



Année Universitaire : 2013-2014



Master Sciences et Techniques : Hydrologie de Surface et Qualité des Eaux

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES
Pour l'Obtention du Diplôme de Master Sciences et
Techniques

**Etude de l'évolution de la qualité physico-chimique de
l'eau distribuée à Nouakchott par la SNDE**

Présenté par:
Cheikh OULD MOHAMED
Encadré par:

- Isselmou Ould Babah, FST, Nouakchott,
- Sabah Mint Salihi, SNDE, Nouakchott,
- Abderrahim Lahrach, FST – Fès.

Soutenu Le 04 Février 2014 devant le jury composé de:

- **Mr. Abderrahim Lahrach**
- **Mr. Abdel-Ali Chaouni**
- **Mr. Alan E. Fryar**
- **Mr. Lahcen Benaabidate**

Stage effectué à : SNDE Nouakchott





Mémoire de fin d'études pour l'obtention du Diplôme de Master Sciences et Techniques

Nom et prénom: Cheikh Ould Mohamed

Année Universitaire : 2013/2014

Titre: Etude de l'évolution de la qualité physico-chimique de l'eau potable distribuée à Nouakchott par la SNDE

Résumé

La ville de Nouakchott est alimentée essentiellement par les eaux du fleuve Sénégal ayant subi préalablement un traitement avant leur utilisations par les habitats.

Aftout Essahili permis une meilleure couverture en matière de distribution d'eau malgré L'augmentation du nombre de fuites engendrées par la forte de pression et la vétusté du réseau en place, par rapport à Idini dont la surexploitation présent un risque majeur de PK17 Particulièrement en ce qui concerne la salinité .

Dans notre étude, nous avons passé en revue les profils organoleptiques, physico-chimiques de l'eau consommée à Nouakchott à travers différents prélèvements. Échantillons de PK17 (sortie), château d'eau, et les huit points de Nouakchott.

Les résultats des échantillons étudiés, indiquent une potabilité requise sur le plan physico-chimiques.

Après la mise en œuvre du projet d'adduction en eau d'Aftout Essahili, le débit d'exploitation du champ captant d'Idini devrait être diminué. Cette initiative pénètre à la nappe de conserver sa bonne qualité et son débit.

Ce travaille de fin de stage nous a permis de nous familiariser avec les activités de laboratoire de la SNDE, d'analyse et de contrôle des eaux de consommation. D'autre part, il a permis de nous initié à la recherche de solution pour des problèmes quotidiens, tel que la mise à disposition de l'eau de qualité pour la pollution.

Remerciements

J'aimerais adresser mes sincères remerciements à toutes les personnes qui m'ont apporté leur aide et qui ont contribué à l'élaboration de ce travail à savoir :

Le Pr. **Mr Abderrahim Lahrach**, Professeur à la Faculté des Sciences et Techniques de Fès, qui a accepté d'encadrer mon travail et m'a apporté de précieux conseils pour la réalisation de ce mémoire.

Dr **Isselmou ould Babah**, Professeur à la Faculté des Sciences et Techniques de Nouakchott pour sa disponibilité et sans qui je n'aurais pas pu réaliser ce mémoire.

Le **Mm Sabah mint Salihi** Chef de la société national de distribution de l'eau à Nouakchott qui m'a permis de travailler au sein de son unité.

Enfin je remercie toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à ma formation et à la réalisation de ce mémoire, et dont les noms ne figurent pas dans ce document. Que toutes ces personnes trouvent ici l'expression de ma profonde estime et gratitude.

Merci à tous et à toutes.

TABELES DES MATIERS

INTRODUCTION	1
CHAPITRE.I. Cadre physique et socio- économique de la ville de Nouakchott.....	3
I.1 Situation géographique.....	3
I.2 Cadre géologique générale.....	4
I.3 Climat de la région de Nouakchott.....	5
I. 3.1 Température.....	
I.3.2 Pluviométrie.....	5
I.3.3 Vent	6
I.4 Structure démographique et urbanisation.....	7
I.4.1 Données démographique	7
I.4.2 Données urbanistique	8
CHAPITRE.II Etat d'alimentation en Eau potable de Nouakchott avant le projet AFT- ESSA.	9
II.1 Variation d'approvisionnement adopte depuis la création de Nouakchott.....	9
II.1.1 Mise en place d'une usine de dessalement de l'Eau de mer.....	9
II.1.2 Historique des champs captant d'IDINI	9
II.2 Généralité sur la Nappe du Trarza.....	11
II.2.1 Alimentation de la Nappe du Trarza.....	12
II.2.2 Hydrochimie de la Nappe du Trarza.....	14
II.2.3 Qualité des Analyse de la Nappe du Trarza	15
CHAPITRE.III. Projet Aftout Essahili	17
III.1 Problématique de l'utilisation des Eaux de surface comme ressource en Eau potable.....	17
III.1.1 Caractéristique physico- chimique du fleuve Sénégal	18

III.1.2 Evolution des paramètres physico- chimique du fleuve Sénégal dans le temps.....	19
III.1.3 Site de prélèvement	19
III.1.4 Résultats	20
III.2 Présentation du projet d'Aftoutt Essahili.....	23
III.3 Description de la chaine de traitement d'Aftout Essahili.....	25
III.3.1 La prise	25
III.3.2 Etapes de traitement Béni Naji.....	26
III.3.2.1 Ouvrage d'entrée.....	26
III.3.2.2 Décantation	28
III.3.2.3 Réservoir d'Eau prétraitee.....	29
III.3.2.4 Unité de potabilisation	29
III.3.3 Etapes de traitement de station de Nouakchott (PK17).....	30
III.3.3.1 Arrivée d'Eau prétraite.....	30
III.3.3.2 Filtre Aquazur.....	31
III.3.3.3 Bâche de contact et réservoir d'Eau traité.....	32
III.3.4 Les réactifs Utilisées	33
CHAPITRE.IV. Technique d'Analyse physico- chimique	34
IV.1 Présentation de laboratoire de la SNDE	33
IV.2 Prélèvement	33
IV.3 Détermination de la qualité physico- chimique	35
IV.3.1 Intérêt de l'Etude de la qualité.....	35
IV.3.2 Le critère de la qualité des Eaux	36
IV.3.2.1 Paramètres Organoleptique	36
IV.3.2.2 Paramètres physico chimique	36
IV.3.2.3 Les Eléments indésirables.....	40
IV.3.2.4 Les substances toxiques.....	40
IV.4. Méthode physico –chimique	41
IV.4.1 Néphélométrie	41
IV.4.2 Mesure PH par méthode Electrométrie avec Electrode de verre	42
IV.4.3 Volumétrie	42
IV.4.4 Dosages par spectrophotométrie DR5000.....	42
CHAPITRE.V. Résultats et discussions	43

Liste des figures

	Page
Figure 1: localisation de la zone d'étude à Nouakchott (Moustapha, 2000)	3
Figure2 : Carte de localisation des grands ensembles géologiques de la Mauritanie	4
Figure 3 : variation des températures minimale et maximale a Nouakchott en 2009	5
Figure 4 : Pluviométrie de la ville de Nouakchott de l'année 2009	6
Figure 5 : Les différents Moughataas de la Wilaya de Nouakchott	8
Figure 6 : Carte géographique du Champ Captant d'Idini	11
Figure 7 : Nappe Continentale Terminale Du Trarza	13
Figure 8 : Corrélacion entre la conductivité des eaux souterraines et le TDS	15
Figure 9 : Relations entre TDS et quelques éléments chimiques	16
Figure10: Carte du bassin versant du fleuve Sénégal	17
Figure 11 : Localisation des sites de prélèvements	19
Figure12 : Évolution de la conductivité électrique	20
Figure 13 : Évolution des teneurs en matières en suspension	21
Figure 14 : Évolution de la turbidité	21
Figure 15 : Evolution des teneurs en ammonium	21
Figure 16 : Evolution des teneurs en nitrates	22

Figure 17 : Schéma Général d'adduction du projet d'Aftout Essahili (Degremont, 2008)	23
Figure18 :Photographiede la prise d'Aftout	24
Figure 19 : Variations de la température dans les eaux de NKTT	44
Figure 20 : Variations du pH dans les eaux de la station de NKTT	44
Figure 21 : Variations de la conductivité dans les eaux de NKTT	45
Figure 22 : Variations de la dureté calcique dans les eaux de NKTT	45
Figure 23 : Variations du magnésium dans les eaux de NKTT	46
Figure 24 : Variations du chlorure dans les eaux de la station de NKTT	46
Figure 25 : Variations de la l'aluminium dans les eaux de NKTT	47
Figure 26 : Variations du fer dans les eaux de NKTT	47
Figure 27 : Variations des concentrations des Nitrites dans les eaux de NKTT	48
Figure 28 : Variations des concentrations des Nitrates dans les eaux de NKTT	48
Figure29: Variations de la Matière organique dans les eaux de NKTT	49
Figure 30 : Variations de TDS dans les eaux de NKTT	49

Liste des tableaux	Page
Tableau 1 : Résultats des analyses physico-chimiques des points d'eau échantillonné	14
Tableau 2 : Paramètres physicochimiques et bactériologiques du fleuve Sénégal	18
Tableau 3 : Caractéristique d'ouvrage de coagulation	27
Tableau 4 : Caractéristique d'ouvrage de floculation et décantation	28
Tableau 5 : Station de traitement de Beni Nadji	30
Tableau 6 : Station de traitement de Nouakchott (PK17)	32



INTRODUCTION GENERALE

L'importance de l'eau dans l'économie humaine ne cesse de croître. Sous la pression des besoins considérables de la civilisation moderne, on est passé de l'emploi des eaux de sources et de nappes, à une utilisation de plus en plus accrue des eaux de surface. Ainsi, l'approvisionnement en eau douce devient de plus en plus difficile en raison du développement accéléré des techniques industrielles modernes et de l'accroissement de la population ainsi que l'amélioration de son niveau de vie.

Notons que le problème de la quantité et de la qualité des eaux nécessaires à la population et à son développement économique se pose pour de nombreux pays notamment ceux qui ne reçoivent que peu de précipitations tels que les pays du Sahel. La Mauritanie, par exemple, à cause de son climat à caractère sahélien, est un pays déficitaire en eau. En effet, la faible pluviométrie, l'importance de l'évaporation ainsi que la nature géologique font de la Mauritanie un pays pauvre en ressources hydriques.

Les ressources en eau de surface, estimées à 6 Milliards de m³, sont constituées essentiellement par le fleuve Sénégal et ses affluents ainsi que les retenues de barrages disséminées dans la partie Sud et centrale du territoire. Le pays possède également des ressources en eaux souterraines, caractérisées toutefois par de grandes disparités géographiques. Le contexte apparaît favorable dans le Sud-ouest, le Sud et le Sud-est (grandes nappes continues du Trarza et de Taoudenni en formations sédimentaires, nappes de la vallée du fleuve ; débits ponctuels élevés, réserves estimées à près de 50 Milliards de m³) et moins favorable dans le reste du pays (nappes discontinues, ressources plus aléatoires).

La capitale Nouakchott était alimentée à partir du champ captant d'IDINI depuis 1958. Mais en raison de plusieurs problèmes (exode rural, urbanisation accélérée, nappe non renouvelable et risque de l'avancement du biseau salé, etc.), l'état Mauritanien était dans l'obligation de chercher une autre source d'approvisionnement de la ville. Etant donné que la seule source principale d'eau de surface est le fleuve Sénégal, le projet d'Aftout Essahili a été initié en 1970. Il a débuté à approvisionner Nouakchott en Octobre 2010. Ce projet, le plus grand jamais entrepris en Mauritanie, permettra d'assurer à long et moyen terme l'approvisionnement de la capitale.

Sur le plan sectoriel, l'objectif du projet est d'améliorer les conditions de vie des populations par un accès à l'eau potable de qualité au niveau national. Plus précisément, ce projet vise à augmenter la



couverture des besoins en eau des populations de Nouakchott en portant la production journalière d'eau potable qui était de 65 000 m³/j en 2007 à 170 000 m³/j à l'horizon 2020 et 226 000 m³/j à l'horizon 2030.

Au cours de notre stage nous avons eu l'honneur et la chance de visiter les grands sites de ce projet qui sont : la prise d'Aftout, le site de Beni Nadji et celui de Nouakchott (PK17).

Cette visite nous a permis connaître le processus de traitement d'eau au niveau de ces différents ouvrages.

Nous avons pu également consulter sur - place (Sites Beni Nadji et Nouakchott (Pk17)) les documents bibliographiques relatifs à ce projet. Des prélèvements et des mesures des paramètres physico-chimiques (pH, T°, Turbidité, Conductivité et chlore résiduel, etc.) ont été mesurés aux laboratoires de la SNDE, dans la perspective de suivre leur évolution temporelle.

Ce mémoire s'articule donc autour de quatre chapitres :

- ✓ Cadre général de l'étude
- ✓ Présentation du projet Aftout Essahili
- ✓ Techniques des analyses physico-chimiques
- ✓ résultats et discussions
- ✓ conclusion



CHAPITRE.I. Cadres physique et socio- économique de la ville de Nouakchott

I.1 Situation géographique

La ville de Nouakchott, se trouve à environ 5 Km de l'océan ($18^{\circ}07'$ N et $16^{\circ}05'$ W) à l'extrémité occidentale d'un cordon dunaire continental, d'une altitude inférieure à 20m et comportant des dépressions allongées Nord -est et Sud- ouest. Le noyau initial de la ville s'est développé sur un plateau dunaire d'altitude moyenne de 7 à 8 m pour former le quartier actuel du Ksar. L'essentiel du noyau urbain s'est développé sur des terrains d'une altitude ne dépassant pas 2m. De nombreuses agglomérations d'habitation se trouvent même sous le niveau de la mère et sont exposés à des remontées de la nappe phréatique saumâtre et à des intrusions marines.

La ville de Nouakchott est séparée de l'océan par un mince cordon littoral ainsi que d'une dépression sous forme de Sebka. Elle abrite près d'un million d'habitants soit plus d'un quart de la population totale mauritanienne. La région de Nouakchott est caractérisée par une plage basse, sableuse et ventée, possédant un trait de côte remarquablement régularisé et d'orientation générale Nord- Sud avec toutefois une légère incurvation vers l'Est. Du point de vue géomorphologique, la région est composée d'une zone littorale à l'ouest, d'une sebka (plaine saline) au centre et de dunes de sable désertique à l'est. Isolée de la mer par un cordon, la plaine littorale, large de 4 à 5 km, a une altitude générale plus basse que le niveau de la mer.

La ville est située sur la bordure océanique du Sahara. Cette position en façade maritime, conjuguée à la présence d'un courant marin froid lui confère les caractères d'un désert côtier.

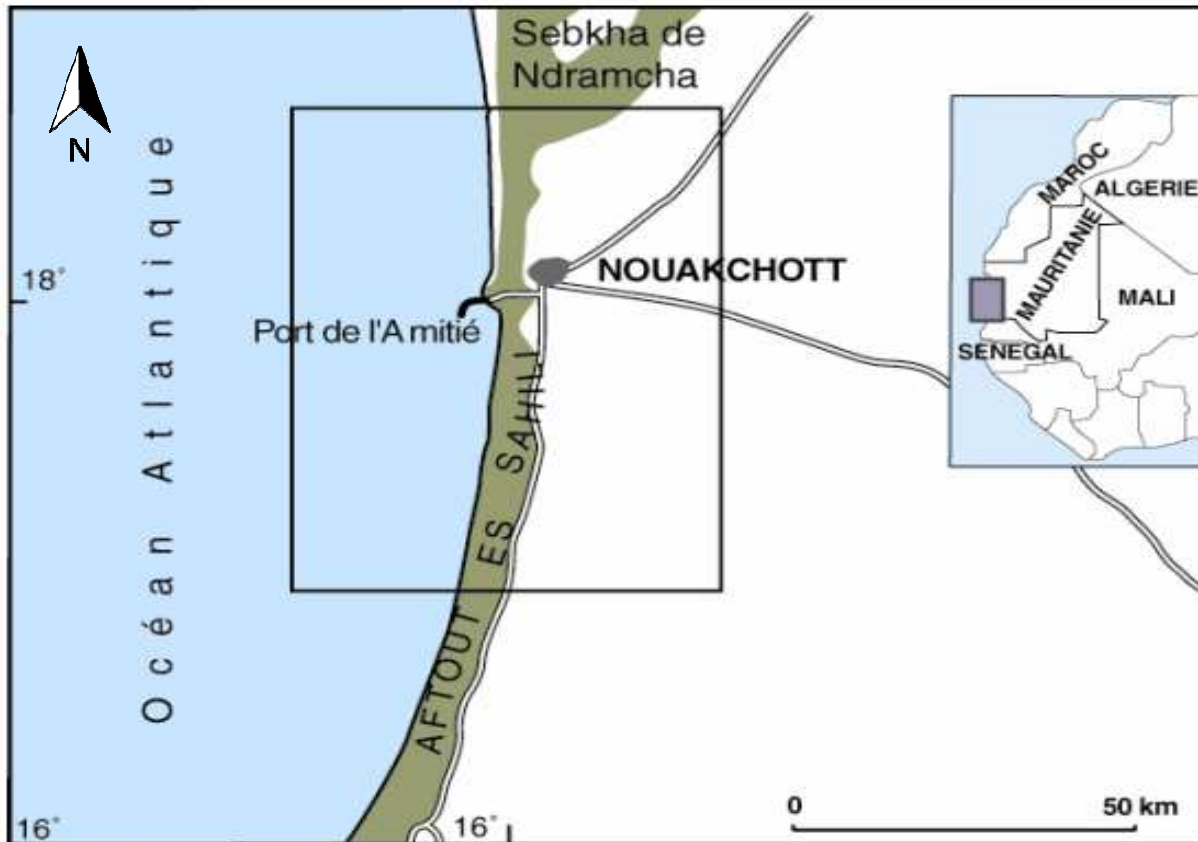


Figure 1 : localisation de la zone d'étude à Nouakchott (Ould El Moustapha, 2000)

I.2 cadre géologique général

La région du Nouakchott fait partie du bassin sédimentaire côtier sénégal-mauritanien, elle est située entre la chaîne des Mauritanides à l'Est et l'océan Atlantique à l'Ouest (fig.2). Elle s'étend sur toute la partie ouest de la Mauritanie, couvre une superficie de près de 100 000 km². Le bassin sédimentaire côtier occupe la dépression du golf sénégal-mauritanien, en bordure de la plate-forme africaine et renferme des dépôts détritiques marins et continentaux. Sa largeur est de 250 km à la latitude de Nouakchott. Les dépôts sont constitués en grande partie par des formations du Continental Terminal (CT) recouvertes par des sables éoliens du Quaternaire et reposent sur le socle granitique et métamorphique d'âge précambrien (Caruba et Dars, 1991).

