une margelle, un ruban gradué est utilisé pour la mesurer.

Pour mesurer la profondeur totale des puits, une clé assez lourde est attachée sur le bout de la sonde et la valeur est lue lorsqu'elle touche le sol.

c) Mesure des paramètres chimiques

Nous avons mesuré les quantités de fer, nitrate, manganèse et arsenic présentes dans l'eau pour évaluer la qualité de l'eau dans cette zone. Ces analyses ont été effectuées sur le terrain à l'aide de matériels simples. Pour chaque paramètre, nous avons à notre disposition des kits composés de réactifs, de tubes à essai, de disque gradué permettant de lire les concentrations. Les tubes sont rincés à l'eau distillée avant et après chaque opération.

- Mesure de la teneur en Fer

La teneur en fer est mesurée grâce au test kit fer. Le kit est composé d'un tube témoin et d'un autre à échantillon, d'un disque gradué de 0.2 à 4 pour lire la concentration en g/l et d'un réactif : le FerroVer.



Photo 3 : Test kit fer

5 ml d'échantillon est versé dans chaque tube à essai, et le FerroVer est ajouté dans le tube à échantillon. Ce dernier est ensuite remué pendant une minute. Enfin, la concentration de fer contenue dans l'échantillon est lue à l'aide du disque gradué.

- Mesure de la teneur en nitrate

Elle est mesurée à l'aide du test kit Nitrate. Le dispositif est composé de deux tubes (un témoin et un à échantillon), de deux disques (un gradué de 0.05 à 10 et un autre de 10 à 40) et de 3 réactifs : le NitriVer3, le NitriVer6 et le NitriVer5.



Photo 4 : Test kit Nitrate

Le NitriVer3 est ajouté dans 5 ml d'échantillon et le tube est remué pendant 3 minutes, ensuite il faut le laisser reposer pendant 30 secondes avant de décanter la solution. Après, il faut ajouter le NitriVer6 à la solution obtenue, et remuer puis attendre 10 minutes pour lire la concentration à l'aide du disque gradué de 0.05 à 10.

Si la concentration dépasse 10g/l, on procède à la 2^{ème} étape :

Il s'agit de mettre dans chaque tube 5ml d'échantillon et d'ajouter le NitriVer5 dans le tube à échantillon. Ensuite, il faut remuer et lire la concentration une minute après à l'aide du disque gradué de 10 à 40.

- Mesure de la teneur en Manganèse

Le test kit Manganèse est constitué de deux tubes à essai, d'un tube en verre de 25ml, d'un disque gradué de 0.2 à 1 et de deux réactifs : réactif 1 (poudre de citrate en solution tampon) et réactif 2 (périodate de sodium).



Photo 5 : Test kit Manganèse

La mesure s'effectue comme suit : mettre 25ml d'échantillon dans le tube en verre et ajouter le citrate puis remuer pendant 2 minutes, ensuite ajouter le périodate de sodium et remuer encore pendant 2 minutes. Après cette phase, il faut verser 5ml de la solution obtenue dans le tube à échantillon et 5ml d'échantillon dans le tube témoin pour lire la concentration de manganèse grâce au disque gradué.

- Mesure de la teneur en Arsenic

Le kit Arsenic est constitué d'un tube en plastique, de 5 réactifs (1, 2, 3, 4,5) et d'un pot contenant des papiers blancs. Sur ce pot est matérialisé des couleurs qui donnent la concentration en arsenic.



Photo 6 : Test kit Arsenic

Le procédé consiste à placer d'abord un papier blanc sur le bouchon du tube et de verser 50ml d'échantillon au niveau du tube. Ensuite, il faut ajouter le réactif 1 et remuer jusqu'à homogénéisation puis ajouter le réactif 2 ; 3 minutes après il faut ajouter le réactif 3 et remuer pendant 2 minutes pour ajouter le réactif 4 et remuer encore. Enfin il faut ajouter le réactif 5 puis fermer immédiatement le tube avec le bouchon et le laisser reposer à l'abri de la lumière solaire pendant 30 à 35 minutes. Le tube doit être remué deux fois pendant ce temps d'attente. Après cette durée il faut retirer le papier et lire la concentration en comparant la tache sur le papier et les couleurs sur le pot (blanche=0 arsenic dans l'eau, jaune claire = 10 μ g/l d'arsenic, jaune foncé = 30 μ g /l d'arsenic...)

d) Analyse des paramètres biologiques

Des analyses microbiologiques ont été réalisées sur les échantillons prises et portent sur la présence ou non de bactéries. Les paramètres biologiques que nous avons étudiés sont les *Escherichia coli* et les coliformes totaux. Ils servent d'indicateurs pour déterminer le degré de pollution par les micro-organismes et la potabilité de l'eau. Le dispositif est composé d'un incubateur, d'une pipette jaugée, d'un épandeur et de plaques de numération *E. coli* et Coliformes (3M™ Pétrifilms *E. coli*/Coliformes).



Photo 7 : Matériels pour la détermination des paramètres bactériologiques

La méthode consiste à placer la plaque pétrifilm sur une surface plane puis soulever le film supérieur. Ensuite, avec la pipette maintenue perpendiculairement et au milieu de la plaque, 1ml de l'échantillon est ajouté sur le centre du film inférieur de la plaque pétrifilm.

Pour éviter de pousser l'échantillon hors du film, et de piéger des bulles d'air, il faut rouler doucement le film supérieur vers le bas sur l'échantillon.

Ensuite, un épandeur est placé sur le film supérieur de la plaque contenant l'échantillon en appliquant doucement une pression sur le centre pour que l'échantillon couvre uniquement la zone circulaire de la plaque. Puis, l'épandeur doit être soulevé et il faut attendre au moins 1 minute pour que le gel se solidifie avant de placer la plaque dans l'incubateur.

Le temps d'incubation est de 48 heures et la température est de 95°F (35°C).

Il est utile de rétro éclairer la plaque pour la détermination des colonies lors de la lecture. Le comptage concerne uniquement les colonies entourées de bulles d'air.

Les coliformes totaux représentent les colonies bleues et rouges associées au gaz. Les colonies rouges non entourées de bulles de gaz ne sont pas considérés comme coliformes et les *E. coli* sont représentés par les colonies bleues.

II. LES SOURCES D'APPROVISIONNEMENT EN EAU DES COMMUNES

L'approvisionnement en eau dans les communes d'études est de manière générale assuré par les eaux de surface et les eaux souterraines de la région.

1) Les eaux de surface

Grâce au fleuve Casamance et au Soungrougrou, son principal affluent, la région de Sédhiou est bien servie en eau de surface. En plus de ces cours d'eau, il existe de nombreux mares et marigots disséminés à l'intérieur de la région, surtout en période d'hivernage. Toutefois, les eaux de surface restent les ressources les moins utilisées pour l'approvisionnement en eau dans la zone. Cependant, elles sont utilisées pour abreuver le bétail, l'irrigation et rarement pour les activités domestiques.

La commune de Sédhiou se situe près du cours d'eau principal du fleuve Casamance. En plus du fleuve, il y a la présence d'un marigot au Nord de la commune. On note également la présence de deux vallées (Bacoume et Samirong) qui jouent un rôle important dans la riziculture.

La commune de Marsassoum est bordée sur une longueur de 5km environ par le cours d'eau du Soungrougrou, favorisant une diversité des activités économiques (arboriculture, maraichage). A part le cours d'eau, on note également la présence des mares temporaires qui tarissent généralement pendant la saison sèche.

La principale source d'eau de surface des communes de Samine et Tanaff est le fleuve Casamance entaillé par de nombreux affluents et quelques mares temporaires.

Les communes de Kandion Mangana et Djinany ont comme sources en eau de surface le Bintang Bolong (bras du fleuve Gambie) et les mares temporaires dans la forêt qui, généralement, tarissent en saison sèche.

La conductivité du fleuve Casamance mesurée au quartier Kabeumb dans la commune de Sédhiou est de 4920 μ S/cm. L'eau est devenue saumâtre du fait de la remontée de la langue salée.



Photo 8 : Fleuve Casamance à Sédhiou

2) Les eaux souterraines

Les ressources en eau souterraines sont exploitées par des forages et des puits qui captent les nappes du Continental Terminal, de l'Oligomiocène et du Maastrichtien. Elles assurent l'essentiel de l'approvisionnement en eau des populations. Dans la zone d'étude, les forages ne sont pas nombreux (11 forages dont 6 fonctionnels), par conséquent, les puits (plus de 100 dans chaque commune) sont très utilisés.

a) Les puits traditionnels

Généralement forés par les populations, les puits traditionnels se situent souvent à l'intérieur des concessions. Ils sont souvent dépourvus de margelle ou ont une margelle dégradée ou vétuste et ne disposent pas de revêtement ni de dalle cimentée anti-bourbier. Des eaux stagnantes et des dépôts d'ordures sont souvent notés aux alentours des puits (Voire photos 9 et 10). Ce qui expose la nappe à une éventuelle pollution ponctuelle du fait que ces puits sont peu profonds et captent la nappe superficielle du complexe terminal à partir de 1.63m à Mansacounda dans la commune de Tanaff.



Photo 9 : Puits situé à Sankandy dans la commune de Kandion Mangana



Photo 10 : Puits situé à Escale dans la commune de Marsassoum

Dans les communes de Sédhiou, Marsassoum, Samine et Tanaff, les forages sont plus utilisés que les puits. Cette préférence peut être expliquée par le fait que l'eau des forages est plus accessible aux populations et la majeure partie des puits tarissent quand la demande est forte. Les puits servent essentiellement pour le jardinage, les activités domestiques et le bétail. Il serait aussi important de noter que certaines populations préfèrent l'eau des puits car quand ils le voient de façon clair et limpide et l'eau des puits est douce, ils pensent que c'est une eau potable. Ce qui n'est toujours pas le cas. Dans cette zone, les niveaux statiques des puits, captant la nappe du Quaternaire et du Continental Terminal, varient entre 1.63m et 16.55m et les profondeurs peuvent atteindre 17.74m.

Par contre, dans les communes de Kandion Mangana et Djinany où les travaux des forages étaient en cours pendant notre mission, les puits constituaient la seule source

d'approvisionnement en eau. Ils sont plus ou moins profonds avec des niveaux statiques variant entre 5.31 et 34.37m en fonction de la zone où ils se trouvent et les profondeurs peuvent aller jusqu'à 38.61m. La colonne d'eau présente au niveau des puits est parfois inférieure à 1m ainsi la plupart tarissent en fonction de la demande.

b) Les forages équipés de pompe manuelle et les puits modernes

- Les forages équipés de pompe à motricité humaine autrement appelés « système d'exhaure » à motricité humaine » ou « pompe manuelle » sont rarement retrouvés dans la zone d'étude. Ils sont notés uniquement dans la commune de Marsassoum et sont au nombre de deux. Ces types d'ouvrages sont équipés d'un levier manuel, de pédales ou de roues. (Photo 11).



Photo 11: Forage équipé de pompe manuelle situé à Escale dans la commune de Marsassoum

- Les puits modernes sont souvent équipés de pompe manuelle ou pompe solaire. Ils sont mieux protégés que les puits traditionnels. En effet, ces types de puits sont caractérisés par un cuvelage, une couverture, une dalle et une margelle (photo12). Ils sont souvent entourés d'un périmètre de protection et disposent d'abreuvoir pour les animaux.



Photo 12 : Puits équipé de pompe manuelle à Mansacounda dans la commune de Tanaff

Les puits modernes et les forages équipés de pompe manuelle, rarement notés dans la zone, sont très utilisés pour la boisson et pour le bétail. Cependant, les pompes sont souvent en panne du fait du manque de suivi ; par conséquent l'extraction de l'eau au niveau de certains puits modernes se fait à l'aide d'une poulie et d'une corde.

Ils sont souvent implantés dans les écoles et les mosquées. D'ailleurs, ces ouvrages sont généralement réalisés dans le cadre des projets notamment PEPAM, UNICEF, Croix Rouge, AMA, PRIMOCA entre autres.

c) Les forages

Dans la commune de Sédhiou, il existe deux forages qui assurent l'essentiel de l'approvisionnement en eau. Ils captent la nappe du Maastrichtien à des profondeurs de 366m pour le F1 et de 392 m pour le F2. Le forage F1 a été réalisé en 1981 par l'Etat du Sénégal, alors que F2 a été réalisé en 1991 par le PRIMOCA. Ces forages ont été réhabilités en 2017, et se caractérisent par des équipements d'exhaures neufs (photo 13). Ces deux forages fonctionnent 24h/24 et pompent à des débits respectifs de 95 et 43 m³/h. Ils sont équipés de deux châteaux d'eau de capacité 80 m³ sur 10 m et 250 m³ de capacité sur 20m de radier.

Ils fonctionnent à l'électricité et sont gérés par la Sen Eau (ex SDE). Ils polarisent les 6 quartiers de la commune de Sédhiou que sont : Jules Counda, Kabeumb, Moricounda, Santassou, Mansacounda et Montagne Rouge.