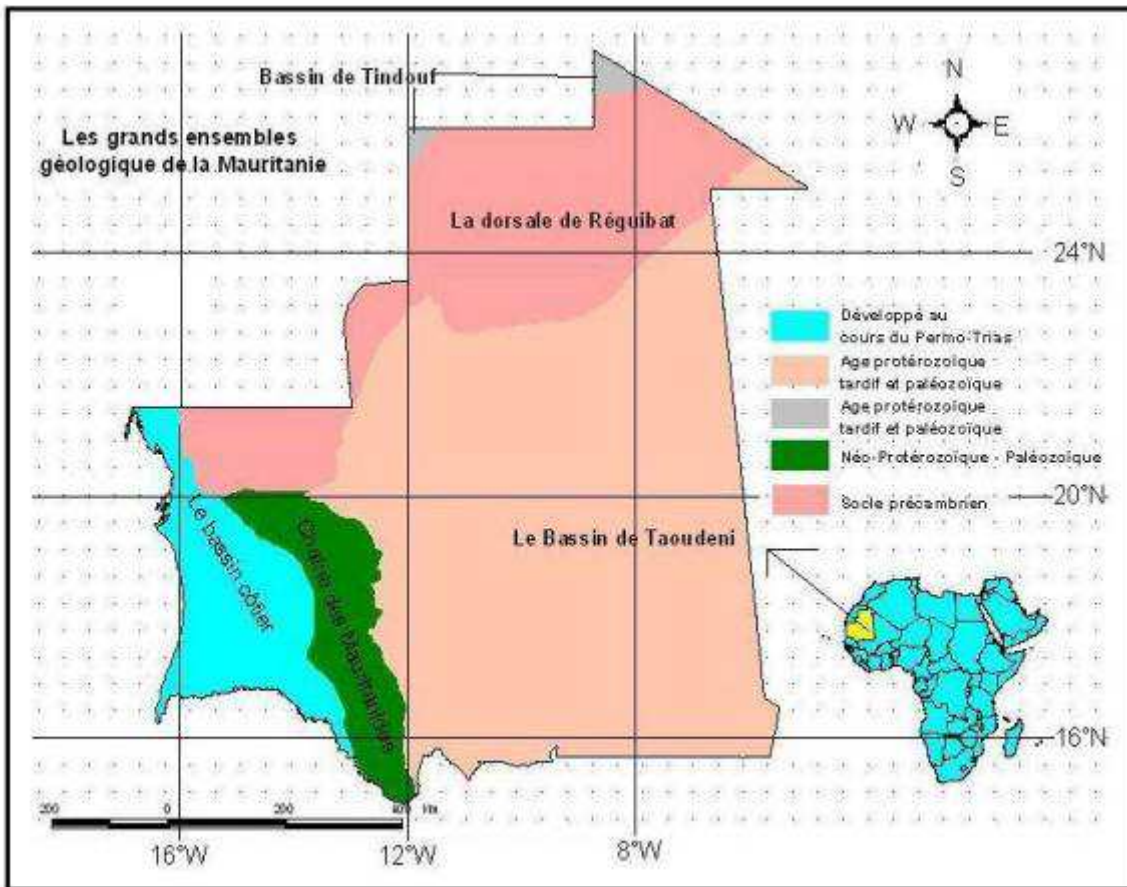


Figure 2 : Carte de localisation des grands ensembles géologiques de la Mauritanie (Caruba et Dars, 1991)

Ce dernier est, fortement faillé suivant la direction Nord - Sud, et il s'enfonce vers l'Ouest en suivant une structure en marches d'escalier (Fig3). L'épaisseur des terrains sédimentaires diminue très progressivement vers l'Est jusqu'aux zones d'affleurement du socle. Les sédiments ont des faciès marins littoraux ou continentaux. Alors qu'à l'Ouest les terrains sédimentaires s'épaississent très rapidement, à la faveur sans doute d'accidents affectant le socle. La série litho stratigraphique s'échelonne du crétacé au Quaternaire.

I.3 Climat de la région de Nouakchott

I.3.1 Température

L'action des masses d'air Polaire et la situation sur le littoral atlantique entraînent une diminution des températures par rapport à la partie continentale. Les écarts de températures, sont moins prononcés du fait de la proximité de l'océan. Les températures oscillent entre 28,4°C et 36,4°C pour les maxima et entre 14,6°C et 25,7°C pour les minima. Nouakchott présente, trois saisons climatiques (fig.5) :



- une saison froide (d'octobre à janvier) bénéficiant de températures basses (moyenne des minima : 19°C), d'une évaporation faible et d'une humidité importante.
- une saison chaude (de février à juin) marquée par des températures élevées, surtout dans la journée mais adoucies le soir par l'alizé maritime (moyenne des maxima : 32°C).
- une saison tiède et humide, de juillet à septembre et correspondant à la période pluvieuse.



www

ce :

I.3.2 Pluviométrie

La position géographique de Nouakchott sur la bordure océanique du Sahara lui confère les caractéristiques d'un désert côtier marqué par la présence d'un courant marin froid. A l'image de la côte mauritanienne, Nouakchott connaît une pluviométrie très faible et irrégulière. La moyenne annuelle est inférieure à 100mm (fig.3). Les précipitations les plus abondantes sont enregistrées entre juillet et septembre.

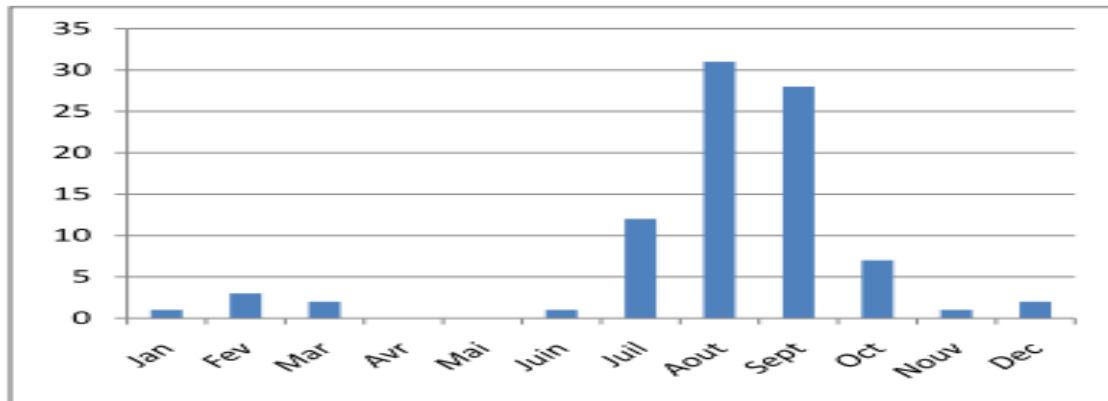


Figure 4 : Pluviométrie de la ville de Nouakchott de l'année 2009 (Nema, 2011)

I.3.3 Le vent

Nouakchott est soumise à l'influence saisonnière de différents régimes de vents dont les plus fréquents proviennent des secteurs Nord, Nord-Ouest et Nord-est à hauteur de 33 %, 22 % et 14 % respectivement.

- Les alizés

Deux principaux types d'alizés affectent la région, on distingue :

* l'alizé continental (harmattan), de direction dominante nord à nord-est. Ce vent provient des zones de hautes pressions thermiques (anticyclone du Sahara) qui règnent sur le Sahara d'octobre à décembre, et sur la mer Méditerranée de décembre à février. C'est un vent d'origine continentale, il est très sec, sa température varie largement entre le jour et la nuit, et au cours de l'année. Il joue un rôle important dans les transports éoliens. Ces alizés sont les vents dominants.

* l'alizé maritime de direction dominante de nord à nord-ouest et d'une vitesse moyenne de 6 à 10 m/s. Il est frais et humide et a pour origine la zone des hautes pressions de l'anticyclone des Açores. Il souffle toute l'année et ne donne que de rares précipitations.

- Les vents de mousson sont générés par l'anticyclone de Sainte-Hélène et de direction Ouest-Sud Ouest. Ils sont à l'origine de faibles précipitations annuelles de courte durée. Le vent de mousson se fait sentir à partir de juin sur la Mauritanie méridionale et produit son



Effet maximum en août. Son action est limitée le long de la côte où il n'est pas suffisamment fort pour repousser l'alizé maritime.

I.4 Structure démographique et urbanistique

I.4 .1 Données démographiques

La ville de Nouakchott a connu une croissance démographique remarquable. D'environ 2 000 habitants en 1955, la population a atteint 134 000 habitants en 1977 et 558 000 habitants en 2000, ce qui correspond à un accroissement annuel moyen de 14% lors de cette dernière période. Cette évolution recouvre des périodes différentes résumées comme suit :

- a. L'explosion démographique des premières années d'indépendance témoigne surtout du faible niveau de population de la capitale du nouvel état indépendant.
- b. Entre 1975 et 1990, la population de Nouakchott a presque quadruplé, passant de 15000 à 420 000 habitants soit un taux moyen de croissance annuelle de l'ordre de 8%. A titre de comparaison, Dakar, Bamako ou Conakry connaissaient à la même période, des taux de croissance voisins de 4 à 5% jugés déjà excessifs. Il faut bien noter qu'au début de cette période, le pays commençait à sentir déjà les retombées douloureuses de la sécheresse du début des années 1970.
- c. A partir des années 90 on assistait à un ralentissement de la croissance correspondant à un tarissement du flux migratoire vers la capitale. Cette tendance est confirmée par le recensement de l'année 2000, puisque le taux de croissance relevé entre 1998 et 2000 s'établissait à 3,75% par an. En 2007 et en se basant sur un taux de croissance de 3,75%; le nombre d'habitants est estimé à 792 384 habitants.

De part la nature de son site et ses environs, les limites de la ville de Nouakchott ne correspondent pas à des éléments géophysiques (rivières, collines, lac,) mais résultent d'un découpage sur plan. Ainsi la superficie de la ville correspond à un polygone ayant des sommets au Km 18 sur la route du Sud (direction de Rosso), au Km 13 sur la route de l'espoir et au Km 12 sur la route d'Akjoujt.

En 1974, le découpage administratif a été modifié et 5 nouvelles communes (Moughataas) ont été créés, portant le nombre total des Moughataas de la ville de Nouakchott à 9. Sur le plan administratif la ville de Nouakchott est répartie en neuf Moughataas définies comme suit (fig.5) : Teyarett, Ksar, Teyragh zeina, Sebkha, El Mina, Dar Naim, Arafat, Riad, et Toujounine

Chacune de ces communes autonomes est coordonnée avec une structure centrale nommée « communauté urbaine de la ville de Nouakchott ». Il est bien évident que le

Développement du réseau de distribution de la ville de Nouakchott suit de près cette répartition.

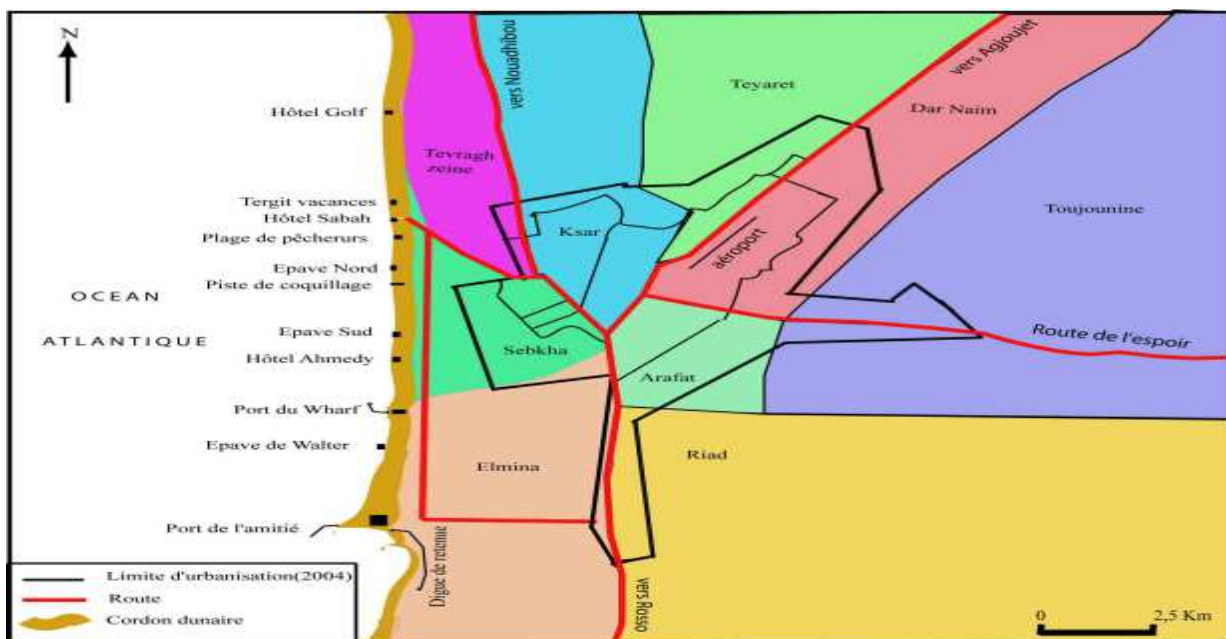


Figure 5 : Les différents Moughataas de la Wilaya de Nouakchott (Cheikh, 2011)

I.4 2 Données urbanistiques

Les principaux éléments structurants de Nouakchott sont à la fois des éléments naturels et des éléments résultats de l'activité humaine. Il s'agit principalement de :

- dunes continentales : disposées sous forme de stries à l'intérieur de la ville selon une orientation Nord est - Sud-Ouest. Elles sont la cause de plusieurs discontinuités et à l'origine de rupture dans les réseaux d'infrastructures, comme les voies et les conduites d'eau. Elles ont marqué l'évolution récente de la ville et conditionneront son extension



future.

- zone de sebkha : bien que la sebkha présente un cadre inapproprié à l'habitation, les lotissements ont été réalisés.
- grandes artères de la ville : elles ont favorisé le développement de la ville selon une logique radiale, ces routes relient la ville de Nouakchott au reste du pays, à savoir Atar au Nord, Boutilimit à l'est (route de l'espoir), Rosso au sud et Nouadhibou au nord-ouest de la ville.

CHAPITRE.II. Etat d'alimentation en eau potable de Nouakchott avant le projet Aftout Essahili

La ville de Nouakchott dispose comme ressources en eaux de proximité des eaux de surface (le fleuve Sénégal), des eaux souterraines (nappe du Trarza) et l'océan atlantique. En effet, depuis 1957, la ville de Nouakchott était alimentée essentiellement par la nappe douce du Trarza, qui est connue pour la qualité de ces eaux, cette nappe avait une capacité de production journalière de 60 000m³/j.

II.1.Variantes d'approvisionnement adopté depuis la création de Nouakchott

Depuis la création de la ville de Nouakchott, plusieurs variantes d'approvisionnement ont été adoptées pour satisfaire la demande en eau :

II.1.1. Mise en place d'une usine de dessalement de l'eau de mer

En 1968, pour palier à cette insuffisance d'eau une usine de dessalement de l'eau de mer d'une capacité de 2000 m³/jour a été mise en place pour assurer l'appoint de l'alimentation en eau de Nouakchott. A cause des coûts trop élevés du dessalement cette usine s'est arrêtée.

II.1.2. Historique du champ captant d'IDINI



La région de Trarza est constituée de grandes dunes rouges orientées nord-est, sud-ouest d'une hauteur de 20 à 30 mètres, et d'une largeur de 500 à 1200 mètres. Les vallées Inter dunaires sont recouvertes de sable blanc, leur fond est souvent constitué de formation lacustre.

La nappe du Trarza contient d'importantes réserves d'eau et forme une vaste cuvette dont le point le plus bas se situe à environ 40 mètres sous le niveau marin actuel, auquel elle se raccorde progressivement à l'ouest. Il existe tout le long de la côte une zone de largeur variable où la nappe contient de l'eau salée.

La nappe du Trarza a permis d'alimenter en eau potable la ville de Nouakchott depuis les temps les plus reculés. Les recherches se sont concentrées dans la région Idini-Hassi El Bagra située à 50 Km à l'Est de Nouakchott, distance qui s'explique la nécessité de placer la station de captage en dehors de la frange côtière contenant une nappe salée.

Les divers travaux et études réalisés dans cette région sont les suivants :

- 1954-1956 Etude géophysique réalisée en Mauritanie et au Sénégal : La limite d'extension Est-Ouest de l'aquifère à l'eau douce est déterminée. La région Inini-Hassi El Bagra apparaît comme la zone la plus proche susceptible d'alimenter Nouakchott.
- 1956-1957 Etude hydrogéologique dans la région de Hassi El Bagra : Plusieurs forages sont réalisés dans le but de déterminer la position exacte des eaux salées et les caractéristiques hydrauliques de l'aquifère.
- 1958 : Etude de reconnaissance hydrogéologique à Idini : Elle met en évidence l'existence d'un aquifère qui contient de l'eau douce de bonne qualité. A la suite de cette étude deux forages d'exploitation sont réalisés dans la goud d'Idini. Leur capacité de production totale est de l'ordre de 1000 m³/j.
- 1964 : Etude hydrogéologique et géophysique de la région Idini Hassi El Bagra : Le but de cette étude est de préciser les possibilités de production de cette zone en reconnaissance et en testant tous les aquifères susceptibles d'y contribuer. Pour ce faire, seize (16) ouvrages ont été forés et équipés pour la plupart en piézomètre.
- 1967 : Exécution d'un troisième forage d'exploitation à Idini : celui-ci permet de doubler la capacité de production de la station de captage.
- 1973 : Mise en service à Idini d'une nouvelle station de captage comportant dix huit (18)



- ouvrages et huit (8) piézomètres. La capacité théorique de production est de 24 000 m³/j.
- 1986 : Quatorze (14) forages de reconnaissance ont été réalisés du mois de mai à novembre à l'est d'Idini, ces forages ont permis d'étendre les connaissances de la nappe des sables et grés du continental Terminal dans la région du Trarza en Mauritanie.
- 1990 : Réalisation et raccordement de 5 nouveaux forages (20-25) à Idini avec un débit de 30 000 m³/j.
- 1997 : Réalisation et raccordement de quatre (4) nouveaux forages (26, 27, 28 et 29) ce qui porte la capacité à 40 000 m³/j.
- 1999 : Renforcement de la capacité de transit des conduites par l'installation de deux pompes de 1 200 m³/h chacun à la station de pompage Idini
- 2 003 : Réalisation de 6 nouveaux forages (34, 35, 36, 37, 38 et 39) qui porteront la capacité à 50 000 m³/j.
- 2005 : Une série de forage a été réalisée et elle comprend deux forages (F30 ET F33). Le débit recommandé pour ces forages varie entre 30 à 100 m³/h . Le débit mesuré varie entre 42 à 120 m³/h
- 2007 : Renforcement de la centrale d'IDINI par fourniture de deux groupes électrogènes de capacité 1000kw chacun et une autre de 1000kw à la station de surpression au PK31.
- 2008 : Programme d'urgence de l'approvisionnement en eau potable (AEP) de la ville de Nouakchott. Il s'inscrit dans le cadre de schéma directeur de la distribution d'eau à Nouakchott. Ce programme a été conçu pour bénéficier de la façon la plus optimale de l'apport jusqu'à Aftout Essahli. Cette étude a conclué la répartition de la zone en 7 parties, plus le renforcement du champ captant d'IDINI :
1. Réalisation de 10 forages à IDINI,



2. Raccordement électrique et hydrauliques,
3. Construction d'un pole de distribution à Toujounine ,
4. Réhabilitation et extension de 103 km de conduites de différents diamètres ;
5. Changement et réalisation de 6000 branchements individuels,
6. Renforcement de l'ancienne conduite DN700 par 7 km de conduite en fond ductile DN600,
7. Exécution d'une conduite maitresse DN500 de 5km de longueur.