La commune de Marsassoum dispose de 3 forages, dont l'un est abandonné. Ce dernier a été réalisé en 1967 et son niveau statique est de 12.4m. Ces ouvrages captent la nappe du Continental Terminal à des profondeurs variant entre 42.9 et 48 m.

Les forages fonctionnels sont équipés d'un moteur diesel qui pompe 8h/jour à un débit de 48m³/h. L'un est réalisé en 1988 par l'Etat du Sénégal, son niveau statique est de 15m. L'autre est réalisé en 2014 par PEPAM/USAID. Ces deux forages assurent la desserte en eau de toute la commune de Marsassoum.

La commune de Samine possède deux forages dont l'un est réalisé par le PUDC et n'était pas encore équipé lors de notre passage. Ils captent la nappe de l'Oligo-Miocène entre 80 et 84m. Le forage fonctionnel est réalisé en 1987 par le Gouvernement japonais. Le niveau statique est de 16.9m. Ce forage polarise 8 villages : Toubacouta (2km), Samine, Sathioum (1,5km), Sindima Santo (1km), Sindima douma (1km), Niafor (2,5km), Dimane (1km) et Kougne (1km). Il est équipé d'un château d'eau de 150m³ sur un radier de 15m et d'un moteur diesel qui fonctionne 6h/jour.

La commune de Tanaff dispose de 2 forages (photo 14) qui captent le Maastrichtien à des profondeurs de 310m. Le forage réalisé en 2018 n'était pas encore équipé lors de notre passage. Le forage fonctionnel alimente ladite commune et deux villages de la commune de Baghère. Il fonctionne 11h par jour et pompe vers un château d'eau de capacité 150m³ sur un radier de 15m.

La commune de Kandion Mangana possède d'un forage réalisé en 2018 et non encore équipé. Il capte la nappe Oligomiocène à une profondeur de 130 m. Ce forage devrait alimenter cinq villages de la commune de Kandion Mangana que sont : Kandion, Faraba, Farading, Dassylamé et Sankandy.

Dans la commune de Djinany le forage était en cours de construction. Il est réalisé dans le cadre du PUDC et polarisera cinq villages de la commune que sont : Djinany, Diankandi Ali Ba, Kerewane, Sare Doulo et Diaounar Gorgui.

Dans la région de Sédhiou, le nombre limité d'infrastructures hydrauliques modernes constitue une véritable contrainte. En effet, sur les 11 forages visités seuls 6 étaient fonctionnels. Et ces derniers sont confrontés à des pannes récurrentes. La majeure partie des ouvrages de captage fonctionnels ont des équipements d'exhaure vétustes notamment les forages de Samine (1987) et de Tanaff (1978) représenté sur la photo 14.

De plus, les conduites sont souvent mal enfuies et sont endommagées dans le cadre de certains travaux (construction de route et assainissement), ce fut le cas dans la commune de Marsassoum et Samine. A cela s'ajoute une faible extension du réseau, surtout notée dans les zones non loties ; ce fait est pratiquement présent dans tous les quartiers de la zone. De surcroît, un manque

de pression au niveau des branchements caractérise les zones situées en altitude, la ressource n'y est disponible que 2h/jour. C'est le cas des quartiers Escale dans la commune de Tanaff et Medina Bouly dans la commune de Samine.

Il y a également la difficulté de disposer d'un branchement privé dû à un manque de moyens pour certaines populations. Par conséquent, ils utilisent l'eau des puits pour satisfaire leur besoin en eau.

Ainsi il existe une réelle disparité en termes d'ouvrages entre les différentes communes, et même au sein des communes.

La situation est plus alarmante au niveau des communes de Kandion Mangana et Djinany, où il y avait une absence totale d'infrastructures hydrauliques modernes (forage) surtout pendant la saison sèche où la plupart des puits tarissent.

Les cours d'eau temporaires (mares et marigots) localisés dans certaines zones et qui participent à abreuver le bétail tarissent également en saison sèche. Ce qui accentue les difficultés d'accès.



Photo 13 : Forage et Château d'eau de Sédhiou



Photo 14 : Forages et Château d'eau de Tanaff

III. PARAMÈTRE DE QUALITÉ DE L'EAU

La qualité de l'eau fait référence à la composition de l'eau telle qu'elle dérive de processus naturels et des activités humaines. Elle décrit les caractéristiques chimiques, physiques et biologiques de l'eau, en rapport avec un usage donné.

La composition chimique des eaux naturelles est très variable d'un réservoir à un autre et dans le temps. En effet elle dépend de la nature des sols, de la végétation environnante et des espèces vivantes présentes dans le milieu.

En dehors de toute influence humaine, la qualité de l'eau résulterait des facteurs naturels que sont : l'altération des roches, les processus d'évaporation atmosphérique, les dépôts de poussières et sables éoliens, le lessivage naturel des matières organiques et nutriments des sols, les processus de ruissellement et l'activité biologique propre aux écosystèmes aquatiques.

L'eau des sources naturelles contient presque toujours des organismes vivants qui font partie des écosystèmes aquatiques. Toutefois certains de ces êtres notamment les bactéries, les protistes et virus peuvent être dangereux s'ils sont présents dans l'eau de consommation.

Pour apprécier la potabilité des eaux, l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) a établi des valeurs guides qui définissent les critères d'une eau de bonne qualité. En effet, l'OMS a défini des concentrations maximales pour les minéraux, les métaux, les bactéries, etc. Pour chaque constituant présent dans l'eau, c'est la valeur maximale que peut en contenir cette eau sans risque sur la santé des populations. Lorsque ces valeurs guides sont dépassées, l'eau peut avoir des effets néfastes sur la santé humaine mais aussi sur le fonctionnement des ouvrages hydrauliques (Tableau 3).

Les êtres humains ont besoin d'eau de bonne qualité et en quantité suffisante pour toute leur activité : eau de consommation courante, agriculture, industrie, etc.

La qualité de l'eau requise varie en fonction de ces usages. Cependant, l'eau de boisson nécessitera des critères de pureté les plus draconiens.

Dans le cadre de ce travail, la qualité des eaux est étudiée à partir des résultats d'analyse des échantillons prélevés au niveau des forages et des puits en fonction de l'aquifère captée pour un certain nombre de paramètre.

Tableau 3: Les normes de qualité de l'eau OMS, 2017, modifié

Paramètre	Norme OMS	Teneur mesurée	Risque
Température	Non spécifique	25.7°C – 38°C	Santé humaine
pH	6.5 – 8.5	4.53 – 8.5	Forage, santé ; agriculture
TDS	<1000 mg/l	174 – 2930 mg/l	Santé ; agriculture
Fer	<0.3 mg/l	0.2 – 2.6 mg/l	Colmatage de forage
Manganèse	<0.4 mg/l	0.2 mg/l	Obstrue les filtres de forage
Nitrate	<50 mg/l	0.05- 40 mg/l	Santé humaine
Arsenic	<10 µg/l	0 – 50 µg/l	Santé humaine
E. coli	0 colonie /100 ml	0 – 10 ⁶	Santé humaine
Coliformes totaux	0 colonie/100 ml	0 -10 ⁶	Santé humaine

1) Les paramètres physiques

a) La température

Elle joue un rôle important dans la solubilité des sels et des gaz et influe sur beaucoup de paramètres. Dans notre étude, les températures des eaux obtenues varient entre 25.7 et 38°C avec une moyenne de 30°C. Ces valeurs sont supérieures à la température favorable pour la croissance des bactéries qui va de 25 à 30°C. Cependant, il n'y a pas de directives spécifiques associées à la température de l'eau selon l'OMS. Les hautes températures de l'eau peuvent favoriser la croissance microbienne.

Ces fluctuations de la température pourraient être expliquées par la profondeur des ouvrages. Les nappes libres ou superficielles sont en contact avec l'atmosphère, donc prennent la température ambiante, tandis que celles profondes épousent le gradient thermique, et ont des températures plus élevées.

b) Le pH

Le potentiel hydrogène (pH) dépend de l'origine des eaux ou de la nature du substratum géologique. Les mesures de pH ont été effectuées directement sur le terrain. Des valeurs de pH élevés peuvent entraîner une incrustation sur les tuyaux et provoquer une précipitation des nutriments. Des valeurs de pH bas peuvent entraîner la corrosion des tuyaux et les filtres de forage. La recommandation est de 6.5 à 8 pour l'eau potable selon l'OMS.

Les valeurs de pH sont très variables dans la zone d'étude. En effet, celles des eaux prélevées au niveau des puits et du forage de Marsassoum, captant le Continental Terminal, varient entre 4.53 et 7.86. La majeure partie de ces ouvrages ont des pH qui répondent aux normes de l'OMS. Toutefois, on peut observer des valeurs de pH légèrement acide dans le forage équipé de pompe manuelle située à Badiocounda dans la commune de Djinyany.

Les ouvrages captant le Maastrichtien au niveau des forages ont des valeurs de pH neutre à légèrement basique comprises entre 7.83 (forages de Tanaff) et 8.5 (forage de Santassou à Sédhiou). La plupart des eaux exploitées dans les puits et forages répondent aux normes de l'OMS. (Figure 12)

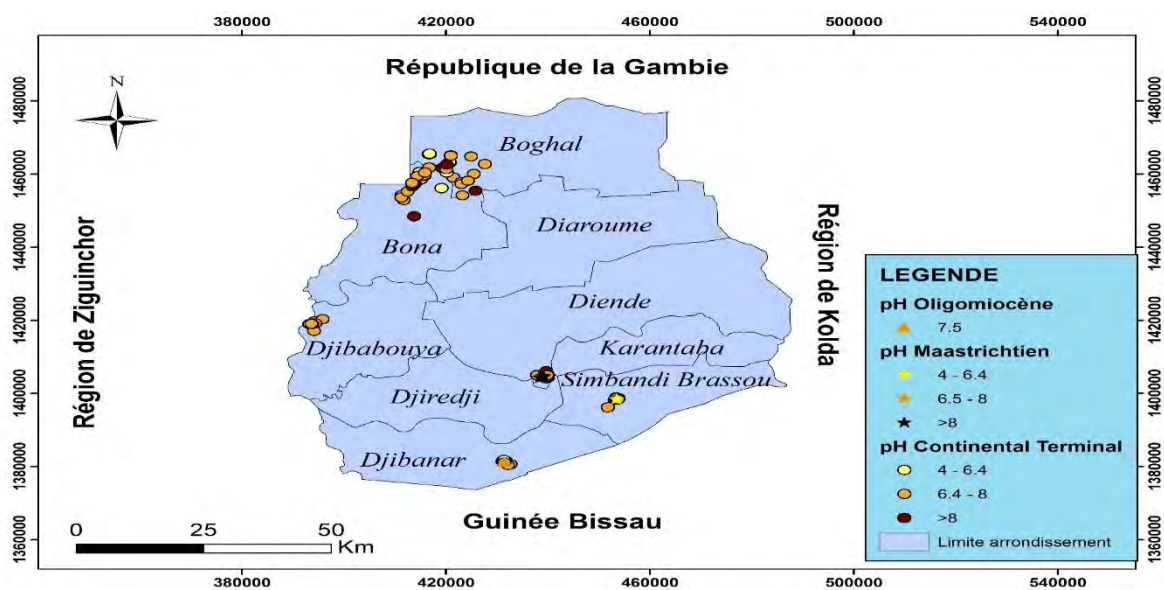


Figure 12: Distribution spatiale du pH des nappes captées

c) La Conductivité et le TDS

Ces deux paramètres sont liés par la relation : $TDS = CE * 0.6$

La conductivité d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau. Elle est également fonction de la température de l'eau, en d'autres termes la conductivité est plus importante lorsque la température augmente. La conductivité peut ne pas être un paramètre présentant un risque pour la santé. Cependant, une conductivité élevée peut modifier le goût de l'eau et être néfaste pour l'agriculture.

Les valeurs de conductivités électriques mesurées dans les eaux souterraines captant la nappe du Continental Terminal varient globalement entre 295 et 1420 $\mu S/cm$. Les plus grandes valeurs

sont observées au niveau d'un forage équipé de pompe manuelle à Badiocounda (Djinany) et au niveau d'un puits à Jules Counda (Sédhiou). Ces valeurs élevées sont observées dans les ouvrages où les activités humaines sont importantes.

Cependant, au niveau des forages captant le Maastrichtien, les valeurs de conductivité électriques mesurées varient entre 308 et 805 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Figure13).