Figure 6 : Carte géographique du Champ Captant

II.2 Généralité sur la nappe du Trarza

La nappe du Trarza sens stricto, est contenue dans les formations sablo-argileuses du Continental Terminal. Elle se situe entre le biseau salé au Nord et à l'Ouest, le fleuve Sénégal au sud et par le biseau sec au Nord-est. Elle est la plus représentative du bassin sédimentaire parce qu'elle fait l'objet d'une réelle exploitation en alimentant la plus grande agglomération du pays (Nouakchott). Elle a une superficie de l'ordre de $27\,880\text{ m}^2$ et contient une réserve d'eau douce de $200\,10^9\text{ m}^3$. A Idini trois niveaux aquifères ont été définis, séparés par des couches de grès argileux et des niveaux argileux lenticulaires :

- Aquifère profond : exploré par le forage profond SE4P entre 150 et 170 m de profondeur, l'eau saumâtre de cet aquifère (4g/l) le rend inexploitable à Idini mais elle devient à eau douce à partir d'Aouleïgat à 11 Km à l'est. Cet aquifère est constitué des sables grossiers.
- La nappe subphréatique : située entre 60 et 90 m de profondeur à Idini. Elle circule dans les formations sableuses du Continental Terminal au dessus des grès argileux qui forment son mur, une couche argileuse à caractère lenticulaire constitue le toit de cette nappe. La minéralisation de la nappe sub-phréatique varie d'un ouvrage à l'autre.



Elle est généralement inférieure à 0.5 g/l ce qui fait que tous les aquifères qui alimentent Nouakchott en eau potable captent cette nappe dont l'épaisseur varie de 8 à 23 m au sein de champ captant tout en atteignant voir dépassé 40 m plus à l'Est.

- La nappe phréatique : située entre 10 et 40 m de profondeur à Idini la qualité de ses eaux est relativement médiocre (minéralisation entre 0.5 à 1g/l). Le faciès des sables y est assez semblable à celui de l'aquifère subphréatique, mais il se caractérise par son hétérogénéité remarquable.

II.2.1 Alimentation de la nappe du Trarza

La nappe du Trarza a été considérée comme une nappe fossile dont la recharge serait effectuée à une période où la mer était à un niveau très inférieur par rapport au niveau actuel. La réalimentation directe par pluie est négligeable car la pluie précipitée est inférieure à 400 mm/an. L'eau de la pluie serait entièrement reprise par l'évaporation. Mais en 1993 une forte pluie 185 mm enregistrée dans la région d'Idini durant le mois d'août et septembre a perturbé cette hypothèse. Une remonté de niveau piézométrique sur les piézomètres périphérique qui sont les plus éloignés du champ captant d'Idini a été constatée. La nappe peut être alimentée par la crue du fleuve et de ces affluents, le lac d'aleg et le lac de R'kiz. Il est possible que la nappe soit alimentée par des infiltrations marines, par un processus d'intrusion lent et continu à travers des sédiments perméables ou semi-perméables de la côte, et en mesure d'entraîner le déplacement du front salé.

L'alimentation de la nappe se trouve potentiellement commandée par quatre processus :

- les phénomènes pluviométriques qui peuvent assurer, par infiltration directe des eaux de pluie, une alimentation. Cependant, la faible pluviométrie actuelle, inférieure au seuil de 400 mm de pluviosité efficace en zone subsaharienne, les températures élevées et la forte évaporation, sont défavorables à cette alimentation.
- les drainages des nappes voisines du Brakna et de l'Amchetil qui reçoivent les eaux de ruissellement en provenance des régions du socle précambrien. Ces drainages peuvent être peu conséquents à l'image de la pluviométrie, souvent faible et irrégulière.
- les phénomènes d'infiltration horizontale de l'océan Atlantique et/ou du fleuve Sénégal, qui convergent vers la dépression piézométrique de la nappe. La perméabilité, relativement faible, des faciès argileux, des alluvions fluviales et le colmatage des berges par des limons, ont conduit à minimiser la participation du fleuve dans ces phénomènes.

- les communications entre niveaux aquifères par interruption de l'horizon argileux de séparation. Au niveau d'Idini, l'aquifère profond du CT semble être bien isolé de la nappe sub-phréatique sus-jacente par de grès argileux épais de 80 m. En effet, depuis 1958, son niveau piézométrique est resté stationnaire malgré les pompages de plus en plus intensifs effectués sur la nappe sub-phréatique. Par contre, cette dernière est en contact direct en plusieurs endroits avec la nappe phréatique.

Les eaux de la nappe du Trarza se seraient emmagasinées durant le retour de condition climatique tempérées de l'holocène (12 000 - 5 000 B.P.) où le niveau de la mer était supérieur au niveau actuel. La nappe étant en creux avec sa dépression maximale à Aquilal Faye à -40 m, les écoulements naturels des masses d'eau avoisinantes convergeraient vers secteur suivant des pentes relativement faibles de 0,1 ‰ en bordure du fleuve Sénégal.

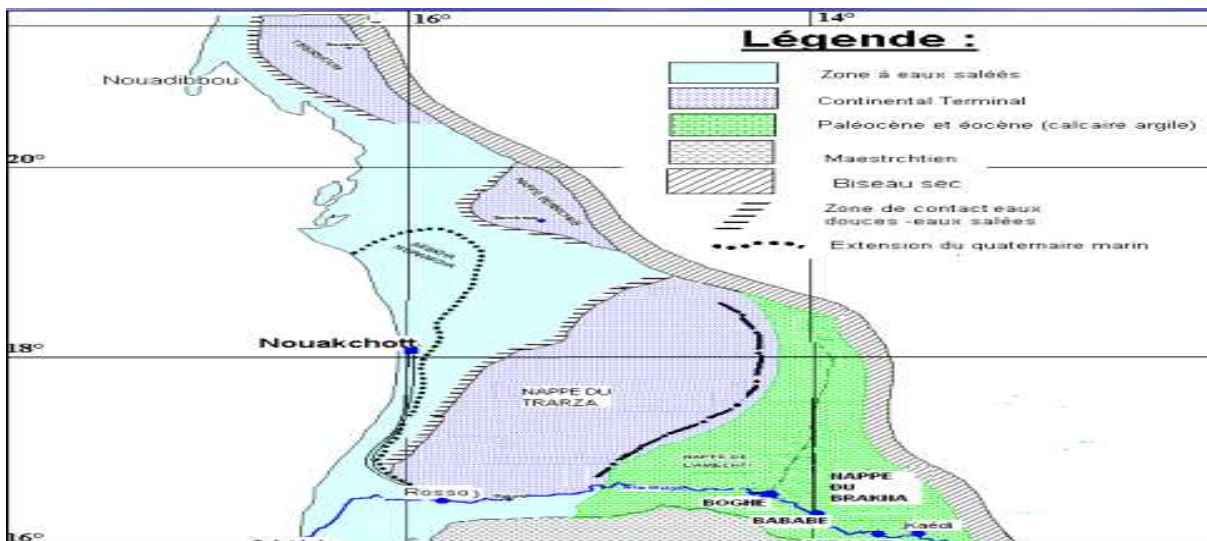


Figure 7 : Nappe Continental Terminal Du Trarza (Séméga, 1995)

II.2.2 Hydro-chimie de la nappe du Trarza

La composition chimique des eaux souterraines est acquise lors de la traversée du sol et de son séjour dans le réservoir. L'eau, au contact de l'encaissant, acquiert une charge minérale caractéristique des roches traversées. Les éléments qui s'y trouvent en solution sont informatifs sur la nature de l'aquifère traversé. Dans le but de donner des informations sur les caractéristiques hydro-chimiques des eaux d'alimentation de la ville de Nouakchott à partir de champ comptant d'Idini (nappe du Trarza), on a traité des données analytiques effectuées par Bakari Mohamed Séméga, pendant le période 1999 (Tab.1), Les données précitées concernent 20



points d'échantillonnages. Les résultats d'analyses chimiques des échantillons d'eaux prélevés sur les forages sont reportés dans le tableau suivant :

Tableau 1 : Résultats des analyses physico-chimiques des points d'eau échantillonné exprimés en meq/l (Séméga, 1999)

forage	T°C	PH	CE ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	TDS	Ca	Mg	Na	K	Cl	HCO ₃	SO ₄	NO ₂	NO ₃	BI
F1	32,9	7,16	486	335	1,28	0,84	2,89	0,23	2,1	1,06	2,19	0,0024	0,0035	-1%
F2	32,6	7,31	505	362	1,39	0,85	2,97	0,24	2,28	0,96	2,3	0,0003	0,0044	1%
F3	32,5	7,4	486	335	1,28	0,84	2,82	0,23	2,15	1,58	1,61	0	0,0038	-2%
F4	31,1	7,2	559	400	1,65	1,09	3,14	0,24	2,71	1,37	2,15	0,0004	0,0043	1%
F5	32	7,13	1122	851	4	2,29	5,84	0,37	5,64	1,11	5,63	0	0,0068	0%
F6	32,1	7,13	1009	765	3,21	2,11	5,71	0,38	5,55	1,16	4,74	0,0002	0,0057	0%
F7	32,5	7,16	863	655	3,32	1,84	4,18	0,31	4,69	0,85	4,27	0,0004	0,0063	1%
F8	32,3	7,27	1092	828	4,29	2,43	5,42	0,37	5,79	0,96	5,45	0,0004	0,0044	1%
F9	33	7,3	712	510	2,46	1,35	4,16	0,26	4,01	1,11	3	0,0006	0,0063	1%
F10	32,7	7,2	402	297	1,32	0,71	2,43	0,21	1,92	1,06	1,51	0,0001	0,0081	2%
F11	33,5	7,31	1024	768	3,38	1,9	5,68	0,37	7,49	1,04	3,05	0,0002	0,0074	-1%
F12	33,2	7,37	555	397	1,58	1,01	3,4	0,24	2,73	1,1	2,39	0,0002	0,0087	0%
F13	33,3	7,65	618	442	1,82	1,2	3,44	0,25	2,68	1,05	3,08	0,0004	0,0054	1%
F14	33,1	7,06	958	726	3,45	1,91	5,08	0,33	4,97	0,77	4,61	0,0004	0,0116	2%
F16	33,6	7,26	424	303	1,14	0,57	2,85	0,22	1,81	1,2	1,89	0,0004	0,0035	-1%
F17	32,9	7,3	383	274	1,05	0,64	2,35	0,21	1,8	1,1	1,27	0,0002	0,0051	1%
F18	33,3	7,47	249	192	0,78	0,43	1,46	0,2	1,07	1,02	0,69	0,0003	0,0081	1%
F19	33	7,38	337	246	1,17	0,59	1,75	0,19	1,65	1,04	0,97	0,0002	0,0051	0%
F20	32,6	7,76	517	370	2,03	1,05	2,37	0,21	2,34	1,03	2,35	0,0005	0,0038	1%
F23	33,2	7,76	276	212	0,92	0,37	1,57	0,19	1,32	0,91	0,92	0,0005	0,0108	-2%

II.2.3 Qualités des analyses physico-chimiques du IDINI

Avant de traiter et d'interpréter les analyses des eaux prélevées au niveau des différentes forages, il faut analyser la fiabilité des résultats des ces analyses. La méthode utilisée est la Balance Ionique (BI). Il faut rappeler qu'en théorie, une eau naturelle est électriquement neutre. De ce fait, la somme (en équivalents chimiques) des cations devrait être égale à celle des anions (en équivalents-chimiques). En réalité, cette égalité est rarement obtenue. De façon générale, la différence est attribuée aux incertitudes, à la présence de certains ions non dosés ou à d'éventuelles erreurs d'analyses. Ainsi, une certaine marge de déséquilibre entre anions et cations est admise. Elle est exprimée sous forme d'un écart relatif par la formule suivante :



$$BI = \frac{\sum(\text{cations}) - \sum(\text{anions})}{\sum(\text{cations} + \sum(\text{anions}))} * 100$$

Le calcul de la balance ionique permet généralement de vérifier la fiabilité des résultats des analyses chimiques. Cependant, les incertitudes sur les résultats, variables selon les techniques d'analyses, peuvent expliquer les erreurs parfois élevées sur les balances ioniques, à cause de la présence éventuelle d'anions organiques non pris en compte dans les Calculs. D'une manière générale, des analyses chimiques sont considérées selon la valeur de Balance ionique(BI), les analyses chimiques peuvent être classées en trois types d'analyses

- ✓ BI < 5% : Analyses de bonne qualité,
- ✓ 5 < BI < 10 : Analyses admissibles,
- ✓ BI > 10% : Analyses douteuses.

Toutes les analyses présentent des BI dont les valeurs < 5% donc des analyses sont de bonne qualité. Pour évaluer la qualité des données de conductivité mesurées sur le terrain, on se base sur les éléments totaux dissouts (TDS) en fonction de conductivité. D'après les figures ci-dessous (Fig. 1) on remarque une bonne corrélation, entre les conductivités de l'eau souterraine et le TDS.

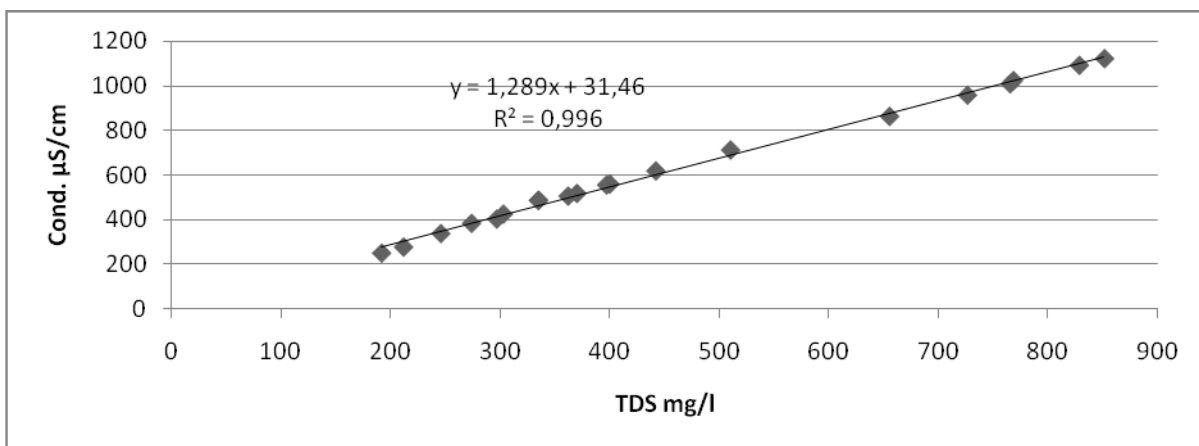
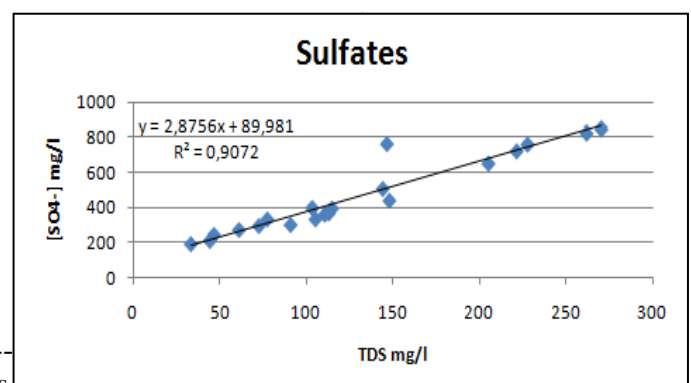
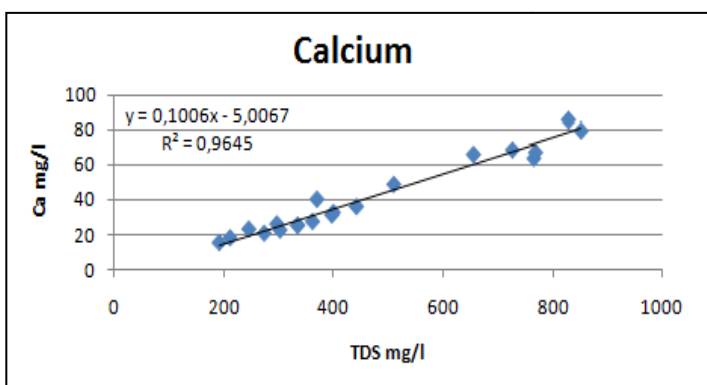


Figure 8 : Corrélation entre la conductivité des eaux souterraines et le TDS



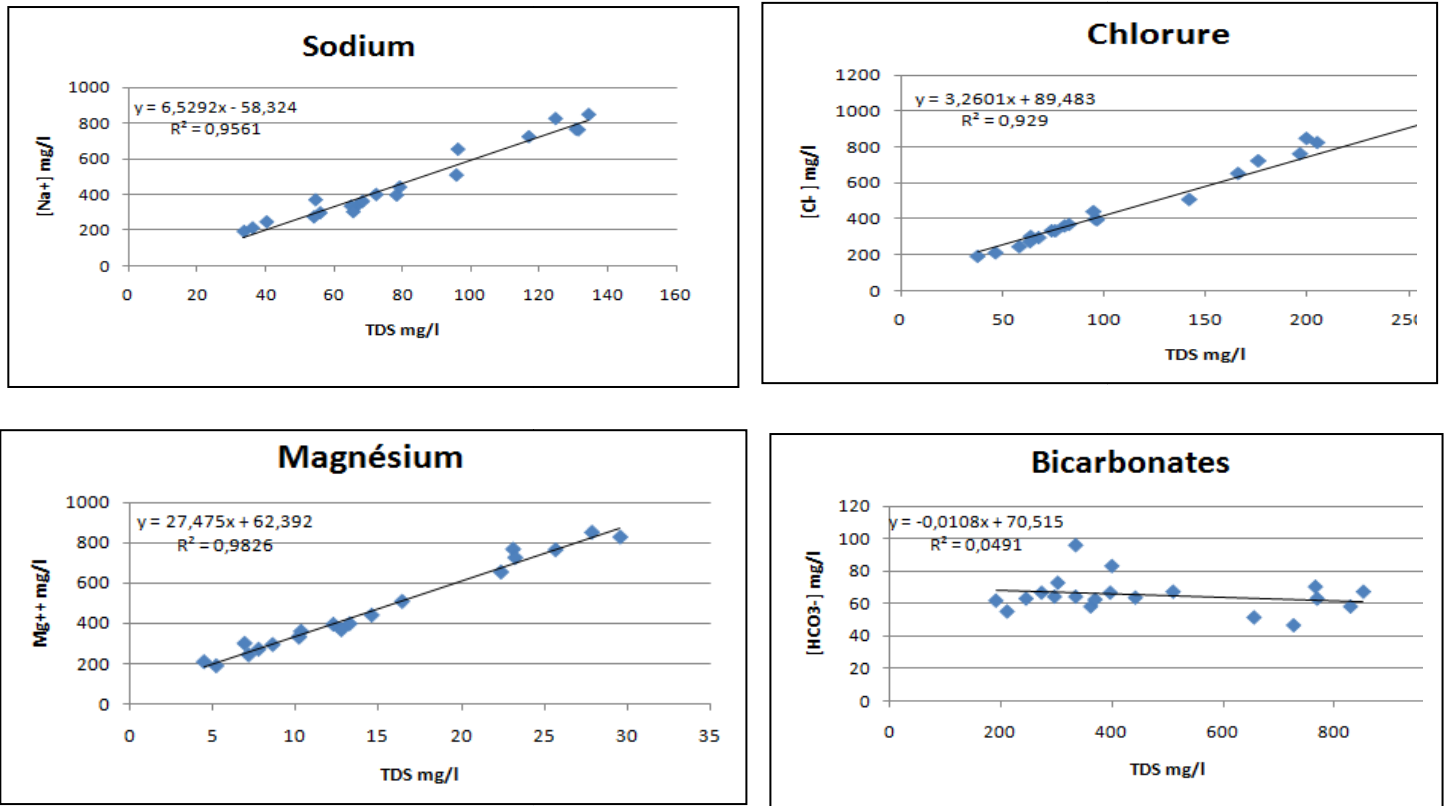


Figure 9 : Relations entre la minéralisation totale (TDS) et quelques éléments chimiques de la Nappe de Trarza ,Cette figure montre que les ions SO_4^{2-} , Cl^- , Ca^{2+} , Na^+ et Mg^{2+} présentent les degrés de corrélation les plus élevés, indiquant une même origine des éléments dissouts. Le Mg^{2+} montre un coefficient de corrélation le plus important ($R= 0,98$) avec TDS. Les bicarbonates HCO_3^- présentent un coefficient de corrélation le plus faible. Leur évolution ne montre aucune corrélation significative avec la salinité totale.

CHAPITRE.III. Projet Aftout Essahili

III. 1 problématique de l'utilisation des eaux de surface comme ressource en eau potable

le fleuve Sénégal joue un rôle très important comme source principale d'eau de surface pour la Mauritanie, le Sénégal et le Mali. Les eaux de ce fleuve sont susceptibles d'être utilisées comme eaux potables et eaux d'irrigation (fig.10). En effet, ce fleuve arrose les quatre pays et draine un bassin versant de 340000 km². Il est alimenté par trois affluents principaux :

Le Bafing, le Bakoye et la Falamé qui prennent tous leurs sources dans le massif du Fouta Djalon en Guinée et qui se regroupent pour former ce fleuve qui d'une longueur de 1800 km traverse les quatre pays cités pour aboutir son embouchure juste après le barrage de Dima en Mauritanie. Le bassin est divisé en trois grandes régions : le haut bassin qui est montagneux, la vallée connue depuis longtemps comme une zone agropastorale des pays riverains et le delta qui est une région de grande diversité biologique et qui abritant plusieurs zones humides.

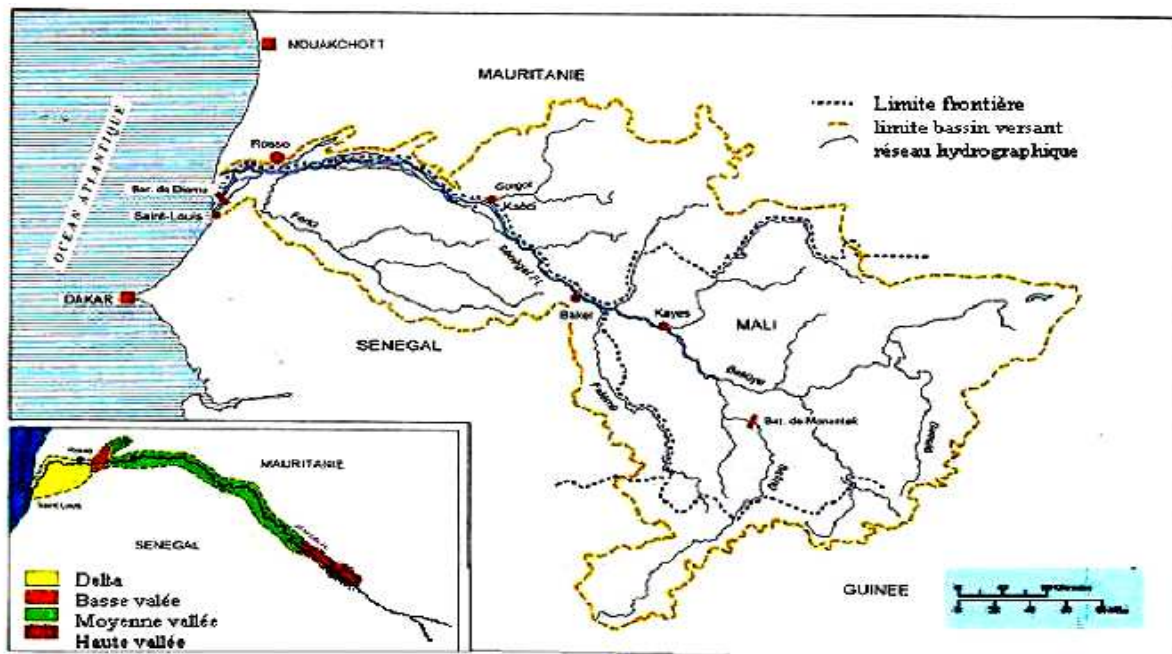


Figure 10 : carte bassin versant du fleuve Sénégal (Mouhamat, 2004)

Actuellement, ce fleuve vital subit des contraintes qui menacent ses qualités physiques, chimiques et biologiques. A différents points géographiques ce cours d'eau reçoit des rejets d'eaux usées domestiques ou industrielles.



III.1.1 Caractérisations physico-chimiques et biologiques des eaux du fleuve Sénégal

Après l'étude qui était réalisée par Université de Cheikh Anta Diop (Sénégal), Université de Nouakchott (Mauritanie), entre 2009 et 2010 (Khadijetou, N'dia, Kankou, et Tine, 2011), on a eu des informations sur la qualité de l'eau du fleuve Sénégal. Les principales caractéristiques de ces eaux sont présentées ci-dessous :

Tableau 2 : paramètres physicochimiques et bactériologiques au niveau du fleuve Sénégal (Khadijetou, 2011)

paramètres	Unité de mesure	Maximum	Minimum	Moyen
T	°C	28	27,5	27,8
pH	µs /cm	7,46	6,97	7,1
Conductivité	µs /cm	88	76,5	65
Turbidité	NTU	477	76,	196 ,2
TH	°F	4,25	2,35	3
Ca ²⁺	mg/l	8,34	4,43	6,8
Mg ²⁺	mg/l	3,84	2,67	3,1
Na ⁺	mg/l	8,5	4	6,8
K ⁺	mg/l	3,25	1,25	2,2
MO	mg/l	2,11	0,59	1,3
NO ₃ ⁻	mg/l	1,33	0,19	0,67
NO ₂ ⁻	mg/l	0,019	0,003	0,03
NH ₄ ⁺	mg/l	0,51	0,023	0,18
Fer	mg/l	0,48	0,002	0,136
CF	N/100ml	0	0	0
SF	N/100ml	1500	25	660

Les résultats de cette étude, ont montré que le pH est proche de la neutralité, la minéralisation est faible (conductivité moyenne de 65 µS/cm). La turbidité est très importante, comme la littérature l'indique cette forte turbidité pourrait être un vecteur de tous les microbes, parasites, et autres. Les



valeurs moyennes de la dureté, des ions calcium, magnésium, sodium et le potassium sont respectivement 3°F, 6.8 mg/l, 3.1 mg/l, 6.8 mg/l et 2.2 mg/l. La matière organique peut être considérée comme correct et ne présente aucune incidence sur la qualité du fleuve Sénégal. L'analyse des nitrates, nitrites et ammonium montre que les teneurs en

nitrates et en nitrites sont extrêmement faibles. Par contre, la teneur en ammonium est importante par rapport aux normes de l'eau de boisson selon l'OMS.

L'eau du fleuve Sénégal présente une forte pollution bactériologique avec une concentration moyenne en streptocoques fécaux de 660 N/100ml. En outre les teneurs en coliformes fécaux sont nulles. Donc, l'utilisation de l'eau sans traitement préalable pourrait constituer un risque sanitaire important.

III.1.2 Evolution des paramètres physico-chimique du fleuve Sénégal dans le temps

Dans le but d'étudier l'évolution de la qualité physicochimique dans le temps de l'eau du fleuve Sénégal qui présente la principale source d'approvisionnement de la capitale Nouakchott dans le cadre du projet Aftout Essahili. Des prélèvements physicochimiques ont été effectués trimestriellement entre Novembre 2009 et Septembre 2010, par groupes de chercheurs scientifiques de l'université de Nouakchott (Khadijetou, 2011). Les paramètres physicochimiques choisis sont le pH, la conductivité électrique, la température, La turbidité, la matière en suspension, les nitrates, les nitrites, les chlorures et l'ammonium, (annexe 2).

III.1.3 Site de prélèvement

Les échantillons ont été prélevés dans des villages situés à Rosso. Dans le but de mieux apprécier l'évolution de la qualité physico-chimique de l'eau de la rive droite du fleuve Sénégal, la travail a été réalisé au niveau de dix (10) sites numérotés de 1 à 10 : Bag de Rosso (1), N'diourbel (2), Assekaf 1 (3), Assekaf 2 (4), le Sept (7Km) (5), village des pêcheurs 1 (6), village des pêcheurs 2 (7), village des pêcheurs 3 (8), village des pêcheurs 4 (9) et village des pêcheurs 5 (10). (Fig. 11).



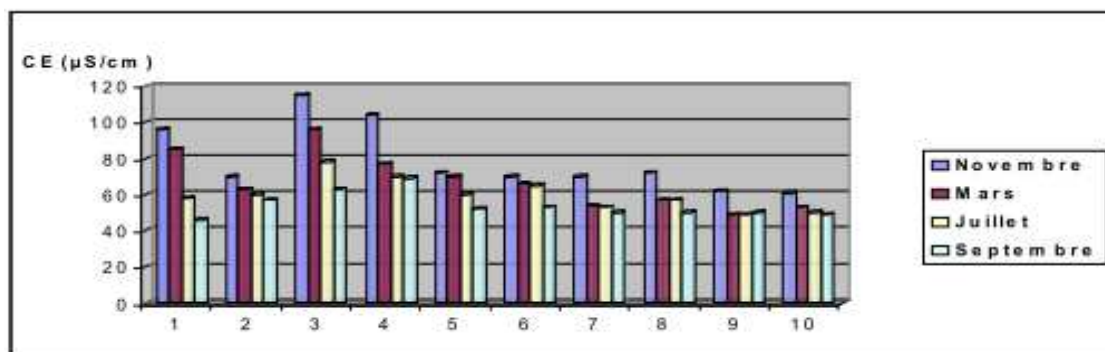


Figure11 : localisation des sites de prélèvements (Khadijetou, 2011)

III.1.4 Résultats

Les Tableaux 5, 6, 7, et 8 rapportent les valeurs moyennes relatives aux différents paramètres physico-chimiques en fonction du temps et sites étudiés (annexe 1). Les différents paramètres physico-chimiques mesurés sont :

Conductivité électrique : La conductivité électrique traduit le degré de minéralisation globale, elle nous renseigne sur le taux de salinité. Les mesures de la Conductivité électrique de l'ensemble des échantillons montrent qu'elles sont comprises entre 61 et 115 $\mu\text{S}/\text{cm}$ au cours du mois de Novembre (Fig. 12). De même, au cours du mois de Mars, les valeurs de la conductivité électrique oscillent entre 49 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et 96 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Figure 12). Au cours du mois de Juillet, les valeurs de la conductivité électrique varient entre 49 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et 78 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Fig. 12). Les valeurs de la conductivité électrique du mois de septembre oscillent entre 46 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et 69 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Fig. 12). On remarque que la conductivité dans la saison sèche est plus élevée que dans la saison des pluies. On pourrait penser à un phénomène de dilution du fleuve Sénégal due à l'augmentation du volume d'eau.



N

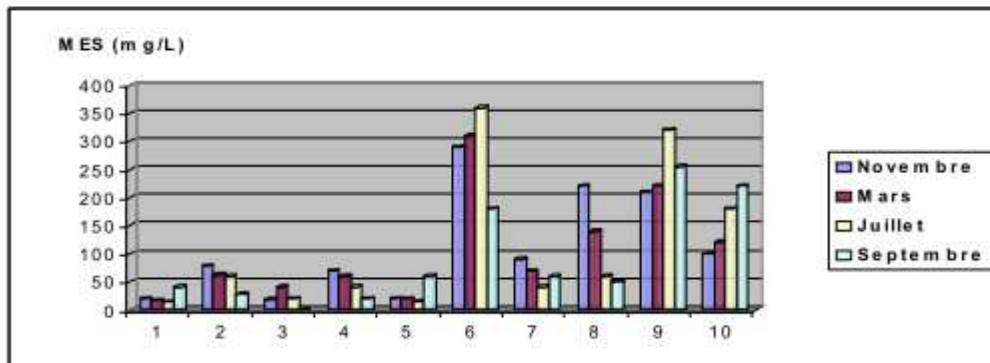
nature

du terrain traverse. Les valeurs des matières en suspension en période de crue (hiver) sont élevées par rapport à celles de la période d'étiage. Ceci est dû à des pluies abondantes qui entraînent une très forte érosion des terrains au voisinage du fleuve Sénégal (lessivage des sols).



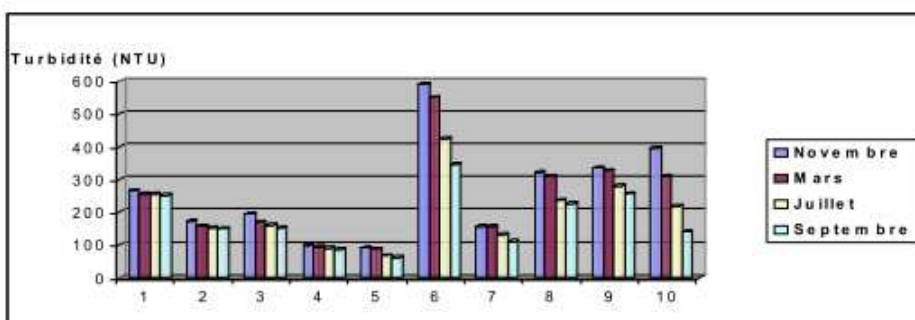
Les teneurs les plus importantes en matières en suspension sont observées au mois de juillet (360 mg/L au niveau du site numéro 6 correspondant au village des pêcheurs 1; 320 mg/L au niveau du site numéro 9 correspondant au village de pêcheurs 4) (Fig. 13).

Fi;



Turbidité : La turbidité d'une eau est une mesure globale qui prend en compte toutes les matières colloïdales, insolubles, d'origine minérale ou organique. Des particules en suspension existent naturellement dans l'eau, comme le limon, l'argile, les matières organiques et inorganiques en particules fines, le plancton et d'autres microorganismes. Les valeurs importantes en turbidité ont été observées au niveau du site numéro 6 avec des valeurs moyennes maximales de 590 NTU, 550 NTU, 423 NTU et 345 NTU (Fig. 14).

Am



ale des substances

organiques azotées et de la matière inorganique dans les eaux et les sols. L'ammonium étant toxique pour l'organisme humain, la présence en quantité importante dégrade la qualité de l'eau c'est un élément indicateur de la pollution.



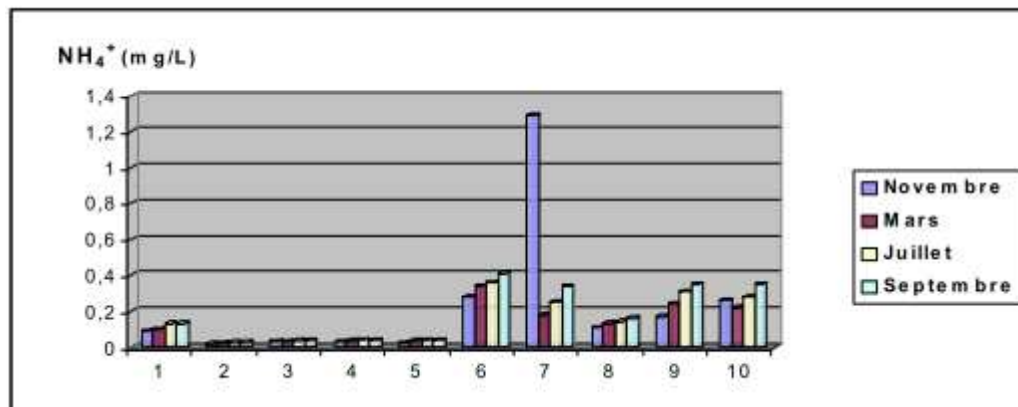
Les teneurs en ammonium enregistrées au cours du mois de Novembre varient entre 0,02 mg/L et 1,29 mg/L, de même, au cours du mois de Mars elles varient entre 0,02 mg/L et 0,34 mg/L.

Au cours du mois de Juillet les concentrations en ammonium enregistrées

Dans les dix différents sites prélevés oscillent entre 0,03 mg/L et 0,36 mg/L (Fig. 15). De la même manière, au cours du mois de Septembre, les concentrations en ammonium oscillent entre 0,03 mg/L et 0,41 mg/L (Fig. 15). On observe une concentration maximale de 1,29

mg/L pour le site numéro 7 au cours du mois de Novembre (Fig. 15). On observe aussi une concentration maximale de 0,34 mg/L au cours du mois de Mars (Fig. 15).

On observe au niveau du site numéro 7 et le site numéro 9 des concentrations de 0,36 mg/L et 0,31 mg/L (Fig. 15). Les sites 7, 8 et 9 présentent des teneurs respectives en ammonium de 0,34 mg/L, 0,35 mg/L et 0,35 mg/L (Fig. 15). On remarque que le taux normal de l'ammonium est fixé à 0,5 mg/L selon l'OMS et que la variation entre les différents points de prélèvements est élevée. Cette augmentation peut être expliquée par l'existence des contacts entre les déchets ou les urines avec ces points d'eau ou peut être due au lessivage.



Nitrate

et de

nitrosamines, responsables de deux phénomènes potentiellement pathologiques : la méthémoglobinémie et un risque de cancer. Les teneurs maximales en nitrates enregistrées au cours du mois de Novembre et Mars sont respectivement de 0,80 mg/L et 0,99 mg/L (Fig. 16). Par contre, les teneurs maximales en nitrates enregistrées au cours du mois de Juillet et Septembre sont respectivement 1,1 mg/L et 2 mg/L (Fig. 16).



Cette augmentation peut-être liée à une fertilisation excessive des zones agricoles par les engrais.

Les teneurs enregistrées au niveau de tous les sites sont très inférieures à 50 mg/L considérée comme étant la valeur limite pour l'eau potable selon les normes de l'OMS.