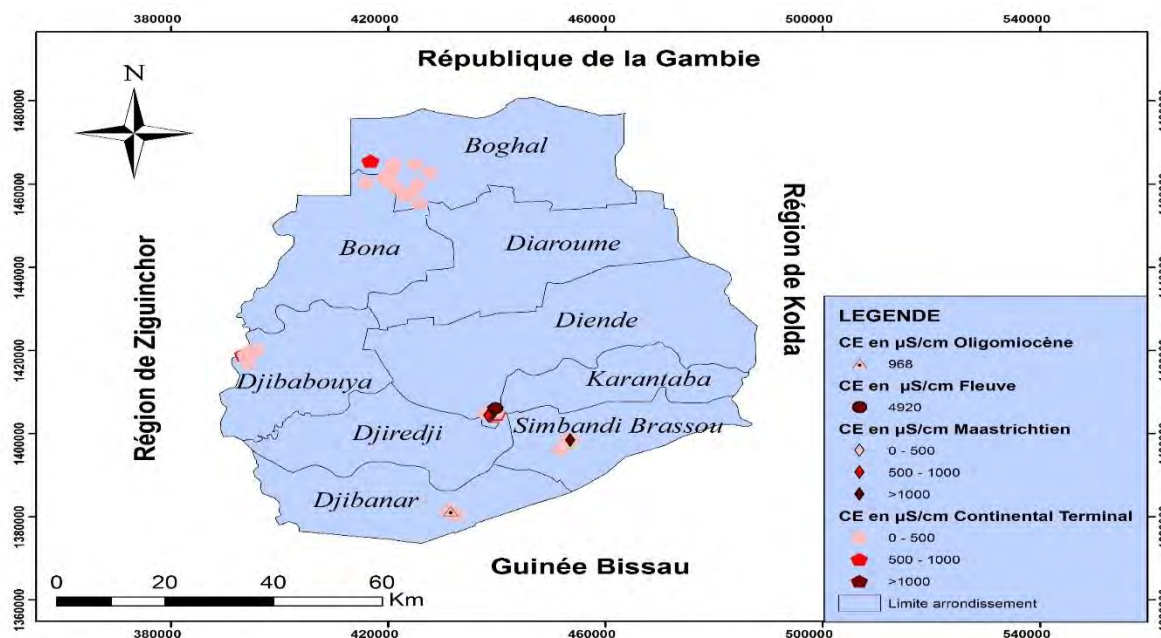


Figure 13: Distribution spatiale de la conductivité électrique

Dans la zone d'étude, les eaux souterraines présentes un caractère d'eau douce faiblement à moyennement minéralisés. En effet, elles ont des valeurs de TDS inférieures au standard de l'OMS qui est de 1000mg/l car la plus grande valeur de TDS mesurée est de 852mg/l (Figure14).

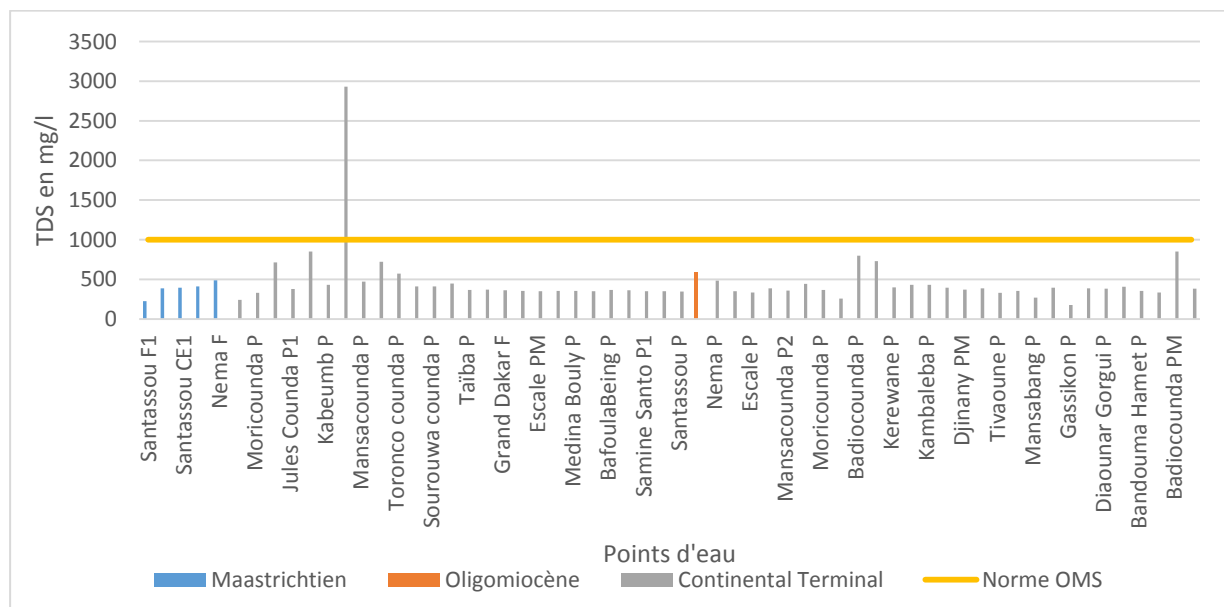


Figure 14 : Histogramme des TDS des différents points d'eau dans la zone d'étude

2) Composition chimique

a) Fer

Le fer est l'un des métaux les plus abondants de la croûte terrestre. Il peut se dissoudre dans les eaux souterraines. L'OMS recommande une teneur en fer inférieure à 0.3mg/l. Lorsque la concentration dépasse 0.3 mg/l, le fer peut modifier le goût et la couleur de l'eau. Cependant, ses concentrations sont généralement sans risque pour la santé.

Il peut également obstruer les filtres de forage et favoriser la croissance des « bactéries de fer », qui tire leur énergie de l'oxydation du fer ferreux en fer ferrique et formes des dépôts.

La teneur en fer des sources d'AEP localisées dans le domaine d'étude varie entre 0.2 et 2.6mg/l. Un forage équipé de pompe manuelle captant la nappe du Continental Terminal située à Nema dans la commune de Tanaff présente la plus grande concentration de Fer dans la zone. Les forages captant le Maastrichtien ont des teneurs en fer variant entre 0.2 et 2mg/l. En ce qui concerne la nappe de l'Oligomiocène captée par le forage de Samine, la concentration en fer est de 0.6mg/l.

Les figures 15 et 16 montrent que dans la zone d'étude, la concentration en fer des eaux souterraines est généralement supérieure à la valeur guide de l'OMS (0,3 mg/l). Ce taux élevé de fer pourrait être associé à la dissolution des roches latéritiques présentent dans la zone ou aux problèmes de corrosion des ouvrages.

La nappe du Continental Terminal a des concentrations faibles en fer dans les communes de Sédhiou, Samine, Marsassoum, Kandion Mangana et Djinany. Par contre les valeurs en fer sont élevées dans la commune de Tanaff. Pour le Maastrichtien les teneurs en fer sont élevées dans la commune de Tanaff et faible à Sédhiou.

Parmi les forages échantillons, seuls ceux de Marsassoum captant la nappe du Continental Terminal et un de Santassou captant le Maastrichtien répondent aux normes de l'OMS (0.2mg/L).

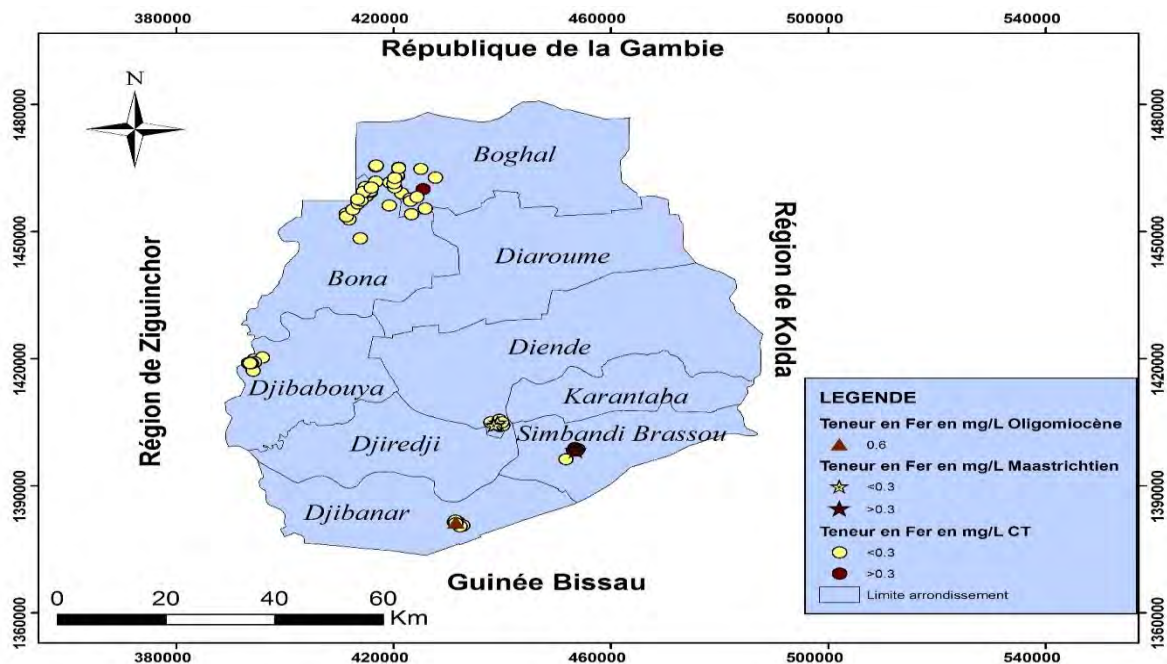


Figure 15: Distribution spatiale de la teneur en Fer dans les différents aquifères

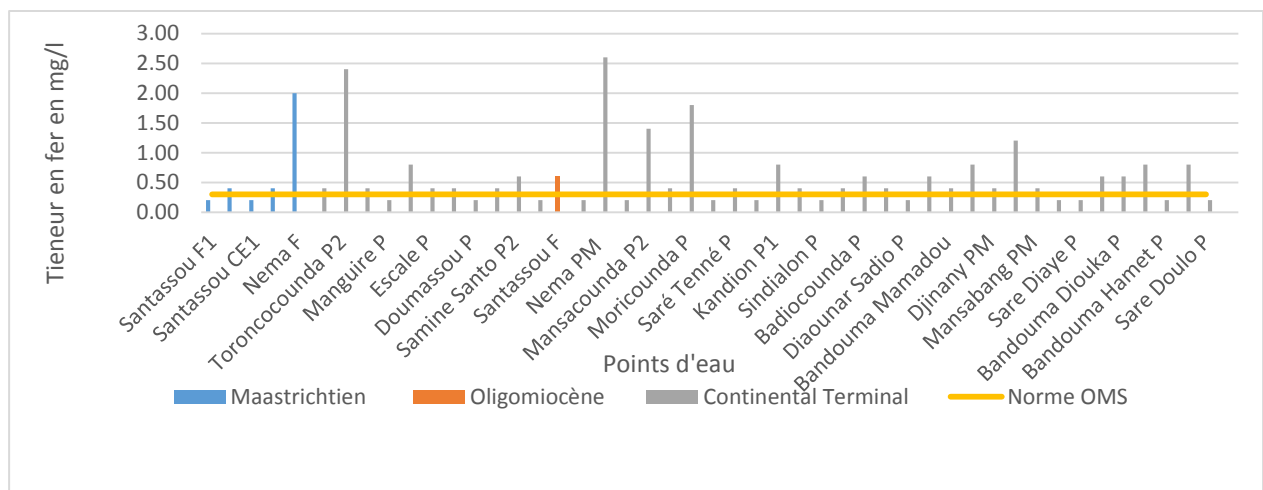


Figure 16: Histogramme de la teneur en fer des points d'eau échantillonnés

b) Nitrate

Le nitrate est un élément naturel. Les nitrates ne sont pas nocifs en soit pour la santé. Mais sous l'action d'une bactérie présente dans le corps humain, ils se transforment en nitrites. Ceux-ci oxydent l'hémoglobine du sang qui ne peut plus fixer l'oxygène, ce qui perturbe la respiration cellulaire.

Le principal problème de santé lié aux nitrates est la formation de la méthémoglobinémie, appelée « syndrome du bébé bleu ». Il peut provoquer une cyanose (décoloration bleue ou

violette de la peau) et, à des concentrations plus élevées, asphyxie (privation d'oxygène, perte de conscience ou mort).

La concentration en nitrates dans les eaux souterraines est normalement faible, mais peut atteindre des niveaux élevés en raison de la lixiviation ou du ruissellement des terres agricoles ou de la contamination des déchets humains ou animaux, résultant de l'oxydation de l'ammoniac et de sources similaires.

La concentration ne doit pas dépasser 50 mg/l d'après l'OMS. Les kits que nous avons utilisés mesurent des taux de nitrate inférieurs ou égaux à 40mg/l.

Les résultats des analyses ont montré une faible teneur en nitrate pour la plupart des points d'eau. La plus grande valeur (>40 mg/L) est obtenue à partir d'un échantillon prélevé dans un puits situé à Nema dans la commune de Tanaff. Les forages captant le Maastrichtien et l'Oligomiocène ont des teneurs en nitrate ≤ 0.05 mg/l. Le forage de Marsassoum captant le Continental Terminal a une teneur de 0.65 mg/l. L'ensemble des eaux des forages ont des concentrations faibles en nitrate (Figure 17).

Comme les fortes concentrations en nitrate contenues dans les eaux souterraines ont généralement une origine anthropique, nous pouvons dire que l'environnement des forages dans cette zone ne favorise pas une pollution des eaux par le nitrate. En effet, la plupart des forages hydrauliques dispose d'un périmètre de protection dans lequel aucune activité humaine telle que l'agriculture utilisant les engrais chimiques n'est pratiquée. Les valeurs de nitrates les plus élevées sont notés au niveau des puits traditionnels. Ces derniers ne sont pas profonds et se situent pour la plupart à l'intérieur des concessions donc assez proches des fosses septiques, des micros jardins et des fumiers d'animaux. Les puits présentent rarement de périmètre de protection ce qui pourrait entraîner une pollution en nitrate.