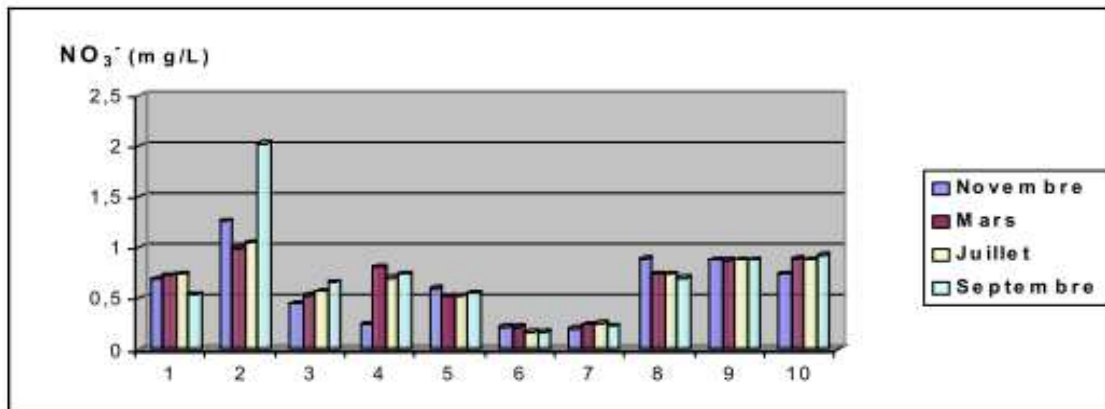


Figure 16 : Evolution des teneurs en nitrates (Nov 2009 à sept 2010)

III.2 présentation du projet d'Aftout Essahili

Le Projet Aftout-Essahili alimente la ville de Nouakchott depuis le fleuve Sénégal, distant de près de 200 km. Le projet comprend les ouvrages suivants :

- ❖ La prise d'eau sur le fleuve Sénégal,
- ❖ Station de prétraitement de Beni Nadji,
- ❖ Station de filtration de Nouakchott (PK17),

L'eau brute est transférée jusqu'à Béni Nadji par deux conduites en parallèle, de diamètre 1100 mm et de 6 km de long environ, mises en pression par la station de pompage d'exhaure de l'Aftout. A



Béni Nadji l'eau subit le traitement suivant : Prechloration – Coagulation–Floculation - Décantation.

Le transfert de l'eau prétraitée de Béni Nadji jusqu'à Nouakchott est assuré à travers une conduite de diamètre 1400 mm sur une longueur de 170 km. Une fois arrivée à PK17 cette eau est stockée dans une grande réserve de sécurité de 129 000m³. Le traitement à ce niveau est constitué d'une filtration et par la suite une désinfection. La capacité de production étant fixée à 150 000 m³/j en première phase. Les réservations sont prévues pour porter ultérieurement cette capacité à hauteur de 225 000 m³/j, correspondant aux besoins prévus pour l'année 2030. La capacité nominale de la station de prétraitement de Beni Nadji est de 170.000 m³/j en première phase et une extension future, dont les ouvrages de génie civil existants prévoit une capacité future poussée à 255.000 m³/j. La capacité nominale de la station de potabilisation de Nouakchott (PK 17) est de 150.000 m³/j en première phase et de 225.000 m³/j à l'avenir.

Le schéma ci-dessous représente le schéma général du système d'adduction et ses différentes composantes.

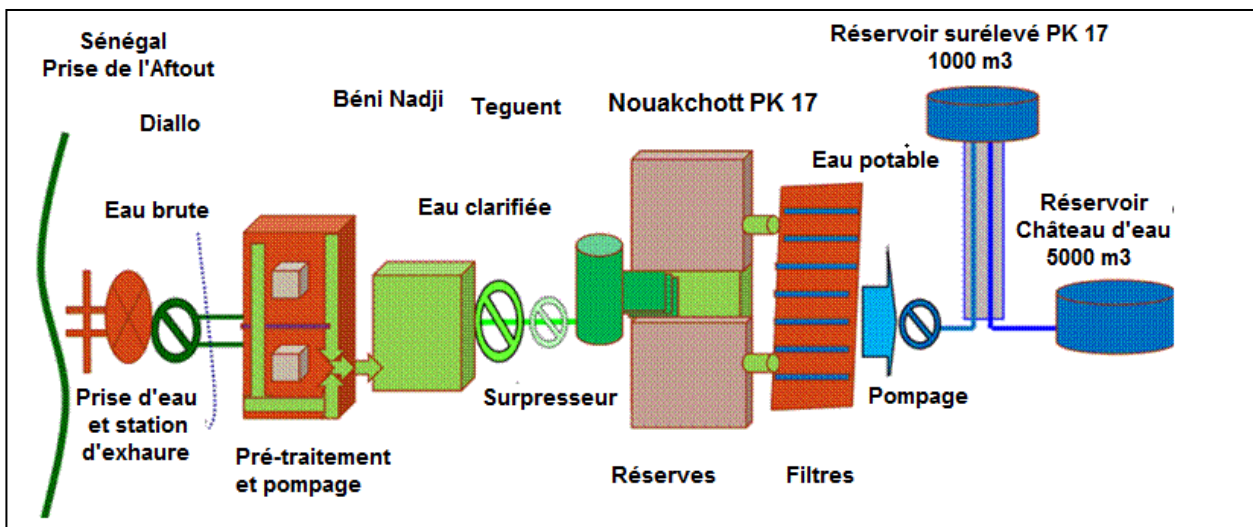




Figure 18 : localisation de sites de traitement (Degremont, 2008)

Garantie de Qualité de l'eau :

Pour répondre aux exigences de garantie de qualité, les eaux décantées à la sortie de la station Béni Nadji doivent respecter les conditions suivantes

1. Turbidité < 10NTU (100% du temps)
2. Turbidité < 5 NTU (90% du temps)
3. Matières en suspension < 10 mg/l
4. pH compris entre 7,5 et 8,5

III.3 Description de la chaîne de traitement de l'Aftout

III.3.1 La prise

L'eau brute est prise à partir du fleuve à l'aide de deux pompes avec un débit de $2,1 \text{ m}^3/\text{s}$. Cette eau est transportée dans deux conduites de 1100 mm, sur une longueur de 6 km.



Figure 19 : Photographie de la prise d'Aftout

Dégrillage

Le dégrillage, première station de traitement, permet de séparer et d'évacuer les matières volumineuses transportées par l'eau brute (branches d'arbres, bouteilles, etc.), qui pourraient nuire à l'efficacité des traitements suivants ou de compliquer le fonctionnement.

Dans la majorité des cas, le dégrillage est précédé par une grille grossière installée dans la structure de la prise d'eau pour protéger la conduite d'adduction.

Type dégrilleur : fine à nettoyage automatique avec un râteau racleur, l'espacement des barreaux est de 10 cm

III.3.2 Etapes de traitement Béni-Nadji

III.3.2.1 Ouvrage d'entrée



L'eau brute est amenée à la station de traitement par deux canalisations DN1100, chaque conduite déversant l'eau dans une chambre d'arrivée et de mélange.

L'ouvrage d'entrée comprend une chambre d'arrivée de volume utile de 170 m³ ou l'injection d'hypochlorite de calcium pour la pré-chloration.

✓ Préchloration

Elle permet d'obtenir un meilleur traitement en aidant la coagulation, et une meilleure qualité d'eau.

Elle a pour objet :

- ❖ La destruction de micro-organismes (algues, bactéries, planctons) existants et susceptibles de se développer dans les différents appareils de l'installation, dans les ouvrages et dans le lit de boues. Elle assure alors la propreté des décanteurs et des filtres et elle évite les remontées de boues dans ces décanteurs,
- ❖ L'oxydation des matières organiques qui pourraient former des complexes organosolubles,
- ❖ L'oxydation des nitrites en nitrates,
- ❖ L'oxydation de l'ammoniaque,
- ❖ La diminution du seuil de goût et souvent l'amélioration de la décoloration de l'eau.

Pour rendre active cette pré-chloration, il faut assurer la présence d'une petite quantité de chlore libre dans l'eau brute **COAGULATION –FLOCCULATION**

Cette étape du traitement est essentielle pour l'obtention d'une eau de bonne qualité. C'est celle qui conditionne le bon déroulement des étapes suivantes que sont principalement la décantation, la filtration et la désinfection.

La coagulation d'une eau doit permettre l'abattement maximum de la charge organique et également de la turbidité. De manière schématique, la charge organique non dissoute des eaux et une partie de la turbidité sont liées à la présence de microparticules appelées substances colloïdales qui possèdent une charge électrique de surface négative.



On utilise donc des coagulants qui sont de sulfate d'aluminium qui ont une charge électrique positive. La coagulation consiste donc à l'ajout de réactif en quantité adaptée à la charge organique des eaux. La coagulation nécessite un mélange infime et très rapide du coagulant

Avec l'eau à traiter afin d'éviter principalement son hydrolyse qui aurait pour effet d'augmenter les résiduels d'aluminium en eau traitée.

Choix du coagulant

Un certain nombre de paramètres doivent être pris en compte:

- ✓ Température de l'eau,
- ✓ Caractéristiques des eaux brutes ,
- ✓ Paramètres physico-chimiques : turbidité, pH, CE... etc
- ✓ Coût du produit.

L'agglomération des floccs formés par la coagulation est réalisée au moyen d'une agitation lente nécessaire à la maturation des floccs. Cette étape est appelée **floculation**. Elle implique habituellement l'ajout d'un flocculant (polyélectrolyte).

✓ **Ouvrage de coagulation**

L'ouvrage est conçu pour l'injection de sulfate d'aluminium, et leur mélange avec l'eau brute. L'ouvrage de coagulation comprend deux chambres en parallèle équipées d'un agitateur électrique pour le mélange des réactifs. .

L'eau brute transite ensuite vers une chambre de mélange divisée en 2 compartiments de 46 m³ chacun, équipée de deux agitateurs. En amont de cette chambre de mélange, le lait de chaux et le sulfate d'alumine sont injectés. Ensuite, une chambre de répartition entre les deux décanteurs permet de finaliser le brassage de l'eau brute avec le sulfate d'alumine et le lait de chaux. L'injection de polyélectrolyte se fait dans cette chambre, via deux cannes (une par décanteur) au niveau du déversoir pour assurer un brassage optimal.



Nombre de mélangeurs	2
Volume unitaire	46 m ³
Temps de contact premier phase	45 secs
Temps de contact phase finale	30 secs
Gradient de vitesse	250 secs
Puissance dissipée	2.5 kW
Débit d'eau à traiter	7.1 m ³ /h

Tabl
eau
3 :
Cara
ctéris
tique
d'ou
vrag

e de coagulation

III.3.2.2 Décantation

L'eau est répartie dans les décanteurs depuis la plateforme (Ouvrage d'arrivée), en sortie de la chambre de mélange rapide. En entrée de chaque décanteur, le polymère est injecté. Deux décanteurs pulsatube, destinés à clarifier l'eau (floculée au préalable) par décantation des matières en suspension :

a- Principe du traitement

L'ajout de polymère en amont des décanteurs, dans les déversoirs de l'ouvrage de répartition permet la concentration des MES en floccs plus facilement décantables.

L'objectif de la décantation est de séparer les particules floculées de l'eau clarifiée. Les particules colloïdales ne peuvent être décantées efficacement que si elles entrent en contact entre elles pour former des floccs de plus grande taille.

Les contacts entre particules sont d'autant plus fréquents que leur concentration est grande dans l'eau. C'est le principe de base des décanteurs à lit de boues, dont fait partie le Pulsatube. Une partie des MES décantée est conservée en fond d'ouvrage, formant un lit de boue. L'eau entrante traverse ce lit de boue. Les floccs nouvellement formés en entrée de décanteur passent au travers du lit de boue, entrent en contact avec les floccs conservés et s'y agrègent. Pour assurer un meilleur contact, le lit de boue doit rester en expansion. Il occupe un volume apparent variable selon sa densité et la vitesse de l'eau. Il ne doit pas se tasser et être relativement homogène.



Tableau 4 : Caractéristique d'ouvrage de floculation et décantation

Débit d'eau à traiter maximum	7296 m ³ /h
Nombre de décanteurs	2
Débit unitaire par Pulsatube	3648 m ³ /h
Débit maximum hydraulique	4560 m ³ /h
Dimension ouvrage	33 m x 22.22 m
Hauteur totale	5.0 m
Surface unitaire de décantation	483 m ²
Temps de séjour à débit nominal	40 min

III.3.2.3 Réservoir d'eau prétraitée

L'eau décantée provenant du canal périphérique des décanteurs est acheminée vers la chambre amont des décanteurs, au travers d'une conduite enterrée de 1600mm de diamètre.

- L'injection de chlore est réalisée juste en amont de la conduite DN 1600,
- L'injection d'eau de chaux est réalisée en aval de cette conduite dans le canal de distribution entre les deux compartiments de réservoir.

L'action du chlore, pour être optimale, nécessite un réservoir de contact permettant

- ✓ Un temps de contact suffisamment long,
- ✓ Un flux homogène, sans zone morte ni court-circuit.

L'injection d'eau de chaux se fait en aval de la chambre de sortie d'eau décantée. Ce point d'injection permet d'assurer un brassage suffisant avant entrée dans les compartiments du réservoir.



Les réservoirs d'eau traitée jouent le rôle de bassin de stockage, permettant de conserver une réserve de production pour le pompage vers PK 17. Le volume utile de chaque compartiment est de 3000 m³.

III.3.2.4 Unité de potabilisation

L'unité de potabilisation installée sur le site de Béni-Nadji à pour objectif :

- ✓ De fournir de l'eau potable aux villages voisins de l'usine présentant les mêmes caractéristiques que celle distribuée à PK17
- ✓ De garantir une eau de service de qualité pour la préparation des réactifs, eau de dilution et autres besoins propres au fonctionnement de l'usine.

Le tableau ci-dessous représente les différents réactifs chimiques utilisés au niveau de station de prétraitement de Beni Nadji.

Produit chimique	Point d'injection	Dosage Moy	Dosage Max	cuve	Fonction	Livraison
Hypochlorite de calcium	M-1 et M-5	3,0 mg/l	5,0 mg/l	3cuves 22 m ³	Oxydation et Chloration choc	Fûts de 45 kg
Sulfate d'aluminium	M-2	20 mg/l	60 mg/l	3cuves 35 m ³	Coagulation	Sacs de 25 ou 50 kg
Polyélectrolyte	M-3 et M-6	0,1 mg/l	0,2 mg/l	2cuves 1,46 m ³	Floculation et Épaississement	Sacs de 25 kg
Chaux hydratée	M-4 et M-2	10 mg/l	25 mg/l	3cuves 35 m ³	Contrôle du pH	Sacs de 25 ou 50 kg

M-1 : arrivée d'eau brute
M-2 : mélangeur rapide
M-3 : entrée de décanteur
M-4 : sortie de clarificateurs
M-5 : sortie réservoir eau prétraité
M-6 : épaisseurs

Tableau 5: Station de traitement de Beni Nadji (Degremont, 2008)

III .3.3 Etapes de traitement de station de Nouakchott (PK17)



L'eau décantée de la station de Beni Nadji est refoulée par le biais d'une station de pompage de 1,8 m³/s vers la réserve de stockage 129 000 m³ de station de Nouakchott (PK17), l'eau Passe à l'étape suivant :

- ✓ Coagulation sur filtre en cas de besoin,
- ✓ Filtration sur filtres à sable gravitaires type Aquazur V fonctionnant à débit et niveau constant pour éliminer les matières en suspension,
- ✓ Stockage de l'eau filtrée dans un réservoir de 6.000 m³,

- ✓ désinfection finale au chlore,
- ✓ Injection de chlore en amont du réservoir d'eau prétraitée (129 000 m³), Cette injection ce fait automatiquement,
- ✓ Injection de chlore en amont du réservoir d'eau traitée (amont ou aval du déversoir),
- ✓ Injection de chlore à la sortie d'eau traitée (chloration choc),
- ✓ Stockage des eaux de lavage des filtres dans une bache de 1000 m³ et rejet gravitaire vers un bassin d'épandage.

III .3.3.1 Arrivée d'eau prétraitée

L'eau arrivant de Béni-Nadji est stockée dans un réservoir de 129 000 m³ de capacité, ce stockage permet d'avoir une autonomie de 1 à 2 jours de production en cas de problème d'approvisionnement en amont de l'unité. Une cascade en entrée de réservoir permet une oxygénation de l'eau après séjour de 2 à 3 jours dans la conduite d'adduction DN1400.

III .3.3.2 Filtres Aquazur

L'eau clarifiée est filtrée sur une batterie de 8 filtres Aquazur V (4 filtres par ligne), à double cellule, et à fonctionnement gravitaire, comprenant une couche de sable de granulométrie homogène dont le lavage se fait à l'air et à l'eau au même temps.

Les filtres seront de type gravitaire ouvert, à filtration rapide de haut en bas fonctionnant suivant le principe de «niveau constant» à l'aide d'un système de mesure de perte de charge et d'une vanne de régulation à la sortie de chaque filtre.



Ce type de filtre autorise des vitesses de filtration importantes.

Ils sont lavables à l'air et à l'eau avec balayage de surface de l'eau décantée.

Dimensionnement - monolithique

Débit maximal d'eau à traiter	6.460 m ³ /h
Nombre de filtre	8
Nombre de cellules	2
Largeur.....	2 x 4,28 m
Longueur	11,9 m
Surface de chaque filtre.....	101,9 m ²
Débit unitaire par filtre.....	810 m ³ /h
Vitesse de filtration normale.....	7,95 m ³ /m ² /h
Taille effective	0,95 mm
Coefficient d'uniformité.....	< 1,5
Épaisseur de la couche de sable	1,1 m
Hauteur d'eau sur le sable en filtration.....	1,10 m
Débit d'air de lavage	5.600 m ³ /h
Débit d'eau de lavage	1.500 m ³ /h

Lavage des filtres

La perte de charge au travers du filtre est mesurée en permanence et indique le niveau de colmatage du filtre. Lorsque le filtre est colmaté, une demande de lavage automatique est générée.

Il consiste principalement en l'injection d'air et d'eau au travers du filtre, à contre-courant et de manière simultanée puis successive. L'air permet de fluidiser le lit et de brasser la couche de sable pour décoller les impuretés qui ont été retenues.

Chaque filtre est lavé lors de l'une des conditions suivantes:

- ✓ La perte de charge à travers le lit filtrant atteint la valeur prédéterminée,
- ✓ Le filtre est mis en service pendant 48 heures sans lavage.

La durée totale d'un lavage de filtre, est d'environ 20 mn incluant l'abaissement du plan d'eau.

Quantité totale d'eau filtrée utilisée: environ 240 m³/filtre/lavage.

Quantité totale d'eau utilisée et rejetée: environ 547 m³/lavage (avec 10 min. optionnel de maturation du filtr

III .3.3.3 Bâche de contact et réservoir d'eau traitée



Une bache de 6000 m³ (deux compartiments de 3000 m³), située sous la batterie filtrante, permet d'assurer un volume de stockage et surtout en temps de contact nécessaire à la désinfection finale avant distribution sur Nouakchott

Le tableau ci-dessous représente les différents réactifs chimiques utilisés au niveau de station de filtration de Nouakchott (PK17).

Produit chimique	Point d'injection	Dosage Moy	Dosage Max	cuve	Fonction	Livraison
Hypochlorite de calcium	P1 P3 et P3	3,0 mg/l	5,0 mg/l	3cuves 22 m3	Oxydation et Chloration choc	Fûts de 45 kg
Sulfate d'aluminium	P4	20 mg/l	60 mg/l	3cuves 35 m3	Coagulation	Sacs de 25 ou 50 kg

Tableau 6 : station de traitement de Nouakchott (PK17) (Degremont, 2008)

P1: en amont du réservoir d'eau prétraitée. P3 : à la station de pompage d'eau traitée.
P2 : en amont du réservoir d'eau traitée. P4 : avant filtre

III.3.4 Les réactifs utilisés

✓ Chlore

Le chlore est utilisé pour la préchloration de l'eau brute ainsi que pour des chlorations choc de la conduite de transfert, et une deuxième préchloration de l'eau à l'entrée de la station Pk17 pour la destruction des microorganismes existants ou susceptibles de se développer dans les ouvrages de la chaîne et la désinfection de l'eau traitée.



La demande en chlore mesurée lors des essais s'établit à 3 mg/l. Par sécurité, le dimensionnement de la préchloration a été fait sur la base de 5 mg/l.

La chloration choc, effectuée de façon intermittente, nécessite l'ajout de 5 mg/l supplémentaire. Les équipements sont donc les mêmes que ceux de la préchloration.

✓ Sulfate d'alumine

Le sulfate d'alumine est utilisé par la coagulation des colloïdes dans les décanteurs. La dose maximale en période de faible turbidité s'établit entre 10 et 20 mg/l. La moyenne a été prise à 20 mg/l compte tenu de pointes à 60 mg/l.

✓ Polyélectrolyte

L'ajout d'un polymère est prévu pour la floculation afin d'augmenter la cohésion du floc, de réduire les dosages en sulfate d'alumine et d'améliorer la qualité de l'eau décantée. La dose moyenne est faible, de l'ordre de 0,1 mg/l, un autre polymère est utilisé pour l'épaississement des boues.

✓ Chaux

La chaux est prévue pour l'ajustement éventuel du pH de floculation sous forme de lait de chaux et pour la neutralisation finale sous forme d'eau de chaux.

Le pH optimum de floculation est compris entre 7,0 et 7,2. Sur la base d'un pH moyen de l'eau brute de 7,3 et 7,4 et d'un dosage de 20 mg/l de sulfate d'alumine, la dose moyenne de chaux à ajouter est d'environ 5 mg/l.

Compte tenu de la faible minéralisation de l'eau brute, le pH d'équilibre est légèrement inférieur à 8,5, ce qui est la valeur maximale à respecter. Le passage d'un pH de 7,1 à 8,3 dans l'eau décantée nécessite d'ajouter 5 mg/l de chaux, ce dosage étant pratiquement constant.



CHAPITRE.IV : Technique d'Analyse

IV.1 Présentation de Laboratoire de la SNDE

Le Laboratoire d'analyse de la SNDE est dimensionné pour une capacité de plus de 4000 Échantillonnages par an, ce qui couvre largement les besoins en analyse d'eau de la SNDE.

Il est d'une série d'appareils tels que le pH-mètre, le conductimètre, le turbidimètre..... Pour les analyses physico-chimiques mais aussi l'Etuve, l'autoclave, les pareils stérilisateurs....

Pour les analyses bactériologies. L'intérêt de l'Etude de la qualité physico-chimique est d'abord la détermination de son aptitude à répondre à une utilisation donnée : consommation humaine, application industrielle,... Ets. Ensuite la détermination de d'un traitement ou d'une série de traitement de purification en fonction de l'utilisation ultérieure et enfin la surveillance et le contrôle régulier afin de garantir la sante des usages ou la rentabilité d'un procédé industriel.

Pour ce la il faut déterminer et vérifier tous les paramètres suivants :

PH, TDS, turbidité, salinité, TA, TAC, dureté, calcium, magnésium, chlorure, sulfate, nitrate, nitrite, ammonium, fer, phosphate, manganèse, oxydabilité, résidu sec , fluorure, aluminium, cuivre . Mais j'ai constate que certains de ces paramètres ne se font pour le moment faute de manque de moyen.

IV.2. Prélèvement

Le prélèvement est l'opération la plus délicate et la plus importante dans la détermination de la qualité d'une eau. L'échantillon doit conserver ses qualités physiques, chimiques et bactériologiques pour une analyse fiable. Le matériel du prélèvement et de stockage ne doit pas altérer l'échantillon. Le prélèvement doit respecter toutes les règles.

➤ Procédures de prélèvement

- Prélèvement au robinet

Laisser couler l'eau du robinet pendant un certain temps (5 à 15 mn) avant de remplir totalement le flacon et le boucher en évitant tout emprisonnement des bulles d'air.



- **Prélèvement à partir d'une nappe ouverte**

La bouteille doit être plongée à une profondeur de 50cm de la surface et assez loin des rives, des bords, des obstacles naturelles ou artificielles. Dans le cas d'un lac, d'une retenue

D'eau on choisi plusieurs points de prélèvement et, en chacun d'eux, de prélever plusieurs échantillons à différents profondeurs pour tenir compte de l'hétérogénéité verticale et Horizontale.

- **Prélèvement d'une eau de puits**

Si le puits est équipé d'un système de pompage, on applique la même procédure que celle pour l'eau de robinet, s'il n'est pas équipé on laisse reposer l'eau pendant 1 à 2H puis on fait descendre un flacon lesté.

- **Préparation du matériel d'échantillonnage**

On utilise de préférence des flacons en verre borosilicaté bouchés. Généralement, les flacons doivent être nettoyés par une solution appropriée lavés soigneusement à grande eau puis rincée à l'eau distillée et enfin séchés pour être utilisés.

IV.3 Détermination de la qualité physico-chimique de l'eau

IV.3.1 Intérêt de l'étude de la qualité

- Détermination de son aptitude à répondre à une utilisation donnée : consommation humaine, application industrielle, ...etc.
- Détermination d'un traitement ou d'une série de traitements de purification en fonction de l'utilisation ultérieure.



- Surveillance et contrôle réguliers afin de garantir la santé des usagers ou la rentabilité d'un procédé industriel.

IV.3.2 Les critères de qualité des eaux

IV .3.2.1 paramètre organoleptique

Les caractéristiques organoleptiques d'une eau sont la couleur, l'odeur, la saveur et la turbidité. Certains odeurs peuvent disparaître pendant le transport, l'aspect de l'échantillon peut également se modifier au cours du stockage (apparition d'une couleur ou précipité).

❖ Couleur

La couleur d'une eau peut être due à la présence de matières organiques colorées (substances humiques), d'éléments métalliques provenant de la dissolution des roches, tels le manganèse (noir), le cuivre (bleu), le fer (rouge) et de particules colloïdales en suspension.

La couleur peut avoir une origine biologique par exemple l'eutrophisation engendrée par la pollution d'algues ou la présence de bactéries qui colore l'eau en vert ou en rouge. Les

Colorants chimiques, les phénols et dérivés, les pigments.., dans l'eau, confèrent à celle-ci leur coloration caractéristique.

❖ Odeur

Elle a pour origine principalement la présence de composés organiques volatils ou de certain gaz. Les odeurs peuvent révéler la présence des micro-organismes dont les métabolismes sont odorants, de la terre, de moisissures, de poisson, d'herbe pourrie, de fosse sceptique,

❖ Goût et saveur

Il faut faire la différence entre saveur et goût. Le goût est l'ensemble des sensations gustatives olfactives et des sensibilités chimiques communes perçues lorsque l'aliment ou la boisson est dans la bouche, goût de vase, de moisi, de terre, etc.



La saveur est la propriété organoleptique perceptible par les papilles gustatives lorsqu'elles sont simulées par les substances solubles. Il existe quatre saveurs élémentaires : saveur acide, saveur sucrée, saveur amère et saveur salée.

❖ Turbidité

La turbidité de l'eau est due essentiellement à la présence de matières en suspension (argile, limons, particules fibreuses, particules organiques, plancton, organisme microscopiques) qui donnent un aspect trouble à l'eau.

IV - 3-2-2 paramètres physico-chimiques

La caractérisation physico-chimique des eaux consiste à analyser les paramètres des normes de l'eau potable et des eaux brutes dans le but de vérifier dans le 1er cas si l'eau analysée est potable et dans le 2ème cas si le traitement appliqué à l'eau brute est suffisant à la rendre potable. Pour cela, une connaissance de terrain est nécessaire pour définir les

paramètres à analyser en tenant compte des recommandations des normes et aussi des données de terrain, possible. Les paramètres suivants qui sont les plus couramment étudiés.

❖ PH

Le pH d'une eau mesure la concentration des ions hydrogènes dans l'eau. C'est à dire l'alcalinité et l'acidité de l'eau sur une échelle de 0 à 14. Dans les eaux naturelles, cette activité est due en particulier à l'ionisation de l'acide carbonique et de ses sels $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$

7 est donc le pH de la neutralité qui correspond à l'eau pure, le pH des eaux naturelles correspond à (6,5 à 7,8).

Les eaux provenant de massifs cristallins (exemple : granite) auront un pH plutôt acide, par contre les eaux issues de régions calcaires auront un pH basique.

L'acidité de l'eau provoque une corrosion des tuyauteries métalliques conduisant à une augmentation des concentrations de certaines substances métalliques, et la basicité de l'eau entraîne



un dépôt de calcaire dans les canalisations et aussi une diminution de l'efficacité du processus de désinfection au chlore.

❖ **Température**

La température joue un rôle très important dans la solubilité des sels et surtout des gaz, elle conditionne les équilibres de dissociation. Elle agit sur la conductivité électrique, le PH, l'alcalinité..., elle permet la connaissance de l'origine des eaux souterraines.

❖ **Conductivité électrique d'une eau**

La conductivité électrique d'une eau correspond à la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm² de surface et séparées l'une de l'autre de 1 cm. L'unité de conductivité est le micro siemens par centimètre ($\mu\text{S}/\text{cm}$).

La conductivité traduit la minéralisation totale de l'eau. Sa valeur varie en fonction de la température.

❖ **Chlorure**

Les chlorures des eaux proviennent essentiellement de la dissolution de sels chlorurés, très abondants dans la nature (NaCl, KCl, et CaCl₂). Ils se retrouvent dans toutes les eaux à des concentrations variables. Leur présence peut être due aussi aux rejets des égouts, au drainage D'irrigation, à la pollution des décharges et aux intrusions marines côtières. Des additifs utilisés dans les traitements de l'eau sont aussi responsables de l'augmentation de leur teneur.

❖ **Sulfate**

Composés naturels des eaux, les sulfates (SO₄)⁻² accompagnent généralement les cations majeurs : calcium, magnésium et sodium. A part les sels sulfatés du plomb, du baryum et du strontium, la plus part des sulfates sont solubles dans l'eau et peuvent être réduits en sulfure, volatilisés à l'air sous forme d'hydrogène sulfuré (H₂S) ou précipités en sel insoluble ou assimilés par des organismes vivants. La concentration des sulfates dans les eaux naturelles est très variable mais ne dépasse que rarement le gramme par litre.



❖ Calcium

Le calcium est un métal alcalino-terreux extrêmement répandu dans la nature et en particulier dans les roches calcaires sous forme de carbonates. Ses sels se rencontrent dans presque toutes les eaux naturelles et ont des teneurs directement liées à la nature géologique des terrains traversés et variables de 1 à 150 mg/l.

D'autre part l'utilisation de l'oxyde de calcium dans le bâtiment, la production du papier, le raffinage du sucre et du pétrole, la tannerie, les traitements des eaux brutes et résiduaires et la neutralisation d'effluents acides, contribue à l'augmentation de la teneur du calcium dans le milieu naturel.

❖ Magnésium

Le magnésium est un élément très répandu dans la nature. Il existe dans de nombreux minéraux et dans les calcaires (2.1% de l'écorce terrestre). Son abondance naturelle, sa grande solubilité, sa large utilisation industrielle (industrie de la potasse, alliage, médicament, batteries sèches, engrais, etc.) font que sa teneur dans l'eau peut être importante (quelques mg/l à plusieurs centaines de mg/l).

La plupart des eaux naturelles présentent des teneurs comprises entre 5 à 10 mg/l. Cette concentration est en relation directe avec la nature géologique des terrains traversés. Le magnésium dans l'eau provient de l'attaque par l'acide carbonique des roches magnésiennes et de la mise en solution de magnésium sous forme de carbonates ($MgCO_2$) et de bicarbonates ($Mg(HCO_2)_2$). Dans les eaux des massifs anciens, les teneurs sont inférieures à 5 mg/l voire au mg/l. Le magnésium contribue à la dureté de l'eau sans être l'élément essentiel, en effet le rapport magnésium/calcium est en général très inférieur à 1.

❖ Sodium

Ce métal, très abondant (environ 2.83% de la croûte terrestre) ne se rencontre pas naturellement à l'état natif mais toujours associé à d'autres éléments chimiques (chlorures, sulfates...). Le principal minéral contenant du sodium et l'un des plus répandus, est le sel gemme (chlorure de sodium).



La solubilité des sels de sodium justifie sa présence dans la majorité des eaux (souterraines et de surface). Des teneurs anormalement élevés peuvent provenir d'apports industrielles ou domestiques.

❖ **Potassium**

Le potassium est un élément naturel des eaux dans lesquelles sa concentration pratiquement constante, ne dépasse habituellement les 10 à 15 mg/l, sauf dans certains contextes géologiques particuliers où elle atteint 20 à 25 mg/l.

Cet élément peut provenir des industries extractives (mines de sel et potasse), des usines d'engrais et des industries de verre et matériaux connexes.

❖ **Aluminium**

L'aluminium est le troisième élément le plus abondant de la croûte terrestre. Il entre dans la composition de tous les sols, plantes et tissus animaux. De ce fait et à cause de l'activité humaine, il est présent dans l'air, dans les aliments et dans l'eau sous forme de sels solubles de colloïdes ou de composés insolubles.

Les rejets industriels, l'érosion, le lessivage des minéraux et des sols, la contamination par les poussières atmosphériques et les précipitations constituent pour l'aluminium les principales voies d'accès au milieu aquatique.

❖ **Anhydride carbonique libre et alcalinité TA et TAC**

Dans l'anhydride carbonique total des eaux, on distingue l'anhydride carbonique dissous (CO_2), l'anhydride carbonique des ions bicarbonates (HCO_3^-) ou hydrogénocarbonates et l'anhydride carbonique des ions carbonatent (CO_3^{2-}).

L'alcalinité d'une eau est due à la présence d'ions hydroxydes (OH^-), de carbonates (CO_3^{2-})-



Elle est étroitement liée à la dureté et sa valeur en est généralement proche lorsqu'elle est due à la présence de HCO_3^- et CO_3^{2-} . Dans les eaux naturelles, de la teneur de l'alcalinité augmente par apports d'origine urbaine (phosphate, ammoniacale, matières organiques,).

Le TA et le TAC traduisent l'alcalinité d'une eau. La connaissance de ces valeurs est essentielle pour l'étude de l'agressivité d'une eau puisqu'elle dépend de l'équilibre calco- carbonique.

❖ Dureté totale

La dureté ou titre hydrotimétrique correspond essentiellement à la présence de sel de calcium et de magnésium. Elle est directement liée à la nature géologique des terrains traversés. En effet un sol calcaire ou crayeux donnera une eau dure alors qu'un sol cristallin comme le sable donnera une eau "douce". L'eau souterraine est généralement plus dure que l'eau de surface,

Puisqu'elle est plus riche en acide carbonique, en oxygène dissous, et possède un haut pouvoir solubilisant vis-à-vis des sols et des roches.

IV -3-2-3 Les éléments indésirables

Les éléments indésirables sont présents en quantité notable dans les eaux naturelles, leur toxicité est plus élevée que celle des éléments majeurs. Ils représentent des indices de pollution : Nitrates, Nitrites, Ammonium, Oxydabilité au permanganate de potassium.

❖ Nitrates

Les nitrates (NO_3^-) sont le stade final d'oxydation de l'azote organique, ils sont abondants dans le sol, dans la plupart des eaux et dans les plantes où ils sont nécessaires à la synthèse des végétaux. Solubles dans l'eau, ils sont naturellement présents en très faible quantité dans des eaux souterraines et superficielles. Les déjections humaines ou animales et les déchets provenant des activités humaines augmentent les concentrations en nitrates des eaux souterraines par infiltration.

❖ Nitrite



Les nitrites (NO_2^-) proviennent soit l'oxydation incomplète de l'ammoniaque, soit d'une réduction des nitrates sous l'influence d'une action dénitrifiant. Les nitrites sont très répandus dans le sol, dans les eaux et dans les plantes mais en quantités relativement faible. Leur présence a été signalée dans les eaux de pluie et celles provenant de la fonte des neiges. En effet, la pollution atmosphérique (oxyde d'azote) favorise l'augmentation des teneurs en nitrites.

❖ Ammonium

Sont désignés sous le terme ammoniac les formes ionisées (ion ammonium, NH_4^+) et non ionisées (NH_3). L'azote ammoniacal est souvent rencontré dans les eaux et traduit habituellement un processus incomplet d'oxydation de la matière organique. Il constitue l'un des étapes du cycle de l'azote. L'ammoniaque est gaz assez solide dans l'eau en fonction de son pH, il se transforme soit en un composé non combiné soit sous forme ionisée.

Il peut se retrouver dans les eaux profondes par réduction des nitrates sous l'action des bactéries ou des sables renfermant des minéraux qui contiennent du fer (glauconie par exemple).

IV - 3-2-4 Les substances toxiques

Les substances toxiques regroupent en général les métaux lourds des minéraux toxiques. Ils sont toujours présents dans l'eau à des proportions très faibles ou à l'état de trace.

Leur présence est souvent indispensable au développement des êtres vivants, leur absence peu entraîner une carence, à forte concentration ils deviennent toxiques. Ils sont soumis à des normes particulières en eau potable. Ces éléments sont: Arsenic, Cadmium, Cyanure, Chrome, Mercure, Nickel, Plomb, antimoine, sélénium, les hydrocarbures polycycliques aromatiques.

IV-4 : Méthodes d'analyses physico-chimiques



Les techniques d'analyses de l'eau sont basées sur des principes de mesure physiques (Conductivimétrie, néphélométrie, etc.), chimiques (dosages acide-base, oxydoréduction) et physico-chimiques (colorimétrie, spectrométrie d'absorption atomique, etc.). Parmi les principales techniques d'analyses physico-chimiques utilisées pour la caractérisation des eaux figurent la néphélométrie, la conductivimétrie, la volumétrie, et la spectrophotométrie.

IV-4-1 Néphélométrie

Le principe est basé sur la comparaison de l'intensité de lumière diffractée par l'échantillon à celle d'un étalon de référence dans les mêmes conditions.

Cette technique utilisée pour mesurer la turbidité est mesurée à l'aide d'un Turbidimètre où l'on introduit l'eau à analyser dans un petit flacon en verre, elle est exprimée en NTU (Néphélométric Turbidity Unit). La valeur maximale admissible (VMA) est de l'ordre de 5NTU. La valeur maximale recommandée (VMR) est 1NTU. Il est préférable que la turbidité soit inférieure à 1NTU pour permettre une désinfection efficace).

Interférences :

La mesure de turbidité est influencée par :

- Débris ou matières rapidement décantables,
- Bulles d'air dans l'échantillon, état de la cuve de mesure et l'effet de vibrations,
- Substances solubles responsables de la coloration vraie qui absorbent la lumière.

IV-4-2 Mesure pH Méthode électrométrie avec électrode de verre

Le pH d'une solution traduit l'acidité ou l'alcalinité de celle-ci. La mesure de ce paramètre est réalisée à l'aide d'un pH-mètre. Pour les eaux potables.

Mode opératoire

Bien nettoyer l'électrode avec de l'eau à analyser avant de le plonger dans le récipient contenant de l'eau à analyser. Prendre soin d'étalonner l'appareil avant la manipulation.



❖ **Conductivité :**

La conductivité mesure la capacité de l'eau à transmettre un courant électrique. La conductivité est directement proportionnelle à la quantité des sels dissous dans l'eau, elle est mesurée par un conductimètre.