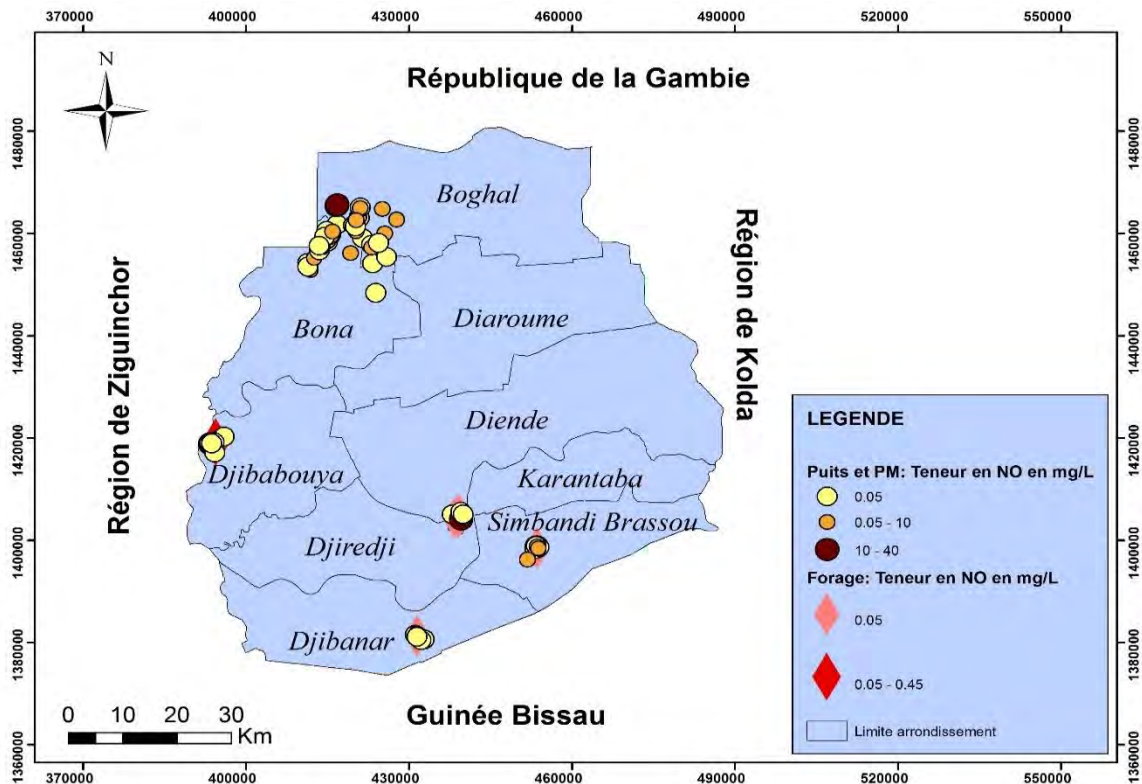


Figure 17: Distribution spatiale de la teneur en Nitrate des différents ouvrages échantillonnés

c) Manganèse

Le manganèse est l'un des métaux les plus abondants de la croûte terrestre, généralement associé au fer. Il peut obstruer les filtres de forage. Selon l'OMS, sa teneur doit être inférieure à 0.4 mg/l.

Les tests effectués sur les différents points d'eau n'ont montré une présence de manganèse qu'au niveau du puits de Bading à Tanaff et au niveau du forage équipé de pompe manuelle de Badiocounda à Djinany avec des valeurs de 0.2mg/l. Ces ouvrages captent la nappe du Continental Terminal.

La teneur en manganèse des eaux des autres sources d'AEP est inférieure à 0.2 mg/l.

d) Arsenic

L'arsenic est largement distribué dans la croûte terrestre. Il peut causer le cancer chez les humains, en particulier dans la peau, dans la vessie et les poumons. Il est introduit dans les sources d'eau potable principalement par la dissolution de minéraux et de minerais naturels dans les eaux souterraines. La valeur doit être inférieure à 0.01mg/l selon l'OMS.

Les valeurs obtenues au cours de l'étude sont comprises entre 0 et 50 $\mu\text{g/l}$. La présence de l'arsenic dans la zone est notée uniquement au niveau des puits captant l'aquifère du Continental Terminal (Figure 18). La plus grande valeur est mesurée au niveau du puits de Djinany (50 $\mu\text{g/l}$). Dans la commune de Djinany, plusieurs puits présentent des valeurs d'Arsenic de 30 $\mu\text{g/l}$. Les puits de la commune de Kandion Mangana aussi dépassent largement la norme concernant l'arsenic (Voir figure 19). Les points d'eau contenant de l'arsenic doivent être surveillés car le traitement des eaux contaminées à l'arsenic est difficile.

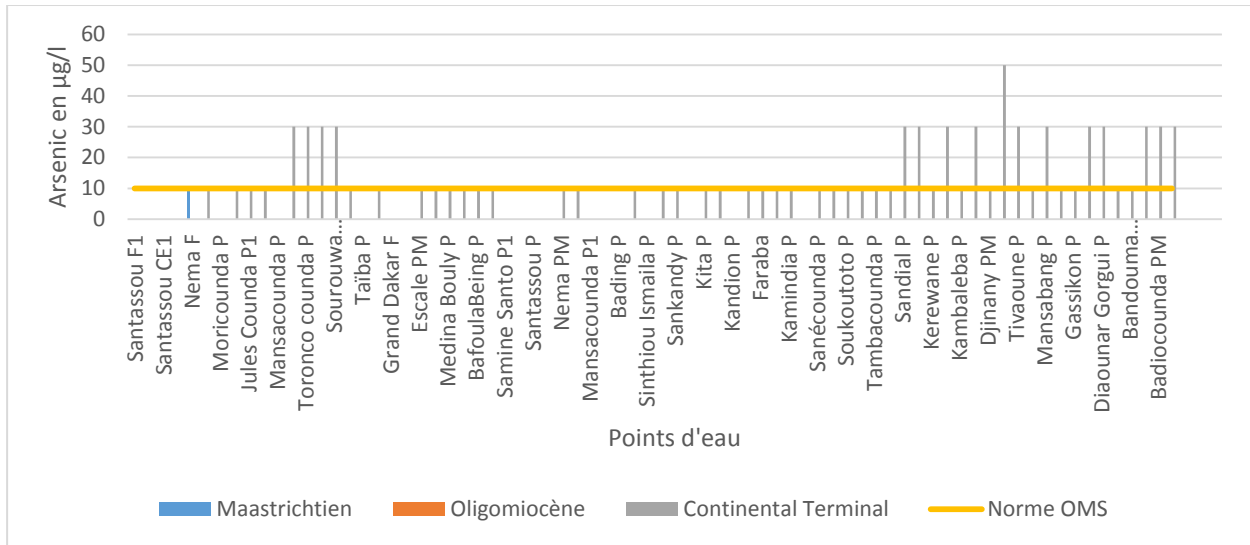


Figure 18: Teneur en Arsenic des points d'eau



Figure 19 : Distribution spatiale de la teneur en arsenic des différents ouvrages échantillonnés

3) Les paramètres bactériologiques

La qualité microbiologique de l'eau est évaluée en mesurant la présence de bactéries indicatrices de contamination fécale (*E. coli*, coliformes).

Les coliformes totaux constituent un groupe de bactéries que l'on retrouve fréquemment dans l'environnement. Ils n'entraînent en général aucune maladie mais leur présence indique qu'une source d'approvisionnement en eau peut être contaminée par des micro-organismes plus nuisibles (Bureau de la protection de la santé Canada).

E. coli est le seul membre du groupe des coliformes totaux que l'on retrouve exclusivement dans les matières fécales des humains et des animaux. Sa présence dans l'eau indique une contamination récente par des matières fécales et peut indiquer la présence possible de pathogènes responsables de maladies, comme des bactéries, des virus et des parasites.

Selon les recommandations de l'OMS, la concentration maximale acceptable de coliformes totaux dans l'eau potable est d'aucun coliforme détectable par 100ml. Cependant, les quantités de coliformes et d'*E. coli* notés au niveau des ouvrages dépassent largement ce standard (Figure 20, 21 et 22).

L'analyse microbiologique de l'eau montre que la présence des coliformes totaux est plus remarquée au niveau des puits surtout traditionnels. Parmi les 5 forages testés, deux forages présentent une contamination en coliformes. Il s'agit d'un des forages de Sédhiou (16/ml) et du forage de Samine (2/ml). *E. coli* n'est présent dans aucun forage.

En effet, les nappes captées par les forages sont profondes, donc bien protégées. Ainsi, lorsque les forages sont bien scellés et disposent de périmètre de protection, ils sont protégés de la contamination ponctuelle. C'est le cas du forage de Marsassoum représentée sur la photo 15.



Photo 15: Test bactériologique du forage de Marsassoum

Cependant la présence des coliformes totaux peut être due par la présence de bactéries se trouvant à l'intérieur des tuyaux du fait du vieillissement des infrastructures d'exhaure ou à l'environnement de l'ouvrage.

Les *E. coli* sont presque absents au niveau des puits modernes et mini forages, le nombre de coliformes totaux aussi n'est pas significatif pour la plupart des cas. Sur la photo 16, le test bactériologique effectué sur la pompe manuelle de Badiocounda n'a montré aucune contamination en coliformes totaux.

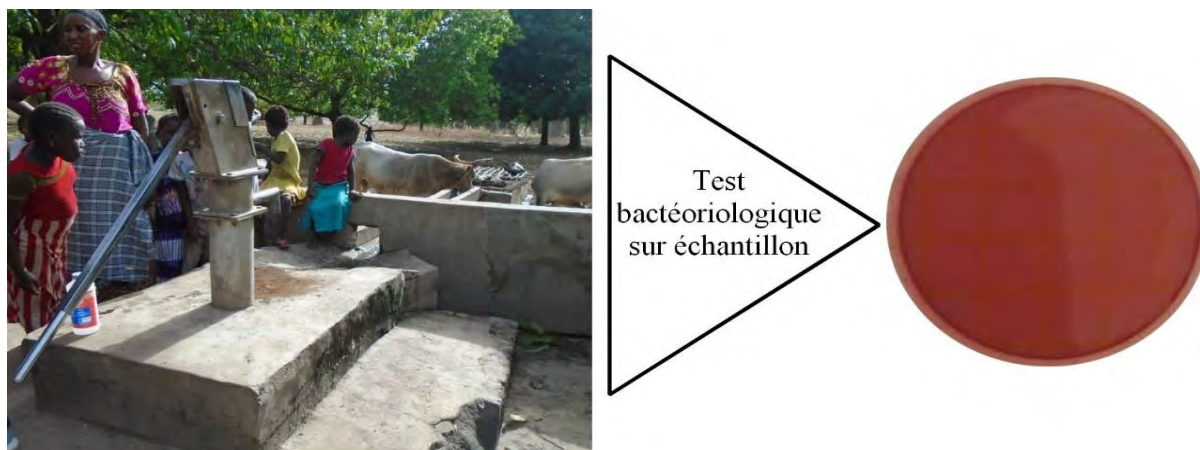


Photo 16: Test bactériologique de la pompe manuelle à Badiocounda dans la commune de Djinany

Par contre, la majorité des puits traditionnels testés sont contaminés aux coliformes totaux et à *E. coli*. La valeur la plus grande est de 10^6 . Elle a été notée sur des échantillons prises au niveau de certains puits traditionnels se trouvant dans les communes de Kandion Mangana (Kandion 10^6 coliformes et 160 *E. coli*/ml d'eau ; Faraba 10^6 coliformes et 40 *E. coli*/ml d'eau) et de Djinany (10^6 coliformes et 10^6 *E. coli* à Douma Mama, Djinany, Tivaouane et Saré Doulo).

Dans ces deux communes, tous les ouvrages enregistrent la présence de coliformes exceptés un forage équipé de pompe manuelle à Badiocounda dans la commune de Djinany (photo 15) et un puits bien couvert équipé de panneaux solaires. Une absence totale de forage a été signalée dans ces communes bien que des travaux de forage fussent en cours, donc les puits majoritairement très pollués aux coliformes totaux sont utilisés pour l'ensemble des besoins en eau des populations.

Pour les autres puits, les valeurs varient de 0 à 160 pour *E. coli* et le nombre de coliformes totaux va de 0 à 209.

Ceux-ci pourraient être liés au fait que les puits captent la nappe superficielle qui est vulnérable à la pollution, mais aussi au fait que les puits traditionnels sont mal construits. Ils sont dépourvus pour la plupart de margelle, couverture, dalle, et périmètre de protection ou bien les équipements sont vétustes. Les puits de Moricounda (photo 17) et de Kankaba (photo 18) peuvent servir d'exemple. En effet les tests bactériologiques ont montré un grand nombre de coliformes totaux.

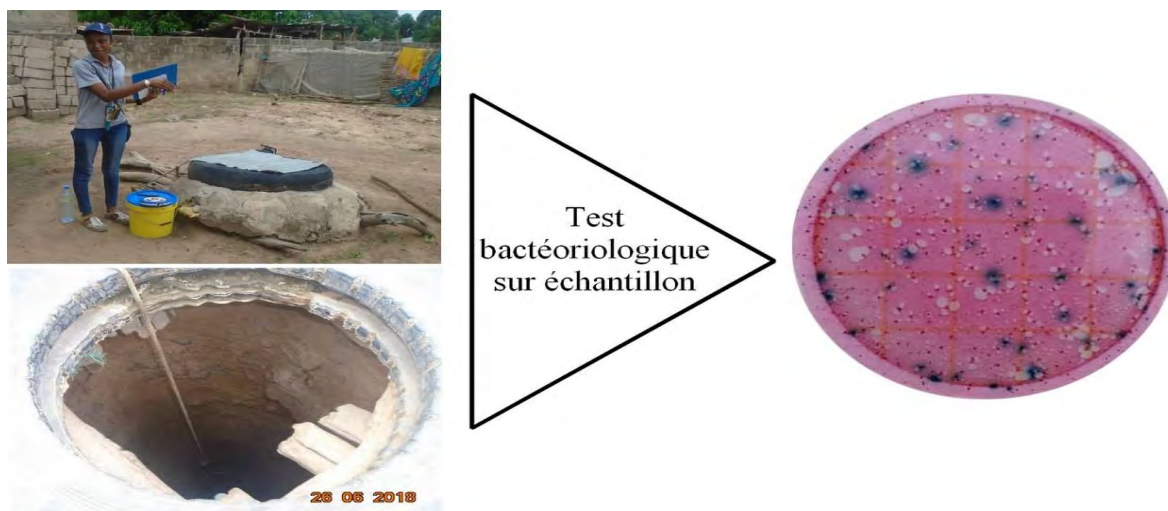


Photo 17: Test bactériologique du puits de Moricounda dans la commune de Tanaff

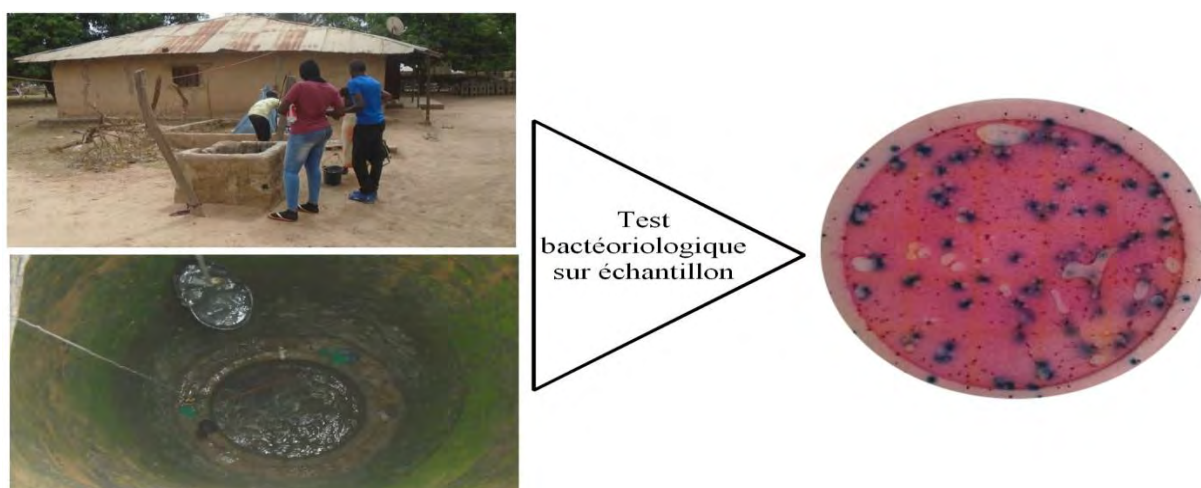


Photo 18 : Test bactériologique du puits de Kankaba

De plus dans la région, les puits se situent non loin ou à l'intérieur des concessions ; ce qui fait que les fosses septiques et les fumiers de bétail sont proches des puits. Ceci pourrait s'infiltrer et atteindre la nappe ou la pénétration peut se faire par le biais des cordes et seau qui sont utilisés

pour le puisage de l'eau. Ce qui accroît les risques de contamination par matières fécales humaines ou animales.

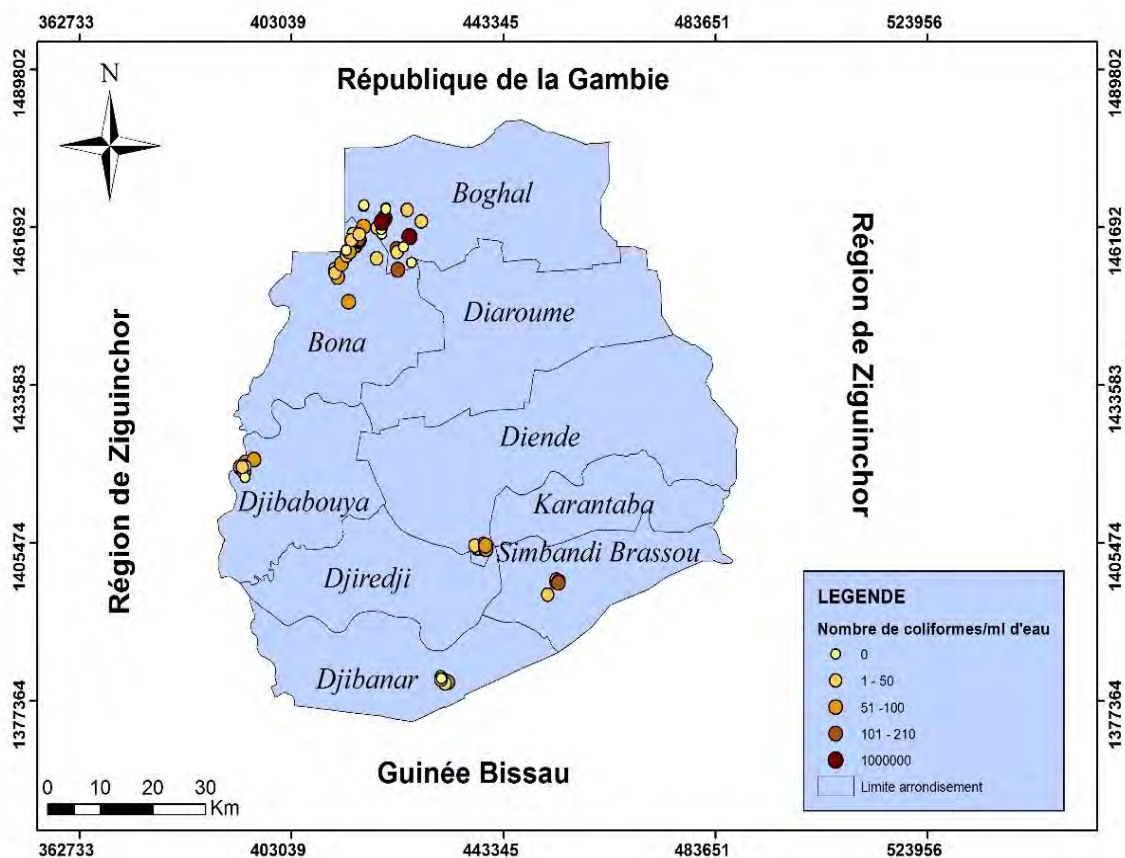


Figure 20: Distribution spatiale des coliformes totaux

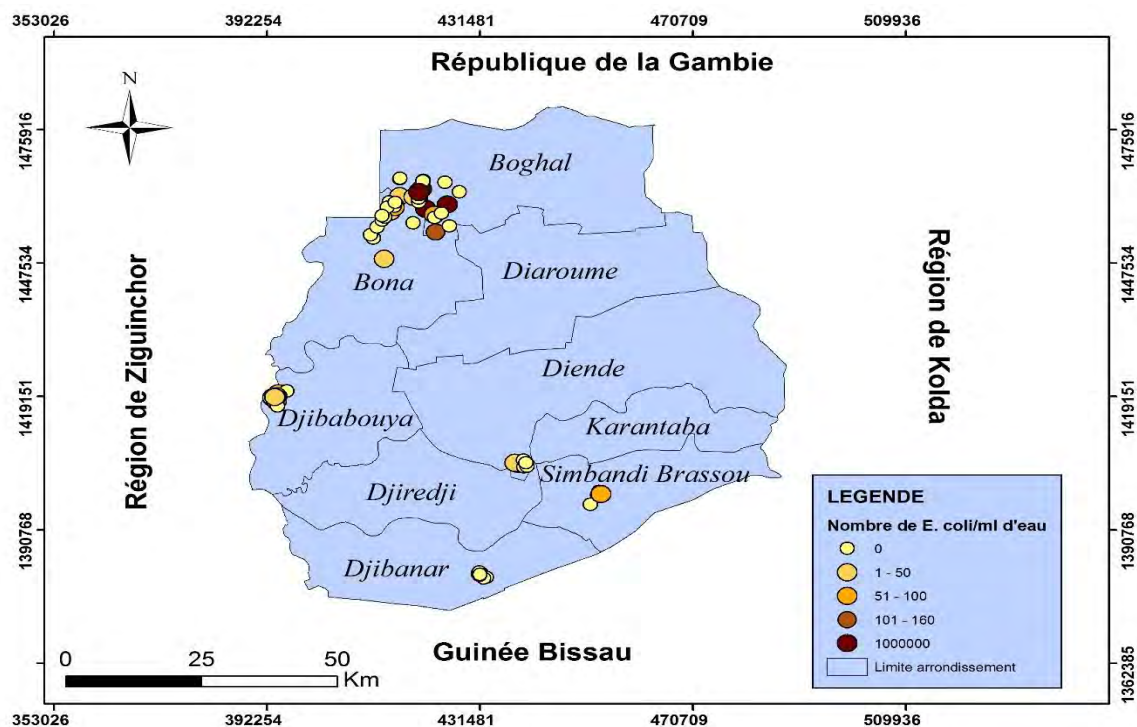


Figure 21: Distribution spatiale des *E. coli*

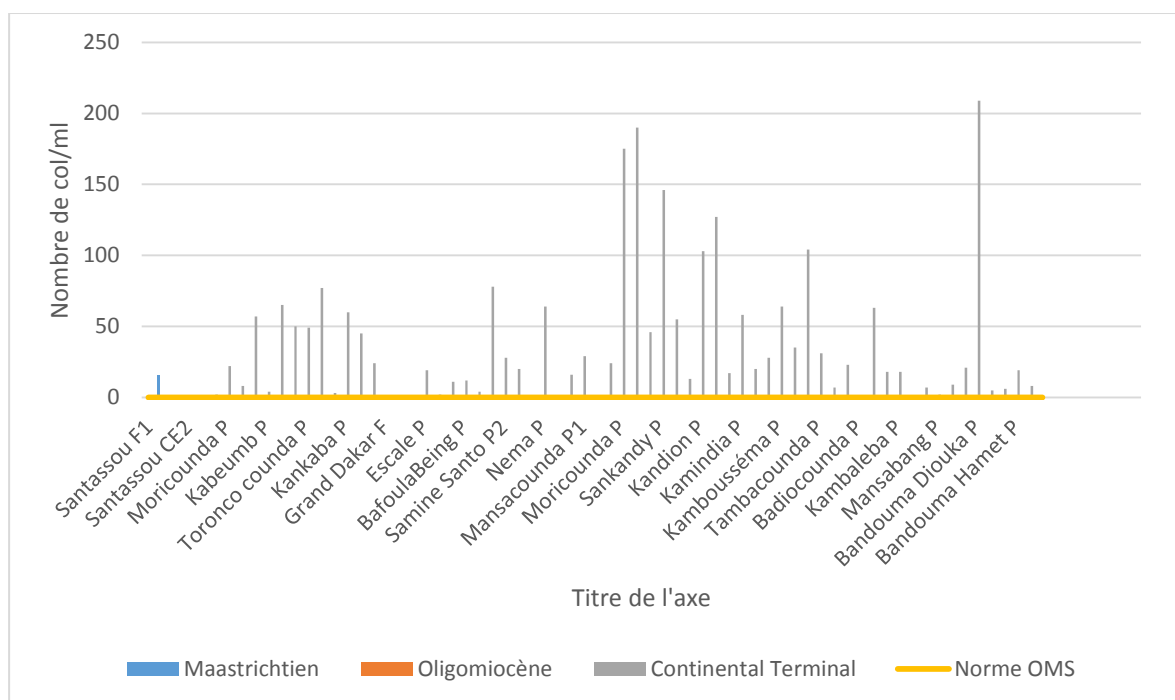


Figure 22 : Nombre de coliformes totaux présents au niveau des ouvrages

CONCLUSION GÉNÉRALE

La région de Sédhiou fait partie des régions les plus pluvieuses du Sénégal et dispose d'importantes ressources en eau de surface. Cependant, l'accès et la qualité de l'eau dans cette région peuvent être améliorés.

Les eaux souterraines constituent les principales sources d'approvisionnement en eau. Elles sont contenues dans les aquifères du Continental Terminal, de l'Oligomiocène et du Maastrichtien. Ces ressources en eau sont exploitées à l'aide des forages motorisés, puits traditionnels et forages/puits équipés de pompe solaire ou de pompe à motricité humaine.

Les difficultés d'accès à l'eau sont liées essentiellement au nombre insuffisants de forage dans les communes (6 fonctionnels), l'ancienneté des équipements favorisant la baisse de la production, la mauvaise gestion des ouvrages et les pannes récurrentes. De ce fait, les puits restent les ouvrages les plus utilisés dans la zone.

Quant à la qualité de l'eau, concernant le TDS, le manganèse et le nitrate, elle est satisfaisante en se référant aux standards de l'OMS. Cependant concernant l'arsenic et le fer, les valeurs dépassent largement les standards pour la nappe du Continental Terminal. Dans certaines localités, principalement dans les communes de Kandion Mangana et Djinany, la concentration en arsenic peut atteindre 50µg/l et les teneurs en fer peuvent aller jusqu'à 2.6mg/l.

Les problèmes liés à la qualité bactériologique sont plus remarqués au niveau des puits traditionnels. Rares sont les puits qui répondent aux normes de l'OMS (0 colonies de coliformes et de *E. coli*/100ml). Ils sont plus exposés à la pollution car sont rarement couverts et sont généralement localisés dans des endroits favorisant des risques de contamination (eaux stagnantes, lieux de dépôts d'ordures, enclos de bétail ...).

RECOMMANDATIONS

Au terme de cette étude, quelques recommandations peuvent être formulées à l'endroit des autorités, des partenaires au développement et des populations pour une meilleure amélioration de la disponibilité et de la qualité de l'eau dans les communes de Sédhiou.

Dans un premier temps, pour résoudre les difficultés d'accès à l'eau, il serait nécessaire, pour les autorités de l'hydraulique, de développer des programmes pour la remise en bon état des forages dans la zone notamment la réparation et réhabilitation des forages de Samine et de Tanaff. Il faudra aussi passer à la finalisation et à l'équipement des forages des nouveaux forages de Samine et Tanaff.

Une extension du réseau d'adduction d'eau serait bénéfique pour les populations qui habitent dans les quartiers périphériques.

Des programmes de réparation des puits et forages équipés de pompes à motricité humaine en panne ou défectueux devrait aussi être mis en place pour réduire les difficultés d'accès à l'eau et ainsi réduire l'utilisation des puits traditionnels dont la qualité de l'eau pose souvent des problèmes de santé.

Il faudrait également suivre régulièrement les concentrations en arsenic des puits et automatiquement arrêter leur consommation si les concentrations en arsenic sont supérieures à 10µg /l.

Des sensibilisations devraient aussi être organisées sur tout ce qui pourrait causer des risques de pollutions pour les puits : ces derniers ne doivent pas être proches des fosses septiques ni des dépôts d'ordures par exemple. Il faut aussi promouvoir la consommation de l'eau des forages, plutôt que celle des puits, car meilleur en qualité.

Ensuite, les populations sont aussi fortement recommandées de désinfecter l'eau des puits avant usage. Ceci pourrait être une solution contre la contamination des eaux en coliformes totaux.

Enfin, il serait indispensable pour une bonne qualité et un accès aux sources en eau, de promouvoir une gestion intégrée des ressources en eau. En effet, l'eau est une ressource limitée et vulnérable qui est indispensable à la vie, au développement et à l'environnement ; il faut donc assurer une bonne gestion et la protection de la ressource. La mise en valeur et la gestion de l'eau doivent avoir un caractère participatif, il faut associer les utilisateurs, les planificateurs et les décideurs à tous les niveaux. Les décisions doivent être prises à l'échelon compétent le plus bas en accord avec les acteurs.

BIBLIOGRAPHIES

- Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie (2012) : Situation économique et sociale régionale, p.12
- Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie (2015) : Situation économique et sociale régionale 2013, p. 107
- BA. I, (2018). Etude diagnostique de l'accès à l'eau multi-usage dans la région de Tambacounda : cas de communes de Koussanar et de Koumpentoum. Mémoire de Master 2 en Géologie mention Hydrogéologie, UCAD
- Brunet- Moret, Yves. (1967). Etudes hydrologiques en Casamance
- Bureau de la protection de la santé au Canada : les faits en eau potable, Bactéries coliformes – Coliformes totaux et *E. coli*
- Dacosta, H. (1989). Précipitations et Ecoulements sur le bassin de la Casamance. Thèse de doctorat de 3^{ème} cycle en géographie, Université Cheikh Anta Diop de Dakar
- DGPRES (2014) : Note contributive pour le conseil des ministres délocalisés à Sédhiou et Note hydrogéologie de la zone de Sédhiou, Division Hydrogéologie
- DGPRES (2015) Répertoire des forages du Sénégal
- Diallo, I. (2016). Problématique d'accès à l'eau potable et qualité physico chimique des eaux souterraines au Sud Est du Sénégal : Cas du département de Kolda, Mémoire de Master, Université Cheikh Anta Diop de Dakar
- Dieng, M. (1965). Contribution à l'étude géologique du continental terminal du Sénégal (Travaux effectués de 1962 à 1965), Bureau de Recherches Géologiques et Minières Dakar
- Dièye, T. B (2012). Etude d'élaboration d'un plan local d'hydraulique et d'assainissement (PLHA) : Cas de Makakoulibantang (SENEGAL). Mémoire de Master d'ingénierie en eau et assainissement, Institut international d'ingénierie de l'eau et de l'environnement
- Diop, E. Salif, Le Boureiller, Catherine, Saos, Jean Luc. (1987). Aspects géologique et géomorphologique de la Casamance, Etude de la sédimentation actuelle
- Gestion de la qualité de l'eau au Sénégal, Orientations sectorielles et retours d'expériences PEPAM, OFOR, DGPRES, ADOS, Compte rendu Vendredi 29 juin 2018, Résidences Mamounes, Dakar

- Malou, R. (1992). Etudes des aquifères superficiels en basse Casamance : un modèle de bilan hydrique. Thèse de doctorat de 3^{ème} cycle en géologie : mention hydrogéologie, Université Cheikh Anta Diop de Dakar
- Malou, R. (2004). Impact du climat sur les ressources en eau souterraines en zone soudano-sahélienne. Thèse de doctorat ès Sciences naturelles de géologie appliquée, Université Cheikh Anta Diop de Dakar
- Ndao. C, (2018). Etude diagnostique de l'accès à l'eau multi-usage dans la région de Ziguinchor : cas de communes de Kataba 1, Sindian et Diouloulou. Mémoire de Master 2 en Géologie mention Hydrogéologie, UCAD
- ONAS, 2018 : Accès à l'eau potable et à l'assainissement : le Sénégal se maintient sur la trajectoire de la performance
- OMS, 2004 : Directive de qualité pour l'eau de boisson
- PRDI, Sédhiou 2013
- Sané, Moustapha. (2015) Note sur les ressources en eaux du Sénégal : Zones potentielles pour le transfert d'eau, Direction de l'hydraulique
- USAID/ACCES (2018) : Support technique MUS.

ANNEXES

Tableau 1 : Données pluviométriques de la région de Sédhiou de 1960 à 2013

Années	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc.
1960	0	0	0	0	0	167.4	330.8	595.4	582.7	104.3	0	0
1961	0	0	0	0	0	187.2	278.6	520	465.6	41.6	1.2	0
1962	0	0	0	0	32.6	104	190.9	460.5	378.4	105.4	0	0
1963	0	0	0	0	0	69	376.8	580.2	232.3	368.5	0	0
1964	0	0	0	0	14.7	148.9	312.2	397.6	230.7	37.2	0	0
1965	0	0	0	0	0	90.6	385.8	509.9	518.4	137.1	0	0
1966	0	0	0	0	0	201	109	357.5	316.3	332.4	0	0
1967	0	0	0	0	0	88.5	278	337.1	556.9	193.6	0	0
1968	0	3.8	0	0	0	71.1	182.9	190.6	215.3	134.9	0	0
1969	0	0	0	0	18.6	57.2	622	584.9	488.6	212.7	0	0
1970	0	0	0	0	105.3	113.9	252.3	383.1	156.1	46.9	0	0
1971	0	0	0	0	10.3	130.5	302.4	262.2	262.9	63.4	0	0
1972	0	0	0	0	2.9	52.2	226.3	268.6	213.8	82.4	0	0
1973	0	0	0	0	0	177.1	218.1	401.9	189.3	31.3	0	0
1974	0	0	0	0	9.3	19.1	358.9	362.2	287	27.3	7.7	0
1975	0	0	0	0	2	1.1	687.6	360.5	457.9	47.4	0	0
1976	0	0	3.8	0.1	46.2	109.9	196.6	360.9	164.4	165.3	22.6	5.3
1977	0	0	0	0	0	83.3	236	172.6	320.6	74.4	0	0
1978	0	0	0	0	3.5	123.7	316.5	384.1	147.3	144.7	15	16
1979	8.2	0	0	0	35	226.7	204.2	212.2	149.6	64.1	28	0
1980	0	8.2	0	0	0.5	34.9	191.6	291.2	202.2	23.7	0	0.5
1981	0	0	0	0	30	168.9	290.6	363.2	187.2	137.7	0	0
1982	0	0	0	0	36.8	110.5	203.2	299	122.6	101	0	0
1983	0	0	0	0	39.1	135.8	181.2	168.8	170.5	15.9	0	0
1984	0	0	0	0	12.7	371	302.9	242.6	128.4	15.2	0	7.5
1985	0	0	0	0	0	85.3	231.1	222.5	309.4	12.7	0	6.4
1986	0	0	0	0	0	84.2	165.3	368.6	356.1	52.8	0	0
1987	0.6	0	0	0	3	170.8	238.6	338.1	300.1	95.1	0	0
1988	0	0	0	0	13.4	108.9	199.9	355.6	310	62	0	0

1989	0	0	0	0	0	150	231.2	313.1	350.5	183.3	0	0
1990	0	0	0	0	0	68.9	174	454.4	170.6	77.1	0	0
1991	0	0	0	0	0	11	320.7	237.9	102.7	101.4	0	0
1992	0	0.9	0	0	27.6	49	283.2	408.5	199.8	55	0	0
1993	0	0	0	0	7.8	134.8	376.1	324.9	286.5	75.7	0	0
1994	0	0	0	0	2.6	150.1	404.5	281.5	294.7	80.9	0	0
1995	0	0	0	0	4.6	108.2	201.6	0	0	0	0	0
1996	0	0	0	0	7.7	108.4	353.3	304	259	57	23	0
1997	0	0	0	0	7.7	108.4	262.3	304	259	57	23	0
1998	0	0	0	0	0	85	203.5	217	347.6	75.3	0	0
2000	0	0	0	0	0	130.6	216	234.5	243	81	0	0
2001	0	0	0	ND	0	197	322	161.3	258	ND	0	ND
2002	0	0	0	0	0	79	142	99.2	275.9	113.5	0	0
2003	ND	ND	ND	ND	0	ND	362.5	426.7	284.1	ND	ND	ND
2004	0	0	0	0	8	170.8	294.4	ND	179.8	136.8	0	0
2006	0	0	0	0	2.1	279	185.7	256.6	389.4	176	0	0
2007	ND	ND	ND	ND	0	52.5	188.2	316.5	287	27	12	0
2008	0	ND	ND	ND	6	225.1	269.2	354	247.5	67	0	0
2009	0	0	0	0	0	74	248	410.8	ND	48	25	0
2010	0	0	0	ND	ND	111	462	427	410.3	44.1	15	0
2011	0	0	0	0	4	78	165.5	457	124	37.5	0	0
2012	0	0	ND	ND	41.5	135	373	569	473.5	57.5	0	0
2013	ND	ND	ND	ND	27	10.5	81.4	190.4	221.2	105.5	ND	ND

Tableau 2 : Températures moyennes maximales en °C de la région de Sédhiou de 2007 à 2017

Années	Janv.	Févr.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc.
2007	34.7	37	39.4	40.7	40.6	37.6	39.2	33.2	34	37.7	37.8	35.7
2008	34.4	38.1	40.5	41.7	41.1	38	33.7	33.4	34.2	35.2	38.2	36.2
2009	33.5	37.3	39.7	41.5	40.8	37.6	33.6	32.4	32.9	34.5	34.3	35.1
2010	37.2	39.7	42.1	42	41.1	36.8	33.1	32.4	32.5	34.2	36.2	36.2
2011	35.3	37.4	40.6	41.6	41.3	36.5	34.2	32.3	33.6	34.7	36.1	35.4
2012	36.5	36.8	40.5	41.3	40.3	37.8	33.2	32.5	33.4	35.9	36.4	34.2

2013	34.7	39.6	41.8	41.4	41.2	37.6	34.4	31.6	33.7	35	35.4	34.7
2014	36.5	37.6	40.3	42.3	39.8	37.2	35	32.4	32.8	35	35.6	35.2
2015	35.8	38.4	40	41.7	41	38.4	34.4	32.8	33.5	33.9	34.9	33.3
2016	35.7	38.2	41.1	41.8	41.5	38.5	34.1	33.2	33.5	36.1	36.2	35.1
2017	36.4	38.7	41.8	41.5	40.5	37.2	33.2	32.3	34.4	35.9	36	34.3

Tableau 3 : Températures moyenne minimales en °C de la région de Sédhiou de 2007 à 2017

Années	Janv.	Févr.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc.
2007	13.8	16.2	19	21.9	23.5	24.5	23.9	23.5	22.9	22.7	17.1	13
2008	11.8	16.9	19.8	22.6	24	24.4	23.8	23.3	22.8	23.2	18.7	14.8
2009	13.2	18	21.1	22.1	24.1	25	24	23.6	23.7	23.2	18.2	13.9
2010	13.2	19	21.7	24.7	25.9	25.1	23.8	23.9	23.4	23.4	18.3	15.9
2011	15.4	17.5	20.6	23.4	24.3	24.8	24.3	23.6	23.3	22.8	18.3	13.1
2012	15	19.2	21.3	23.4	24.4	24.9	23.7	23.8	23.4	23.8	21.8	14.2
2013	14.3	16.6	21.1	21.6	24.2	25.1	24	23.8	23.9	23.4	20	16.4
2014	15.6	16.4	19.4	22.7	24.3	25.4	25	23.7	23.2	23.9	20.1	16.3
2015	15.7	18.3	21	22.5	25.1	25.3	24.5	23.7	23.9	23.7	19.8	15
2016	16.9	16.8	20	22.7	24	24.3	24.4	24.2	23.3	24	20.9	17.2
2017	14.7	17.4	22.2	23	25.1	24.9	24.2	23.6	23.9	24.3	20.6	15.1

Tableau 4 : Humidité maximale mensuelle (%) de la Sédhiou de 2007 à 2017

Années	Janv.	Févr.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc.
2007	89	84	75	78	80	88	96	98	97	96	96	93
2008	83	83	82	88	81	91	97	97	97	97	96	90
2009	74	68	64	69	80	86	95	96	97	96	96	95
2010	91	83	84	77	81	90	96	97	97	95	96	95
2011	83	66	74	76	78	87	94	96	96	95	94	83
2012	66	46	66	70	82	88	95	96	96	94	92	84
2013	81	78	80	81	80	86	93	96	95	94	92	82
2014	77	56	70	78	80	87	91	95	95	94	92	80

2015	69	63	83	79	78	84	92	95	95	94	93	87
2016	88	78	70	76	84	84	96	97	98	96	93	84
2017	81	70	79	79	79	91	97	98	98	97	95	85

Tableau 5 : Humidité minimale mensuelle (%) de la Sédhiou de 2007 à 2017

Années	Janv.	Févr.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc.
2007	17	14	16	19	27	44	58	73	69	61	34	24
2008	15	18	19	24	27	72	65	70	67	61	40	23
2009	19	20	19	16	26	41	61	67	66	59	41	35
2010	24	24	22	27	33	47	67	71	69	60	37	31
2011	23	21	23	22	28	49	58	68	65	59	38	19
2012	16	13	19	23	32	45	65	68	66	58	44	25
2013	24	15	20	25	29	43	57	71	63	59	41	27
2014	20	11	16	23	36	44	55	65	64	55	39	27
2015	19	18	16	22	29	38	58	65	64	61	42	29
2016	30	19	19	27	34	42	62	66	67	56	36	27
2017	18	15	20	18	30	44	62	70	65	50	36	22

Tableau 6 : Détail des points d'eau inventoriés dans les différentes communes

Communes	Village/ Quartier	Point d'eau	Coordonnées UTM	Niveau statique (m)	Prof. (m)	An de Réalisation	Source d'énergie
S E D H I O U	Santassou	F1	28P 0439073E/ 1404488N	-	-	1981	Electrique
	Santassou	F2	28P 0438473E/ 1404367N	-	-	1991	Electrique
	Santassou	C E	28P 0439163E/ 1404927N	-	-	1976	NA

	Santassou	C E	28P 0438484E/ 1404339N	-	-	-	NA
	Santassou	P	28P 0439395E/ 1404820N	15.42	17.74	1994	Humaine
	Moricounda	P	28P 0437898E/ 1405031N	11.9	12.27	2012	Humaine
	Montagne Rouge	P	28P 0439568E/ 1404124N	12.82	13.1	1977	Humaine
	Jules Counda	P	28P 0440093E/ 1404335N	5.28	6.66	1968	Humaine
	Jules Counda	P	28P 0440066E/ 1404615N	7.56	8.15	1958	Humaine
	Kabeumb	P	28P 0439491E/ 1405584N	13,43	14,17	2012	Humaine
	Kabeumb	F	28P 0439719E/ 1406086N	-	-	-	-
	Mansa Counda	P	28P 0439926E/ 1405035N	6,08	4,56	1952	Humaine
M A R S A S	Toronco Counda	P	28P 0393347E/ 1418832N	4.54	4.9	2006	Humaine
	Toronco Counda	P	28P 0393256E/ 1418956N	4.6	5.02	-	Humaine

S O U M	Belali	P	28P 0393950E/ 1418198N	12.16	12.34	1998	Humaine
	Sourouwa Counda	PMH	28P 0393708E/ 1418181N	`	-	-	Humaine
	Sourouwa Counda	P	28P 0393695E/ 1418605N	7.76	8.22	1970	Humaine
	Kankaba	P	28P 0394302E/ 1419796N	6.83	7.29	1998	Humaine
	Taïba	P	28P 0395864E/ 1420305N	7.83	8.68	1999	Humaine
	Grand Dakar	P	28P 0394032E/ 1419182N	11.07	11.23	2006	Humaine
	Grand Dakar	F	28P 0394402E/ 1419143N	12.4	42.9	1967	Diesel
	Grand Dakar	F	28P 0394418E/ 1419144N	15	48	1988	Diesel
	Grand Dakar	F	28P 0394396E/ 1419078N	—	—	2014	Diesel
	Grand Dakar	P	28P 0394398E/ 1419114N	—	—	—	—
	Manguiers	P	28P 0394184E/ 1417127N	14,1	8,57	1994	Humaine

	Escale	PMH	28P 0393829E/ 1418954N	-	-	2012	Humaine
	Escale	P	28P 0393626E/ 1418993N	6,22	5,77	1938	Humaine
S A M I N E	Medina Bouly	P	28P 0431802E/ 1381438N	16.55	18.1	-	Humaine
	Cité Balante	P	28P 0431919E/ 1380870N	16.4	16.8	2006	Humaine
	Bafoula Beng	P	28P 0431151E/ 1381477N	9.38	9.9	1988	Humaine
	Doumassou	P	28P 0431384E/ 1381785N	9.79	10.06	1986	Humaine
	Samine Santo	P	28P 0432701E/ 1380631N	15.46	16	2013	Humaine
	Samine Santo	P	28P 0432180E/ 1380442N	14.63	17.61	2006	Humaine
	Santassou	F	28P 0431498E/ 1381306N	16,9	80	1987	Diesel
	Santassou	F	28P 0431476E/ 1381306N	-	-	2017	NA
	Santassou	P	28P 0431442E/ 1381114N	15,2	14,96	2011	Humaine

	Santassou	P	28P 0431424E/ 1381151N	16,9	250	1979	NA
T A N A F F	Nema	F	28P 045352E/ 1398431N	-	-	1978	Electrique/ Diésel
	Nema	F	28P 0453519E/ 13984521N	-	-	2018	-
	Nema	P	28P 04534931E/ 1398693N	12.23	12.66	2008	Humaine
	Nema	PMH	28P 0453151E/ 1398258N	-	-	2003	Humaine
	Escale	P	28P 0453932E/ 1398636N	3.67	4.19	2008	Humaine
	Mansa Counda	P	28P 0453397E/ 1398935N	1.63	2.44	2018	Humaine
	Mansa Counda	P	28P 0483538E/ 1398802N	-	-	Humaine	
	Bading	P	28P 0451766E/ 1396221N	8,91	12,16	2013	Humaine
	Mori Counda	P	28P 0453791E/ 1398371N	8,34	8,43	1982	Humaine
K A N D	Sinthiou Ismaila	P	28P 0423271E/ 1454152N	34.37	38.61	—	solaire
	Saré	P	28P	14.51	15.73	1999	Humaine

I O N M A N G A N A	Tenné		0416714E/ 1461810N				
	Sankandy	P	28P 0415642E/ 1459963N	7.58	8.04	1983	Humaine
	Koboyel	P	28P 0423821E/ 1448451N	12.95	16.96	2016	Humaine
	Kita	P	28P 0419167E/ 1456161N	22.57	23.03	2003	Humaine
	Kandion	P	28P 0414975E/ 1458439N	7.2	8.01	1958	Humaine
	Kandion	P	28P 0415062E/ 1458510N	6.89	10.55	2003	Humaine
	Kandion	F	28P 0415279E/ 1458424N	—	—	2018	Diesel
	Faraba	P	28P 0415760E/ 1459429N	15.25	15.64	2015	Humaine
	Faraba	P	28P 0415767E/ 1459658N	13.5	17.01	2003	Humaine
	Dassilamé	P	28P 0414794E/ 1460573N	9.42	11.74	2011	Humaine
	Kamindia	P	28P 0411807E/ 1452902N	13,37	15,14	2013	Humaine
	Sindialon	P	28P 0411318E/	12,84	13,04	1988	Humaine

			1454255N				
	Sané Counda	P	28P 0411299E/ 1453589N	12,38	13,18	2008	Humaine
	Kambous séma	P	28P 0412500E/ 1455220N	11,37	12,53	1960	Humaine
	Soukoutoto	P	28P 0413448E/ 1456669N	10,4	14,09	2015	Humaine
	Faranding	P	28P 0413964E/ 1457312N	14,05	15,9	2016	Humaine
	Tamba Counda	P	28P 0414432E/ 1459428N	10,73	13,74	2014	Humaine
	Kansamadia	P	28P 0413428E/ 1457633N	9,53	12,24	2015	Humaine
	D J I N A N Y	Diankandi Ali Ba	P 28P 0422606E/ 1463295N	11.86	11.24	2018	Humaine
		Sandial	P 28P 0427702E/ 1462758N	5.51	10.95	2016	Humaine
		Badion Counda	P 28P 416675E/ 1465452N	7.84	8.78	2016	Humaine
		Badion Counda	PMH 28P 0416874E/ 1465484N	-	-	2004	Humaine
		Badion Counda	PMH 28P 0416768E/	-	-	2011	Humaine

		1465606N				
Sare Doulo	P	28P 0420188E/ 1462641N	10.98	11.66	1993	Humaine
Kerewane	P	28P 0420015E/ 1461804N	9.45	10.12	1984	Humaine
Diaounar Sadio	P	28P 0419291E/ 1461650N	9.09	11.29	2016	Humaine
Kambaleba	P	28P 0415891E/ 1460429N	9.26	10.21	2011	Humaine
Bandouma Mamadou	P	28P 0421432E/ 1459096N	15.16	16.06	1988	Humaine
Djinany	F	28P 0420609E/ 1462934N	-	-	-	-
Djinany	PMS	28P 0420773E/ 1463165N	-	-	2009	Solaire
Djinany	P	28P 0420698E/ 1463289N	7.73	8.02	2013	Humaine
Tivaouane	P	28P 0425483E/ 1460033N	26.13	27.2	2016	Humaine
Mansabang	PMH	28P 0420985E/ 1465116N	-	-	2011	Humaine
Mansabang	P	28P	5.5	7.45	2008	Humaine

		0420947E/ 1465013N				
Sare Diaye	P	28P 0420193E/ 1460482N	5.31	9.6	1958	Humaine
Gassikon	P	28P 0425001E/ 1464789N	10.26	NA	1998	Humaine
Bandouma Diouka	P	28P 0423055E/ 1457820N	25.2	25.78	-	Humaine
Diaounar Gorgui	P	28P 0420094E/ 1461380N	10.12	11.31	1918	Humaine
Sare Yoro Mballo	P	28P 0425844E/ 1455436N	31.82	33.79	2012	Humaine
Bandouma Hamet	P	28P 0423082E/ 1457257N	22.51	23.31	1987	Humaine
Boudouk El Omar	P	28P 0424344E/ 1458184N	32.5	33.5	1993	Humaine

Tableau 7 : Synthèse des paramètres physico-chimiques et bactériologiques de l'eau des points d'eau visités

Com mune	Village/ Quartier	Point d'eau	pH	Condu- tivité μS/cm	TDS mg/l	T °C	Fe mg/l	Mn mg/l	As μS/cm	NO ₃ mg/l	Total Coli- formes /ml	E. coli /ml
S E	Santassou	F	8.5	380	225	33.8	0.20	<0.2	0	<0.05	0	0
	Santassou	F	8.29	633	385	32.4	0.40	<0.2	0	<0.05	16	0

D H I O U	Santassou	C E	8.47	648	392	35.5	0.20	<0.2	0	<0.05	0	0
	Santassou	C E	8,48	651	410	32.2	0.40	<0.2	0	<0.05	0	0
	Santassou	P	6,26	397	239	30.6	<0.2	<0.2	10	8.00	2	0
	Moricounda	P	5,43	551	330	31.2	0.20	<0.2	0	0.60	22	18
	Montagne Rouge	P	4.86	1195	715	29.3	0.20	<0.2	10	34.00	8	1
	Jules Counda	P	5.55	632	376	28.6	0.40	<0.2	10	6.00	57	0
	Jules Counda	P	5.8	1420	852	29	-	-	-	-	-	-
	Kabeumb	P	4.76	719	429	31.38	<0.2	<0.2	10	0.45	4	2
	Kabeumb	F	7.86	4920	2930	30.5	-	-	-	-	-	-
	Mansacounda	P	5.65	784	470	28.7	<0.2	<0.2	0	0.50	65	2
M A R S A S S O U M	Toronco Counda	P	4.78	1191	723	29.1	<0.2	<0.2	30	30.00	50	16
	Toronco Counda	P	5.07	954	571	27.6	2.40	<0.2	30	0.30	49	10
	Belali	P	7.17	679	410	28.1	0.40	<0.2	30	8.00	77	37
	Sourouwa Counda	PMH	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Sourouwa Counda	P	5.32	671	412	29.7	<0.2	<0.2	30	10.00	3	0
	Kankaba	P	5.42	739	445	29.6	<0.2	<0.2	10	10.00	60	54
	Taïba	P	6.1	613	364	28.3	<0.2	<0.2	0	0.25	45	1
	Grand Dakar	P	6.1	621	369	29.6	<0.2	<0.2	10	0.65	24	14
	Grand Dakar	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Grand Dakar	F	5.49	620	360	28.0	<0.2	<0.2	0	0.45	0	0

	Grand Dakar	F	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Grand Dakar	P	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Manguir	P	5,93	599	355	29,7	0,2	<0.2	0	1.00	0	0
	Escale	PMH	5,38	587	348	32.0	0,8	<0.2	10	6.00	0	0
	Escale	P	5,97	598	355	29,6	0.40	<0.2	10	0,10	19	11
S A M I N E	Medina Bouly	P	5.37	596	355	30.1	<0.2	<0.2	10	6.00	2	1
	Cité Balante	P	5.35	575	348	31.4	0.40	<0.2	10	6.00	11	0
	Bafoula Beng	P	5.36	603	367	30.2	<0.2	<0.2	10	4.00	12	4
	Doumassou	P	5.15	607	360	31.2	0.20	<0.2	10	8.00	4	0
	Samine Santa	P	5.66	586	348	34	0.40	<0.2	0	0.45	78	7
	Samine Santa	P	6.14	589	349	32.3	0.60	<0.2	0	0.10	28	5
	Santassou	F	7,5	968	582	30,8	0,6	<0.2	0	0,05	2	0
	Santassou	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Santassou	P	6,20	581	346	31,4	0,2	<0,2	0	0,15	20	2
	Santassou	P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T A N A F F	Nema	F	7.83	805	487	33.3	2.00	<0.2	10	<0.05	0	0
	Nema	P	4.71	806	481	29.8	1.00	<0.2	30	>40	64	12
	Nema	PMH	6.42	588	349	38.0	2.60	<0.2	10	2.00	0	0
	Escale	P	5.56	563	333	31,9	0.20	<0.2	10	4.00	16	4
	Mansa Counda	P	5.42	641	385	29.8	0.20	<0.2	0	0.60	29	3
	Mansa Counda	P	5.81	604	357	30.3	1.40	<0.2	0	8.00	0	0
	Bading	P	6,20	745	441	30,2	0,4	0,2	0	12.00	24	0

	Moricounda	p	6,16	806	366	31,1	1,8	<0.2	10	6.00	175	35
K A N D I O N M A N G A N A	Sinthiou Ismaila	p	5.36	—	—	30.5	0.20	<0.2	0	<0.05	190	110
	Saré Tenné	P	5.6	—	—	31.0	0.40	<0.2	10	4.00	46	8
	Sankandy	P	4.65	—	—	31.0	<0.2	<0.2	10	2.00	146	54
	Koboyel	P	6.4	—	—	29.0	0.20	<0.2	0	4.00	55	9
	Kita	P	4.58	—	—	32.2	0.20	<0.2	10	8.00	13	1
	Kandion	P	4.93	—	—	32.0	0.80	<0.2	10	4.00	10 ⁶	160
	Kandion	P	5.49	—	—	32.6	0.40	<0.2	0	6.00	103	13
	Kandion	F	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Faraba	P	5.09	—	—	33.3	0.20	<0.2	10	6.00	10 ⁶	40
	Faraba	P	5.33	—	—	30.8	0.20	<0.2	10	6.00	127	2
	Dassilamé	P	5.1	—	—	31.0	0.20	<0.2	10	4.00	17	0
	Kamindia	P	5,93	-	-	33,8	<0.2	<0.2	10	8.00	58	0
	Sindialon	P	5,31	-	-	34,2	0,2	<0.2	0	2.00	20	0,2
	Sané Counda	P	5,43	-	-	32,4	0,4	<0.2	10	4.00	28	1
	Kambous séma	P	5,62	-	-	26,3	0,2	<0.2	10	6.00	64	1
	Soukoutoto	P	7,06	-	-	25,7	<0.2	<0.2	10	4.00	35	1
	Faranding	P	7,05	-	-	25,8	0,2	<0.2	10	6.00	104	4
	Tambacounda	P	5,86	-	-	26,7	0,2	<0.2	10	2.00	31	2
	Kansamadia	P	6,22	-	-	26.0	0,2	<0.2	10	4.00	7	0
D J I N A	Mansabang	P	6.58	592	352	30.6	0.20	<0.2	10	6.00	9	0
	Sandial	P	5.4	426	256	28.3	0.40	<0.2	30	18.00	23	0
	Badiocounda	P	4.7	1356	798	29.8	0.60	<0.2	30	38.00	1	0

N Y	Badiocou nda	PMH	4.6	1208	730	29.8	-	-	-	-	-	-
	Kerewane	P	4.78	687	397	28.2	0.40	<0.2	10	0.80	63	23
	Diaounar Sadio	P	6.78	785	429	26.4	0.20	<0.2	30	8.00	18	16
	Kambaleb a	P	5.51	737	430	27.0	0.60	<0.2	10	10.00	18	5
	Bandoum a Mamadou	p	5.51	658	393	26.6	0.40	<0.2	30	0.40	10 ⁶	10 ⁶
	Djinany	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Djinany	P	7.51	618	371	29.1	0.80	<0.2	10	2.00	0	0
	Djinany	p	5.18	600	387	31.3	0.40	<0.2	50	10.00	10 ⁶	10 ⁶
	Tivaouane	p	6.09	557	330	31.4	1.20	<0.2	30	6.00	10 ⁶	10 ⁶
	Mansaban g	PMH	7.33	590	353	31.7	0.40	<0.2	10	2.00	7	0
	Mansaban g	P	6.32	451	267	30.7	0.20	<0.2	30	10.00	2	0
	Sare Diaye	P	5.21	644	392	27.4	0.20	<0.2	10	10.00	9	2
	Gassikon	P	5.98	295	174	29.8	0.60	<0.2	10	6.00	21	0
	Bandoum a Diouka	P	6.05	632	384	26.6	0.60	<0.2	30	2.00	209	29
	Diaounar Gorgui	P	5.31	641	380	28.0	<0.2	<0.2	30	0.15	5	0
	Sare Yoro Mballo	P	6.71	671	405	31.4	0.80	<0.2	10	2.00	6	0
	Bandoum a Hamet	P	5.38	597	352	31.6	0.20	<0.2	10	8.00	19	5
	Boudouk El Omar	P	5.9	552	335	31.0	0.80	<0.2	30	4.00	8	2
	Badiocou nda	PMH	4.53	1420	852	31.5	0.80	0.20	30	22.00	0	0

	Sare Doulo	P	6.67	634	382	27.2	0.2	<0.2	30	8.00	10 ⁶	10 ⁶
--	---------------	---	------	-----	-----	------	-----	------	----	------	-----------------	-----------------

Tableau 8 : Fiche d'enquête

INFORMATIONS SUR LE SITE			
REGION:		DATE:	
DEPARTMENT:		COORDONNEES UTM :	
COMMUNE:		POINT D'EAU (IRH):	
VILLAGE:			

INTERVIEWS			
DRH:		CHEF DU VILLAGE :	
CHEF BRIGADE :		CONDUCTEUR FORAGE	
MAIRE DE COMMUNE :		DATE DE MISE EN SERVICE	
INTERVIEW AVEC D'AUTRES PERSONNES QUE CELLES CITEES CI-DESSUS :			

QUESTIONNAIRE			
UTILISATIONS DE L'EAU DANS LE VILLAGE (Cochez toutes réponses qui s'appliquent, expliquez davantage si nécessaire)		☐	Expliquer
	DOMESTIQUE		
	BETAIL		
	IRRIGATION/JARDINAGE		
	TRANSHUMANANCE		
	AUTRE		
SOURCES D'APPROVISIONNEMENT EN EAU (Cocher tout ce qui s'applique, estimer le nombre)		☐	Nombre d'unités
	PUITS		
	FORAGE		
	COURS D'EAU (FLEUVE/RIVIERE)		
	AUTRE		
EST-CE QUE LES SOURCES EN EAU TARISSENT?		☐	Période/ fréquence?
	PUITS		
	FORAGE		
	FLEUVE		

	AUTRE		
--	-------	--	--

LA DEMANDE EN EAU EST ELLE SATISFAITE ?		OU I	NON
	PUITS		
	FORAGE		
	COURS D'EAU (FLEUVE/RIVIERE)		
	AUTRE		

Nombre de villages approvisionnés par le forage ? (Liste des Villages)	
--	--

Heures de fonctionnement du forage - Heures/Jours, notez la variation saisonnière	
Nombre de concessions raccordées au réseau:	

Nombre de bornes fontaines raccordées (Fonctionnel & non-Fonctionnel ?) :	
---	--

Coût de l'eau ? (Par ex Coût par m ³ , par tête de bétail, pour irrigation)
--

EVOLUTION DE LA POPULATION AU COURS DES 10 DERNIÈRES ANNÉES ? :	
---	--

Liste des photographies

☐

PHOTO GÉNÉRALE DU SITE	☐
TETE DE FORAGE	
COMPTEUR DU FORAGE	
SOURCE D'ÉNERGIE	
CHÂTEAU D'EAU	
FUITES NOTÉES	
PUITS	
POMPE A MOTRICITE HUMAINE	
BORNE FONTAINE	

Autres Informations:

Tableau 9 : fiche point d'eau

INFORMATIONS SUR LE SITE			
REGION:		DATE:	
DEPARTEMENT:		COORDONNEES UTM :	
COMMUNE:		TYPE DE POINT D'EAU (PUITS,	
VILLAGE:		FORAGE, COURS D'EAU) :	
		IDENTIFIANT DE POINT D'EAU :	
DÉTAILS DU SYSTÈME D'EAU (À PARTIR DONNEES PLAQUE D'INFORMATION OU BASE DE DONNÉES)			
ÉQUIPÉ DE POMPE À MOTRICITE HUMAINE ? _____		PUITS, MODERNE OU TRADITIONNEL :	
AQUIFERE:		DATE DE RECEPTION :	
PROFONDEUR DU FORAGE:		HAUTEUR DU RADIER CE:	
NIVEAU STATIQUE :		VOLUME DU RESERVOIR/CE :	
PROFONDEUR DE POMPE :		ORGANISME DE FINANCEMENT :	
RABATTEMENT :		SOURCE D'ENERGIE :	
INFORMATIONS SUPPLÉMENTAIRES NON INDIQUÉES CI-DESSUS :			

QUALITÉ DE L'EAU		
Conductivité électrique ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Fer (Fe) (mg/L):	
Solides totaux dissous (mg/L):	Manganèse (Mn) (mg/L):	
Température ($^{\circ}\text{C}$):	Nitrate (NO_3) (mg/L):	
pH (Unités standard):	Arsenic (As) (ppb ou $\mu\text{g}/\text{L}$):	
Couleur:	Coliformes totaux (nbre/ml)	
Odeur:	E.Coli (nbre/ml)	

TEST	DÉBIT	SPÉCIFIQUE	(AU	CAS	ÉCHEANT)
SI CONDUIT)					
Niveau statique/sol (m):		Durée du test (minutes):			
Débit de pompage (Q) ($\text{m}^3/\text{hr.}$):					
Niveau dynamique/sol (m) @ 15 mn:		Niveau dynamique/sol (m) @ 30 minutes:			
Rabattement (m) @ 15 minutes:		Rabattement (m) @ 30 minutes:			
Q/s @ 15 minutes ($\text{m}^3/\text{hr.}/\text{m}$):		Q/s @ 30 minutes ($\text{m}^3/\text{hr.}/\text{m}$):			



Figure 1 : Coupe lithologique du forage de Marsassoum



Figure 2 : Coupe lithologique du forage de Sédhiou

FIN