❖ **Température :**

La température d'une eau est fonction de types d'eaux superficielles ou souterraines. Elle est variable pour les premières et essentiellement constante pour les eaux profondes. Elle nous renseigne sur l'état de dispersion des éléments en solution dans les eaux.

IV-4-3 Volumétrie

Le principe consiste à faire entrer en réaction la substance à doser avec le réactif convenablement choisi de concentration connue (solution titrée). La fin de la réaction est mise en évidence par un indicateur coloré ou une variation brusque d'une propriété physique telle que le pH ou le potentiel. Les paramètres qui sont déterminés par cette technique sont la dureté totale (Ca et Mg), matières organique, alcalinité (TA et TAC), chlorures, etc.

IV-4-4 dosage par spectrophotomètre DR5000

Ce type de dosage est basé sur les mesures de la densité optique à l'aide d'un spectrophotomètre DR5000. Le dosage donne directement la concentration de substance analysée à partir de leurs densités optiques après le passage par les étapes opératoires de cette méthode, comme nous allons voir dans l'analyse des substances dosées par cette méthode.

Les substances dosées par cette méthode sont : les nitrates (NO_3^-) ; les nitrites (NO_2^-) ; l'azote ammoniacal (NH_4^+), les sulfates (SO_4^{2-}), et le fer (Fe^{2+}) aluminium Al^{3+} chlore libre chlore total etc.

CHAPITRE.V. Résultats et Discussion



❖ Présentation de l'étude

L'étude présentée dans ce travail se rapporte à la caractérisation des profils physico-chimiques de l'eau du projet Aftout Essahili. Ces profils sont établis à travers des prélèvements effectués dans la station de traitement de Nouakchott (PK17) (Eau Potable), on peut distinguer deux types d'analyses.

a. Les analyses type I

Effectuées quotidiennement, sur un nombre de paramètres : Température, Conductivité, pH, Chlore libre, Aluminium, Coliformes fécaux et Coliformes totaux. Ces analyses ont pour but de fournir, de manière régulière, des informations sur la qualité organoleptique et microbiologique des eaux distribuées ainsi que des informations sur l'efficacité du traitement, en vue de déterminer si les eaux destinées à la consommation humaine respectent ou non les valeurs paramétriques pertinentes prévues par l'OMS.

b. Les analyses type II

Elles sont effectuées une fois par semaine et comportent en plus des analyses type I les paramètres suivants : Ammonium, Nitrites, Nitrates, les Chlorures, Fers, Manganèses, Matières organiques, etc.

Les résultats des analyses des eaux prélevées au niveau du site PK17 sont résumés par les figures 25 à 39.

En ce qui concerne la qualité des eaux potables fournies, la station respecte, les exigences contractuelles du marché et la norme de l'OMS.

❖ paramètres physiques de l'eau

❖ - Température

La température est recherchée pour le rôle important qu'elle joue dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels dissous, et donc sur la conductivité électrique, dans la détermination du pH et pour la reconnaissance de l'origine de l'eau.

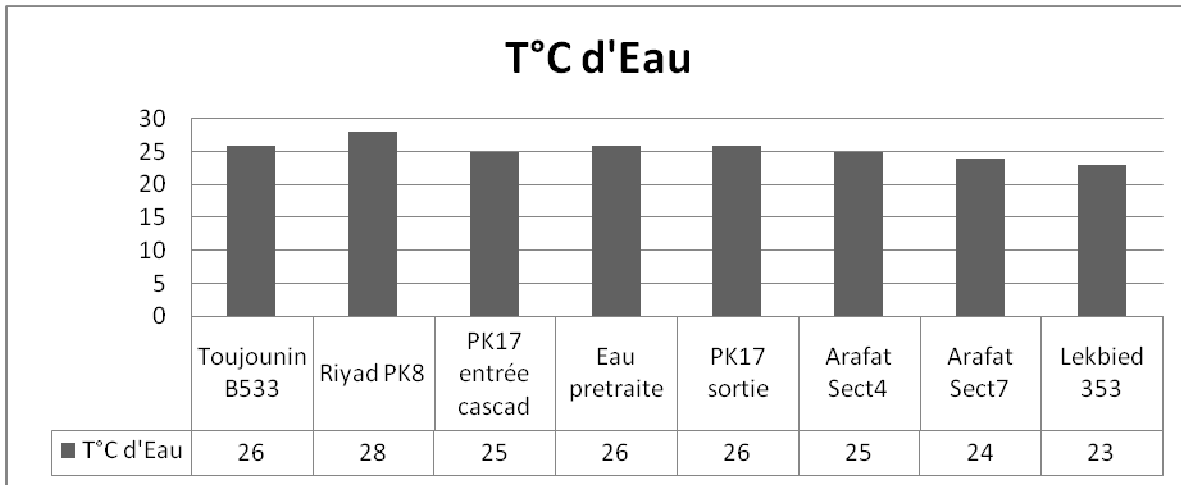


Figure 19 : Variations de la température dans les eaux de NKTT

Les résultats obtenus montrent que la température ne présente pas une différence significative, elles varient entre 23 et 28 °C

La norme de l’OMS ne définit aucune valeur guide pour la température des eaux d’alimentation,

❖ - **Potentiel d’hydrogène (pH) :**

Ce paramètre conditionne un grand nombre d’équilibres physico-chimiques, et dépend de facteurs multiples, dont la température et l’origine de l’eau. Dans la nature, le pH de l’eau est dominé par l’équilibre des carbonat

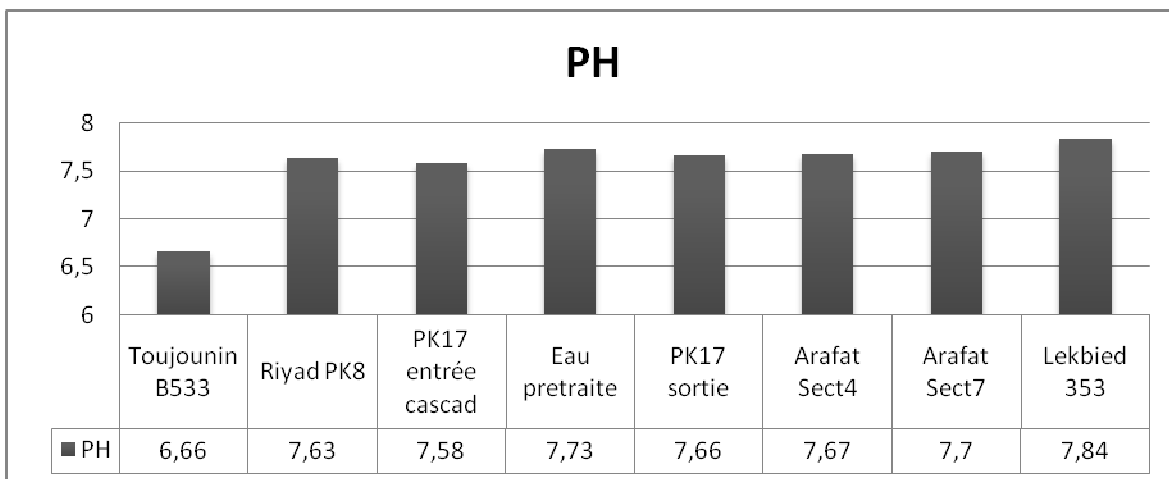


Figure 20 : Variations du pH dans les eaux de NKTT

Les résultats des analyses montrent que le pH de l’ensemble des échantillons est compris entre 7,58 et 7,84 sauf la province de Toujounin qui a une valeur de 6,66 parce que cette zone est alimentée



par les eaux souterraines de la nappe Idini, les valeurs trouvées sont conformes aux normes de l'OMS.

❖ Conductivité électrique

La conductivité électrique d'une eau nous renseigne sur les variations de sa composition d'origine naturelle ou anthropique (Rodier, 1996). Dans les conditions naturelles, elle est fonction de la lithologie des terrains traversés, chaque ion dissous intervient par sa concentration et sa conductivité spécifique.

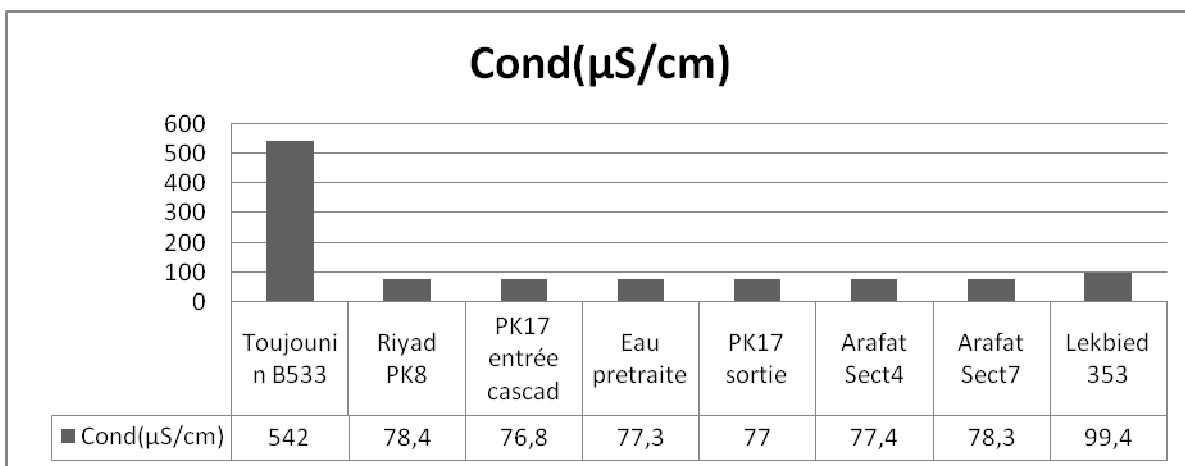


Figure 21: Variations de la conductivité dans les eaux de NKTT

On observe une variation relativement faible de la conductivité entre les différents points de prélèvement qui varie entre 77µs et 99,4 µs, sauf la province de Toujounin qui a une valeur légèrement élevée (542 µs) parce que cette zone est alimentée par les eaux souterraines de la nappe Idini, les valeurs trouvées sont en général conformes aux normes de l'OMS.

❖ Calcium et magnésium

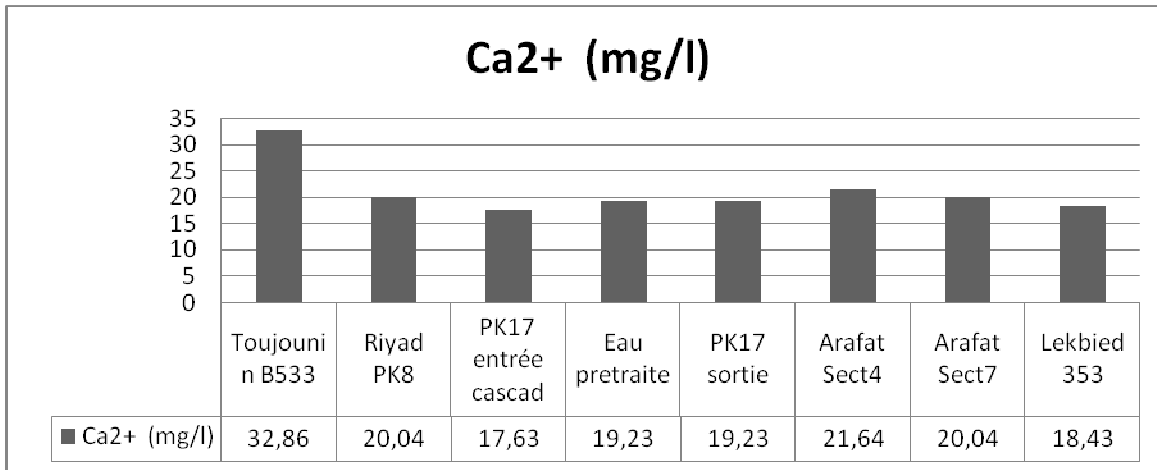


Figure 22 : Variations de la dureté calcique dans les eaux de NKTT

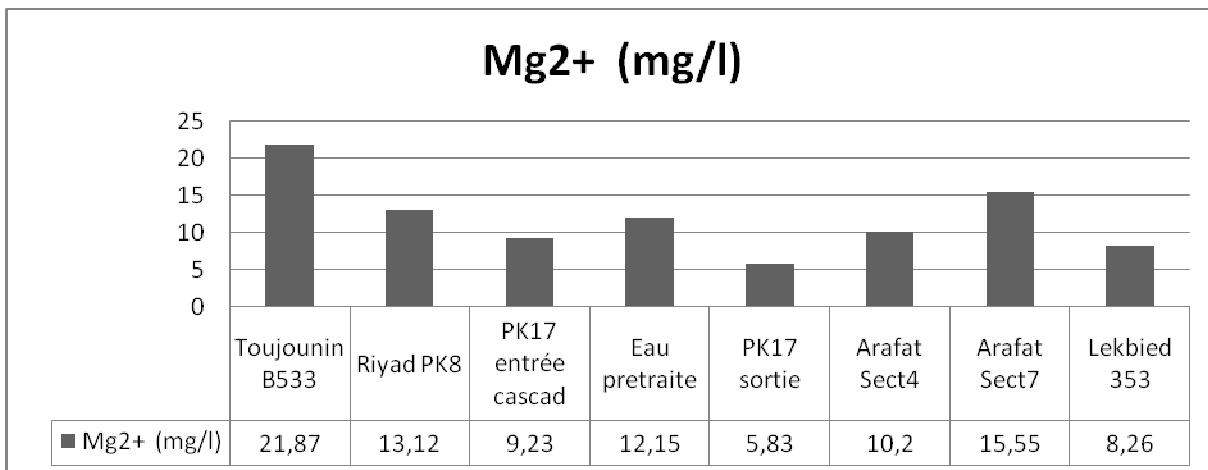


Figure 23 : Variations de la dureté Magnésienne dans les eaux de NKTT

Le calcium et le magnésium sont les deux éléments de la dureté totale dont la teneur dépend des terrains traversés donc liés à l'eau de la nappes, les teneurs en calcium des échantillons prélevés sont comprises entre 17,63 et 32,86 et conformes donc aux normes d'eau potable, qui doivent être inférieures à 100mg/l et celle du magnésium sont comprises entre 5,83 et 21,87 et conforme donc aux normes d'eau potable, qui doivent être inférieures à 50mg/l.

❖ Chlore

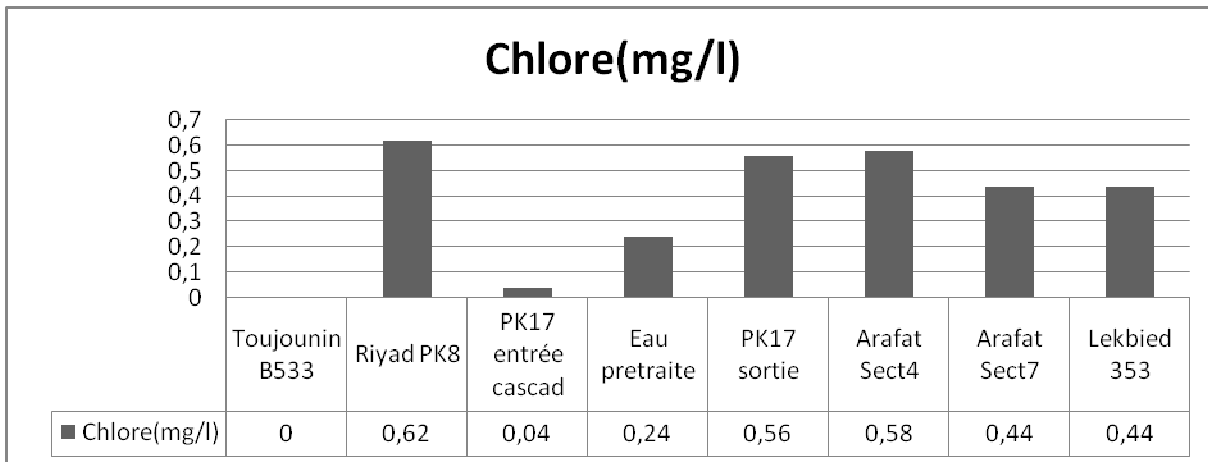


Figure 24 : Variations de chlore libre dans les eaux de NKTT

Les chlorures des eaux proviennent essentiellement de la dissolution des sels chlorurés, très abondant dans la nature (NaCl, KCl, CaCl₂) leur présence peut être due aussi aux rejets des égouts, drainage d'irrigation, pollution des décharges ainsi que les intrusions marines côtières. Des additifs utilisés dans les traitements de l'eau sont aussi responsables de

L'augmentation de leur teneur. Au niveau de tous les points de prélèvements les teneurs en chlorures sont trop faibles (0 à 0,62mg/l) ces derniers conforment aux normes internationales de l'OMS, qui doivent être inférieures à 250 mg/l.

❖ Aluminium

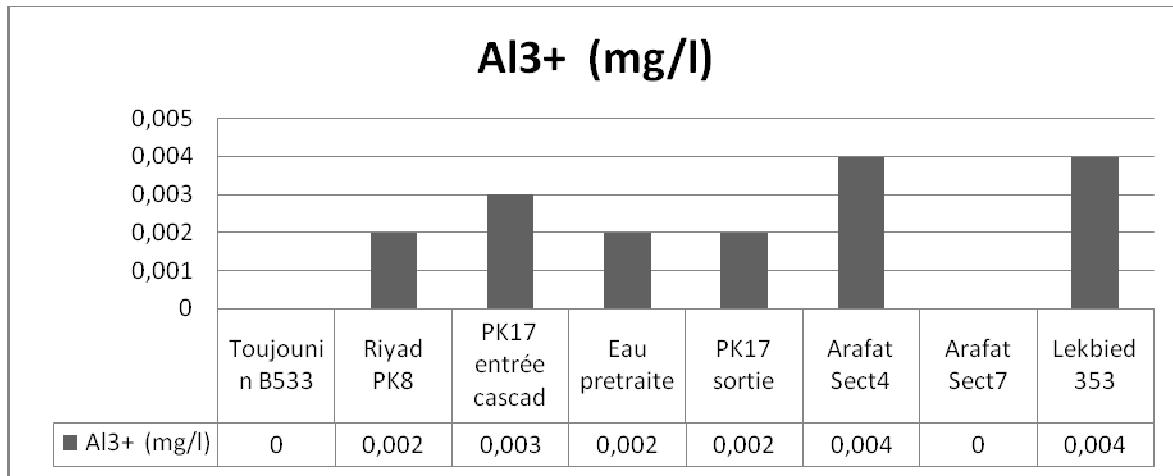


Figure 25 : Variations de l'aluminium dans les eaux de NKTT

La présence de l'aluminium dans l'eau est due soit à un apport possible par le traitement (utilisation fréquente de sulfates d'aluminium comme coagulants), soit à une origine naturelle. Les teneurs d'aluminium varient entre 0 et 0,004mg/l elles sont conformes aux normes de potabilité de l'OMS.

❖ **Fer**

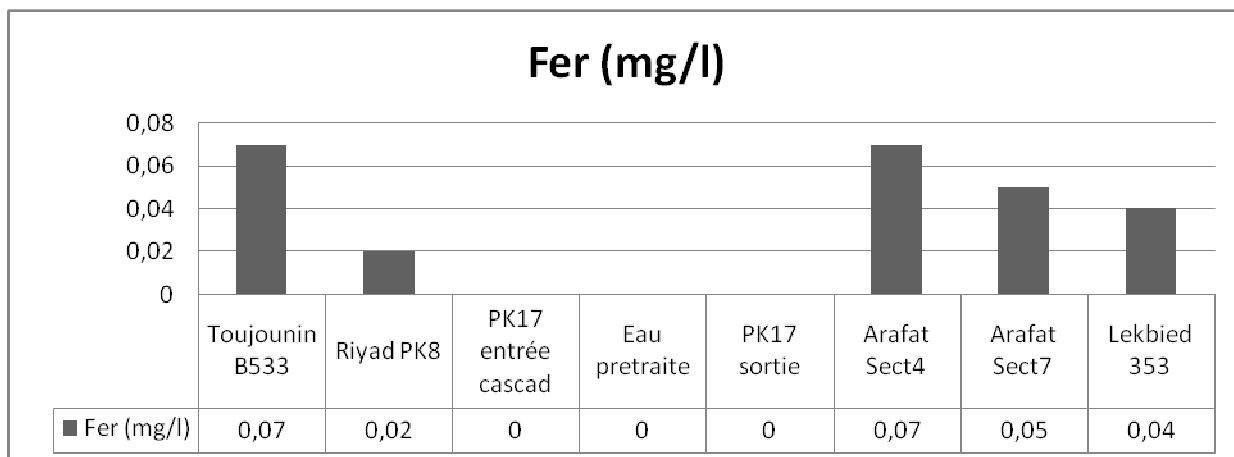


Figure 26 : Variations de fer dans les eaux de NKTT



Les analyses effectuées montrent que les teneurs en fer dans l'ensemble des échantillons sont comprises entre 0 et 0.07 mg/l et répondent donc aux normes d'eau potable, qui doivent être inférieures à 0,5mg /l

- **Nitrite et Nitrate.**

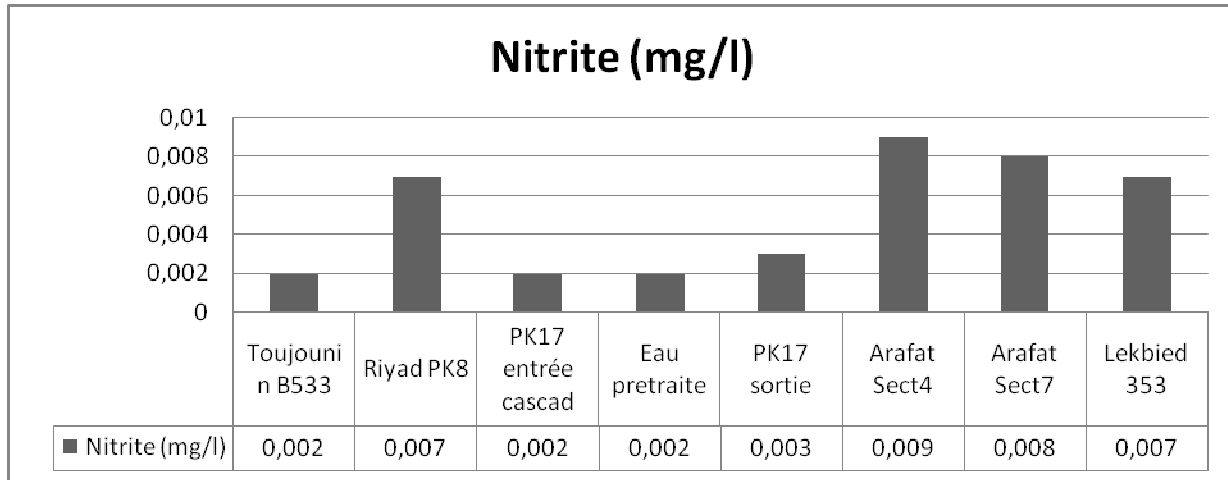


Figure 27 : Evolution des concentrations de Nitrites dans les eaux de NKTT

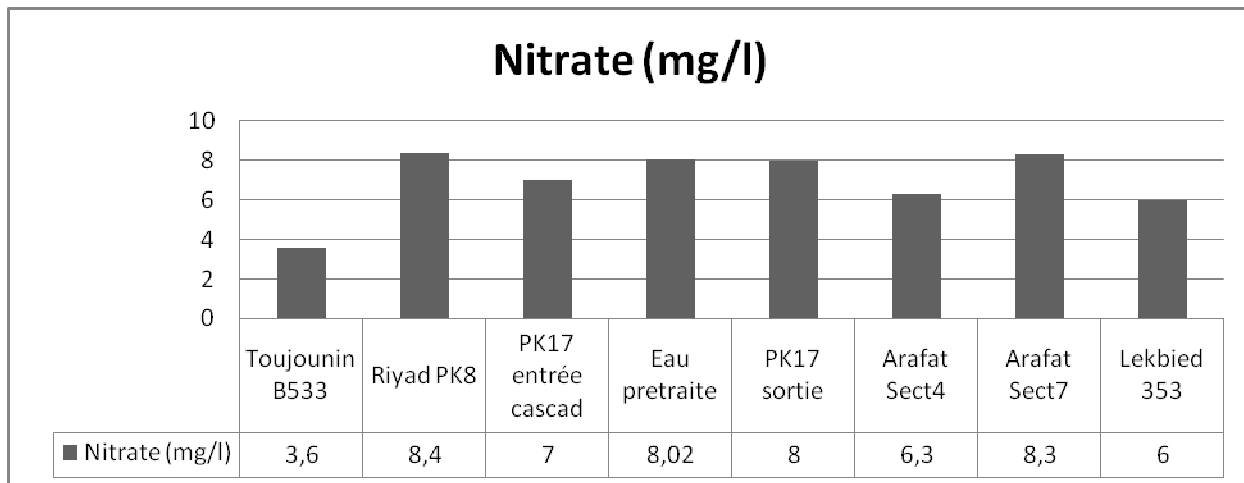


Figure 28 : Evolutions des concentrations aux Nitrates dans les eaux de NKTT



Les nitrites sont toxiques pour l'organisme humain, sa présence en quantité importante dégrade la qualité de l'eau. On remarque que la teneur en nitrites dans les eaux potable varie entre 0,002 et 0,09 mg/L (fig. 27). Ces teneurs en nitrites répondent aux normes de l'OMS.

Les nitrates peuvent être à l'origine de la formation de nitrites et de nitrosamines, Les teneurs en nitrates dans les eaux potables sont comprises entre 3,6 et 8,4mg/l (fig.28) et sont très inférieures à 50 mg/L considérée comme étant la valeur limite pour l'eau potable selon l'OMS.

❖ Matière organique :

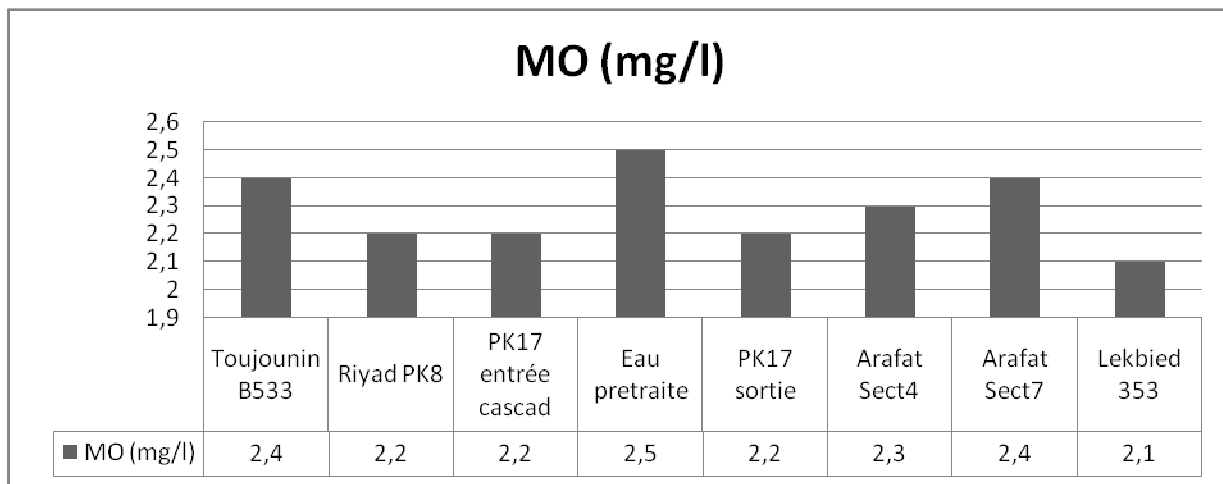


Figure 29 : Variations de la Matière organique dans les eaux de NKTT

La qualité et la stabilité d'une eau potable sont en grande partie liées à sa teneur en matières organiques résiduelles, mesurées par des paramètres globaux, tels que le carbone organique total (COT) et le carbone organique dissous (COD).

Les résultats obtenus montrent que les teneurs en matières organiques varient entre 2,1 et 2,5mg/l. Ces valeurs sont faibles et ne nécessitent pas de traitement au charbon actif.

❖ - TDS

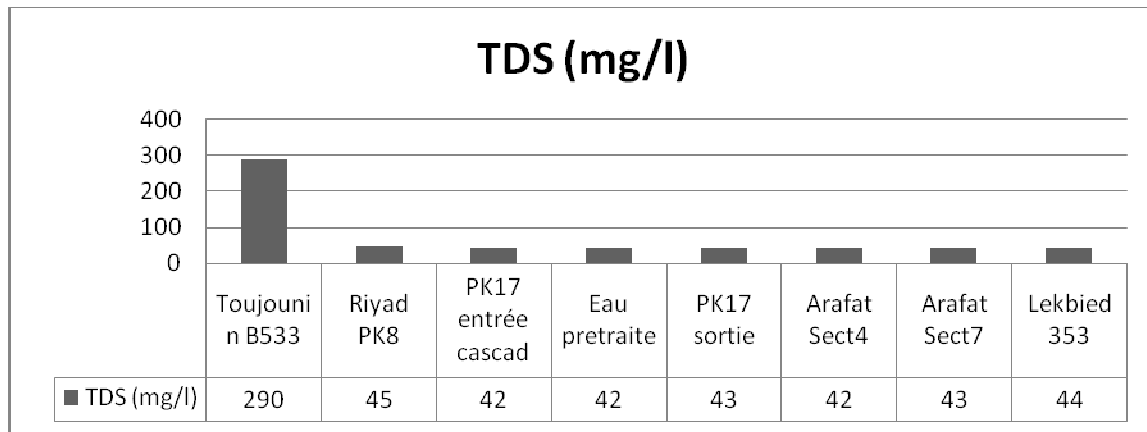


Figure 30 : Variations de la du TDS

TDS et salinité : ce paramètre a été mesuré grâce à une analyse TDS-01 type Conrad, elle détermine tout simplement la somme des sels dissous dans l'eau.

D'après le graphique (fig.30) on remarque que la valeur TDS dans les différents points de prélèvement tourne autour d'une valeur de 43mg/l, contrairement à la province de Toujounin qui a une TDS légèrement grande (290mg/l) cette différence est due à l'alimentation de cette zone par les eaux souterraines de la nappe Idini. Les valeurs mesurées pour la salinité ne dépassent pas les normes de l'OMS.

Conclusion générale

Aftout Essahili a permis une meilleure couverture en matière de distribution d'eau malgré l'augmentation du nombre de fuites engendrées par la forte pression et la vétusté du réseau en place, par rapport à Idini dont la surexploitation présente un risque majeur de PK17. Particulièrement en ce qui concerne la salinité. Dans notre étude, nous avons passé en revue les profils organoleptiques, physico-chimiques de l'eau consommée à Nouakchott à travers différents prélèvements. Échantillons de PK17 (sortie), château d'eau, et les huit points de Nouakchott.

Les résultats des échantillons étudiés, indiquent une potabilité requise sur le plan physico-chimiques.

Après la mise en œuvre du projet d'adduction en eau d'Aftout Essahili, le débit d'exploitation du champ captant d'Idini devrait être diminué. Cette initiative pénétra à la nappe de conserver sa bonne qualité et son débit.

Ce travail de fin de stage nous a permis de nous familiariser avec les activités de laboratoire et d'analyse et de contrôle des eaux de consommation. D'autre part, il a permis de nous initier à la recherche de solutions pour des problèmes quotidiens, tel que la mise à disposition de l'eau de qualité pour la pollution.



Suite à notre stage nous recommandons à la société de la SNDE nous avons effectué un suivi régulier de la ville de Nouakchott, en plus d'une 'une grande sensibilisation des pollutions sur les menaces que constitue pour la santé, la contamination de l'eau polluée.

Une meilleure formation doit être continue pour les futurs professionnels dans le domaine.

Un suivi régulier pour les équipements du laboratoire de l'analyse de l'eau.

Accélération de la mise en œuvre du projet du nouveau réseau de distribution d'eau à Nouakchott.

Intégrer la main d'œuvre spécialisée dans le domaine de l'assainissement et le traitement des eaux.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

CARUBA R. et DARS R., (1991) - Géologie de la Mauritanie. Edition de l'institut supérieure scientifique de Nouakchott. 321p

Degremont, (2008) – rapport interne Manuel Général d'exploitation, 330p.

MINT MOHAMED SALEM, K. N'DIAYE, AD. MOSAO, KANKOU. TINE A., (2011) - Evaluation de la qualité de l'Eau de la Rive droite du fleuve Sénégal. Science Lib, 3,111002 .12p.

MINT MOHAMED SALEM, K. N'DIAYE, AD. MOSAO, KANKOU. TINE, A., (2011) - Evolution spatio-temporelle de la qualité physicochimique de l'Eau de la Rive droite du fleuve Sénégal. Science Lib, 3, 110706, 12p.

MINT VIYAH AGHLANA et MINT MOHAMED MAHMOUD MARIEM., (2009) - Qualité Physico-chimiques des Eaux Distribuées à Nouakchott, Rapport de fin d'étude, Université de Nouakchott.32p.

Mouhamat Seck., (2004) - Inondations à l'embouchure du fleuve Sénégal : hydraulique fluvial et aménagements, Rapport fin d'étude (DESS), Ecole Inter Etats des Ingénieurs de l'Equipement Rural/ B.Faso. 70p.

Nema, Nema., (2011) – évaluation de la qualité physicochimique des eaux distribuées à Nouakchott, Rapport de fin d'étude (Master II), Université Sidi Mohamed Ben Abdellah - Fès.74p.



OULD ELMOUSTAPHA Ahmed. , (2000) - Influence d'un ouvrage portuaire sur l'équilibre d'un littoral soumis à un fort transit sédimentaire, l'exemple du port de Nouakchott(Mauritanie), Thèse de Doctorat, Université de Caen.163p.

OULD CHEIKH Mohamed El Kory., (2011) - Caractéristiques physico-chimiques des eaux d'alimentation de la ville de Nouakchott, ScienceLib 3, 111202, 10p

OULD KANKOU M. O. S. A. , (2004) - Vulnérabilité des eaux et des Sols de la rive droite du Fleuve Sénégal en Mauritanie – Etude en laboratoire du comportement de deux Pesticides, Thèse de Doctorat, Université de Limoges. 159p.

OULD Med Salem., (2009): Contribution à l'étude de qualité physio – chimique et bactériologique de l'eau distribuée à Nouakchott (Mauritanie). Master: sciences de l'environnement « Eaux usées, incidences Sanitaires et environnementales » Université Ibn Tofail faculté des sciences Kenitra. P 17-22-23

OULD BEKAR. Cheikh. , (2010) - Mécanismes de salure des eaux souterraines côtières du champ captant d'Idini (Nappe Trarza-Mauritanie), Rapport de fin d'étude (Master II), Université Ibn Tofail de Kénitra.76p.

O.M.S. , (2004) – Directives de qualité pour l'eau de boisson, 3^{ème} édition, vol1, 110p.

O.M.S., (1968) - Lutte contre la pollution des eaux dans les pays en voie de développement, O.M.S. Rapport technique.

Protocole de travail interne au laboratoire de l'analyse physico-chimique et bactériologique de la SNDE.

Rodier J., (1996) : Analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires et eau de mer. 8^{ème} édition, Dunt, Paris. 340p.

Semega. B. M., (1995) - Interactions physico-chimiques des eaux de la nappe côtière du Trarza (Mauritanie). Thèse, de troisième cycle, Faculté de Sciences Nice. 232 p.

Semega. B. M., (1999) - Nappe Continental Terminal du Trarza (Mauritanie) dans le contexte du bassin sédimentaire côtier sénégal-mauritanien, rapport de stage post Doctoral.177p.

Référence Webographie

www.omvs.org

<http://www.projetbiodiversite.org/spip.php?article5>

www.onm.mr





ANNEXES

Annexe 1

1. Résultats des analyses physico-chimiques effectuées au niveau de laboratoire

Tableau1: Analyses des eaux au niveau laboratoire

	Toujo unin B533	Riyad PK8	PK17 Entrée casca de	Eau prétraité	PK17 sortie	Arafat sect4	Arafat sect7	Lekbe id 353
pH labo	6,66	7,63	7,58	7,73	7,66	7,67	7,7	7,84
T Eau in situ	26	28	25	26	26	25	24	23
T air in situ	23	25	21	26,8	22	20	20	20
Conductivité labo	542	78,4	76,8	77,3	77,00	77,4	78,3	99,4
Chlore reside mg/l in situ	0	0,62	0,04	0,24	0,65	0,58	0,44	0,44
TDS mg /l	290	45	42	42	43	42	43	44
Magnésium mg/l	21,87	13,12	9,23	12,15	5,83	10,2	15,55	8,26
Calusium mg /l	32,86	20,04	17,63	19,23	19,23	21,64	20,04	18,43



Nitrate mg /l	3,6	8,4	7	8,02	8	6,3	8,3	6
Nitrite mg/l	0,002	0,007	0 ,002	0,002	0,003	0,009	0,008	0,007
Matières Organiques mg/l	2,4	2,2	2,5	2,2	2,5	2,3	2, 4	2 ,1
Fer mg/l	0,07	0 ,02	0	00	00	0 ,07	0,05	0,04
Aluminium mg/l	00	0,002	0,003	0,002	0,002	0,004	00	0,004

Annexe 2 : Normes de potabilité de l'eau

1. Caractéristiques organoleptiques.

Tableau 1 : Eléments d'appréciation de la qualité organoleptique des eaux

Paramètre organoleptique	Teneurs limites
Couleur réf Pt - Co (mg.l-1)	20
Turbidité (NTU)	4
Odeur (taux de dilution)	3 à 25
Saveur (taux de dilution)	3 à 25

2. Caractéristiques physico-chimiques

Tableau 2 : Eléments d'appréciation de la qualité physico-chimique des eaux

Paramètre physico-chimique	Teneurs mg/l
pH	6,5 – 8,5 (1)
Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	1250 (1)
Minéralisation totale	1000 (2)
Dureté totale ($^{\circ}\text{F}$)	30 (2)
Chlorures : Cl	250 (1)
Bicarbonates : HCO_3	-



Annexe 3 : Photo des quelques appareils utilisés dans les analyses de ce travail



Faculté des Sciences et

B.P. 2202 – Route d'Imouzzer – FES

212 (0) 535 60 29 53 Fax : 212 (0) 535 60 82 14



Turbidimètre portable 2100P

Mesure de : pH, potentiel Redox, Sodium



Oxym

Mots clés: