



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTER DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE
CENTRE UNIVERSITAIRE DE TISSEMSILT
INSTITUT DES SCIENCES ET DE TECHNOLOGIE



Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme
De master académique en **Génie de raffinage**

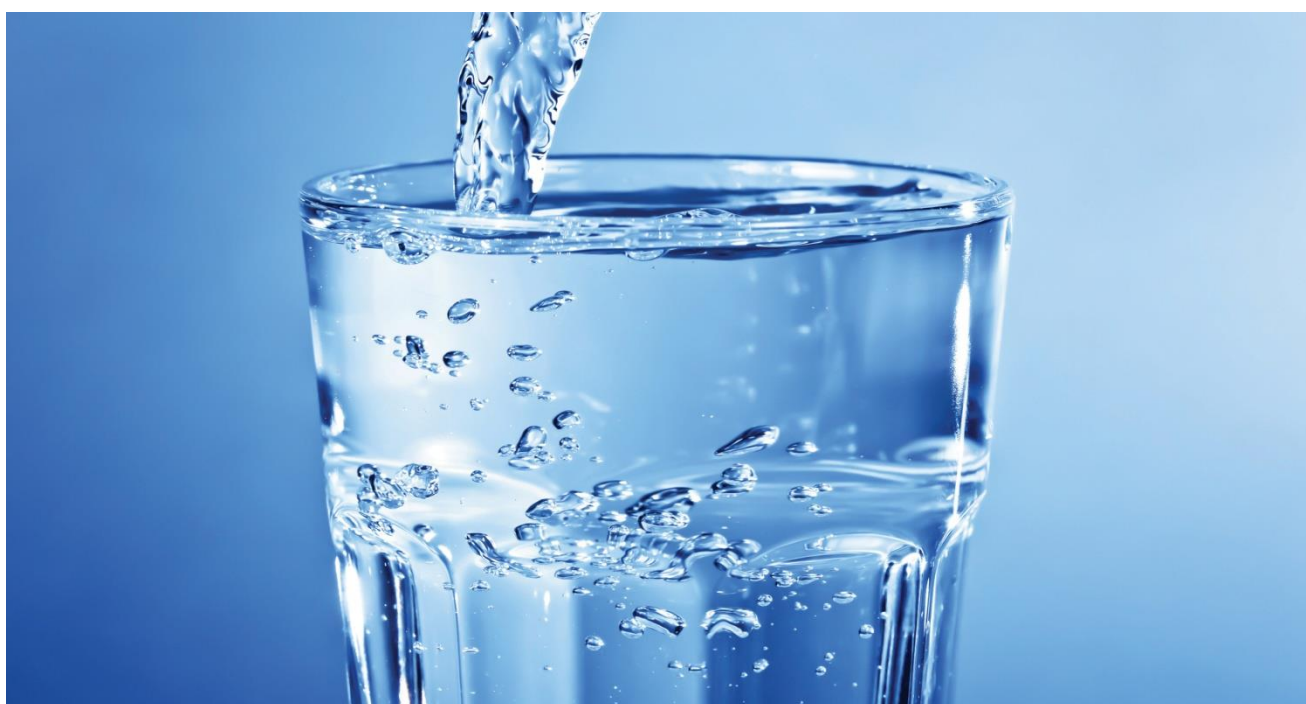
Visa du chef de département des
Sciences et technologies

Signature

Date

THEME

**ETUDE QANTITATIVE ET QALITATIVE DE L'APROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE
DE LA VILLE DE TISSEMSILT**



Encadreur : Mr.Chellali Rachid

Réalisé par :

Signature

Mlle.Drouche Kheira

date

Membre du jury :

Mr.Miloud Aissat

Président

Centre universitaire de Tissemsilt

Mr.Sid Aahmed Kas

Examineur

Centre universitaire de Tissemsilt

Mr. Chellali Rachid

Encadreur

Centre universitaire de Tissemsilt

2018 /2019

Sommaire

DEDICACE

SOMMAIRE

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction.....2

Première partie : bibliographique.

CHAPITRE I : Etude quantitative

I.1. Généralité sur l'eau4

I.2. Potabilité de l'eau4

I.2.1 Paramètres organoleptiques.....4

I.2.2. Paramètres physico-chimiques.....5

I.2.3 Les substances toxiques.....6

I. 2.4 Les paramètres microbiologiques7

I.2.3. MTH.....7

CHAPITRE II : PRESENTATION DE LA REGION D'ETUDE

II.1 Situation géographique.....10

II.2 Morphologie du territoire.....11

II.3 Hydrologie11

II .4 POPULATION.....15

II.5 Climat16

II.6 SITUATION HYDRAULIQUE DE LA VILLE DE TISSEMSIL.....21

II.6.1 RESSOURCES EN EAU21

CHAPITRE III : ESTIMATION DES BESOINS

III.1 Introduction.....	24
III.2 Etude socio-économique	25
III. 3 Demande en eau	26
III.4 Adéquation ressources besoin	28
III.5 Critère de conception	31
III.6 AUTONOMIE DES RESERVOIRS	33
III.7Calcul de la consommation moyenne journalière pour les différents besoins.....	34

CHAPITRE IV :Infrastructures hydrauliques

IV .1.Adduction de Koudiet Rosfa.....	37
IV .2. Adduction de Rechaiga.....	39
IV .3. SYSTEME DE DISTRIBUTION.....	41
I.4.Les réservoirs de distribution.....	42

Chapitre V : Evaluation qualitative de la ressource en eau

V-1Introduction.....	35
V.2 Le protocole expérimental	46
V.3Etude hydro chimique.....	47
V-4.Paramètres bactériologiques.....	56

Chapitre VI : résultats et discussion

VI.1 Objectif du travail	58
VI.2 Zone d'étude	58
VI.3 Description de déférentes étapes de traitement	59
VI.4 Le protocole expérimental	61
VI.5Matériels et méthodes	62
VI.5.1- Matériels	62
VI.5.2- Le prélèvement des échantillons.....	62
VI.5.3- Prélèvements à partir d'un robinet	62
VI.5.4- Prélèvement à partir d'une eau de surface (barrage).....	63
VI.5.5- Choix et stérilisation des récipients	63

VI.5.6- Principaux renseignements à fournir pour une analyse d'eau	63
VI.5.7- Transport et conservation au laboratoire	64
VI.5.8- Les analyses bactériologiques	64
VI.5.9- Dénombrement des Microorganismes totaux	64
VI.5.10- Dénombrement de Coliforme et Coliformes fécaux	65
VI.5.11- Dénombrement des spores de <i>Clostridium</i> sulfito-réducteurs	66
VI.5.12- Dénombrement des Entérocoques intestinaux (streptocoque fécaux)... ..	66
VI.5.13- Recherche des Staphylocoques.....	67
VI.5.14- Les analyse physico-chimique	68
VI.5.15- Discussion des paramètres physicochimiques	79
VI.5.16- Discussion des résultats des éléments de pollution.....	81
VI.5.17- Discussion des résultats de minéralisation globale	82
VI.5.18- Discussions des résultats du paramètre indésirable.....	83
VI.5.18- Discussion des paramètres bactériologiques	84
VI.5.189- Discussion des résultats de paramètres bactériologiques	84
Conclusion.....	87
Références bibliographiques.....	89
Résumé	90

Introduction générale

Introduction générale

L'existence de la vie est tributaire de la disponibilité des ressources en eau, c'est pourquoi on disait que "L'eau, c'est la vie".

La disponibilité de l'eau pour l'homme est nécessaire dans les divers domaines industriels, pharmaceutiques, cosmétiques et surtout alimentaire. Pratiquement plus la qualité de l'eau diminue, plus la nécessité de procéder à des contrôles fréquents ne devient impérieuse. Cette qualité différée selon le domaine d'application, de point de vue nutritionnel, l'eau doit répondre aux normes de conformité physico-chimique et bactériologique dans le but de préserver la santé humaine.

Les eaux du barrage de Kodiet Rosfa, sont destinées à l'alimentation en eau potable des habitants, de 14 communes de la wilaya de Tissemsilt et l'irrigation des périmètres avoisinants.

Les analyses de l'eau constituent une étape fondamentale du programme de surveillance des qualités, elles permettent d'identifier et de mesurer les différents paramètres physico-chimiques et bactériologiques et d'évaluer le niveau de pollution biologique sur un échantillon d'eau.

Notre objectif porte sur l'évaluation quantitative et qualitative de l'eau potable de la ville de Tissemsilt .

1. Généralité sur l'eau :

L'eau est l'élément autour du quel se maintient et se développe la vie car elle est indispensable à la survie de tout être vivant. Elle joue un grand rôle dans le développement économique et la protection de l'environnement.

L'eau se trouve presque partout sur la terre et est vitale pour tous les organismes vivant connus. Près de 70,8 % de la surface de la terre est recouvert d'eau, essentiellement sous forme d'océans. Une étendue d'eau peut être un océan, une mère un lac, un étang, un fleuve, une rivière, un ruisseau, un canal (**Lagreb et Semane, 2007**).

2. Potabilité de l'eau :

L'eau potable doit obligatoirement respecter les seuils réglementaires de différents paramètres, divisés en différents groupes: les qualités organoleptiques (odeur, couleur, saveur), les éléments microbiologiques (virus, bactéries), les substances indésirables (nitrate, fluor), toxiques (chrome, plomb), les pesticides ainsi que la composition naturelle de l'eau (pH, taux de calcium...) (**ENCYCLOPÉDIE MÉDICAL, 1997**).

Les normes de potabilité sont l'ensemble des critères organoleptiques, physiques, chimiques, toxiques, éléments indésirables et bactériologiques que doit respecter une eau pour pouvoir être offerte à la consommation humaine (**HUBERT P, et MARIN M., 2001**).

2.1. Paramètres organoleptiques :

Les facteurs organoleptiques (couleur, saveur, et odeur) constituent souvent les signes d'alerte pour une pollution sans présenter à coup sûr un risque pour la santé.

- **Couleur :**

La coloration d'une eau est dite vraie ou réelle lorsqu'elle est due aux seules substances en solution. Elle est dite apparente quand les substances en suspension y ajoutent leur propre coloration. Les couleurs réelles et apparentes sont approximativement identiques dans l'eau claire et les eaux de faible turbidité (**RODIER J, 2005**).

- **Odeur :**

L'odeur peut être définie comme l'ensemble des sensations perçues par l'organe olfactif en flairant certaines substances volatiles. (**RODIER J, 2005**).

- **Goût et saveur :**

La saveur peut être définie comme l'ensemble des sensations perçues à la suite de la stimulation par certaines substances solubles des bourgeons gustatifs (**RODIER J, 2005**).

2.2. Paramètres physico-chimiques :

- **Potentiel d'hydrogène « pH » :**

L'eau naturelle pure est neutre, le pH d'une eau représente son acidité ou alcalinité. C'est le paramètre le plus important de la qualité de l'eau, il doit être surveillé au cours de toute opération de traitement (**RODIER J, 2005**).

- **Température :**

Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels est impliquée dans la conductivité électrique ainsi la détermination du pHEtc. (**RODIER J, 2005**).

- **Turbidité :**

C'est la réduction de la transparence de l'eau due à la présence de matière non dissoute (**LANTEIGNE J, 2003**), C'est le premier paramètre perçu par le consommateur (**ANDRIAMIRADIS L, 2005**).

Les mesures de turbidité ont donc un grand intérêt dans le contrôle de l'épuration des eaux brutes (**RODIERJ, 2005**). La turbidité se mesure en unité céphalométrique. (NTU) (**LANTEIGNE J, 2003**).

- **Conductivité :**

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm de surface et séparées l'une de l'autre de 1 cm (**RODIER J, 2005**).

La conductivité s'exprime en ($\mu\text{S}/\text{cm}$) (**GAUJOUS D, 1995**).

- **La dureté de l'eau :**

D'après **Bliefert et Perraud (2001)**, en pratique la dureté totale d'une eau est considérée comme étant la somme des concentrations en ions Mg^{2+} et Ca^{2+} .

- **Les substances indésirables :**

Selon **J.O.R.A (2006)**, les substances indésirables dans une eau potable sont indiquées dans le tableau suivant :

Tableau I. 01: Concentrations limites des substances indésirables dans une eau Potable (J.O.R.A N °27, 2006)

Substances	Concentration en mg/l
Nitrates	50
Nitrites	0,1
Ammonium	0,5
Azote	1
Matières oxydables	5
Hydrocarbures dissous	0,01
Phénols	0,5
Agents de sulfate (lauryl-sulfate)	0,2
Fer	0,2
Manganèse	0,05
Magnésium	50
Sodium	150
Potassium	12
Aluminium	0,2
Cuivre	1
Zinc	5
Phosphore	5
Fluor	0,7 à 1,5

2.3 Les substances toxiques :

Ce sont des substances qui sont représentées par les métaux lourds, ayant une incidence directe sur la santé par les pesticides et les hydrocarbures. Actuellement pour les substances chimiques dans l'eau, les teneurs tolérées sont de plus en plus minimales (BOUZIANI, 2000).

Tableau I.2: Normes de quelques substances toxiques dans l'eau potable selon journal officiel d'Algérie (2009)

Substances	C.M.A (mg/l)
Arsenic	0,05 mg/l
Cadmium	0,05 mg/l
Cyanure	0,05 mg/l
Mercure	0,01 mg/l
Plomb	0,05 mg/l

2.4 Les paramètres microbiologiques :

Une eau d'alimentation ne doit renfermer aucun germe pathogène, c'est par la recherche de la présence éventuelle de certains germes.

La mise en évidence de ces germes est alors l'indice d'une contamination d'origine fécale ou autre, et donc des mesures doivent être prises pour la décontamination (**Bontoux, 1993**).

Tableau I.3: Quelques paramètres microbiologiques (J.O.R.A 2006)

Paramètres	Expression des résultats	Nombre
Coliformes thermo tolérants	Nombre /100 ml	0
Streptocoques fécaux	Nombre /100 ml	0
Bactéries Sulfito-réductrices	Nombre /20 ml	1

I.2.3MTH :

Le mot **MTH** recouvre un large spectre de pathologie d'origine bactérienne parasitaire ou virale dont l'élément commun est le mode de contamination: l'eau

Maladie à déclaration obligatoire ce sont des périls fécaux à allure épidémique, dont la symptomatologie est plus souvent digestive (diarrhée, vomissements etc.) restent encore très répondues et constituent toujours une menace dans les pays pauvres et dont la mortalité est très élevé surtout pour les enfants en bas âge.

Principaux facteurs générateurs des MTH :

- 1- Une urbanisation rapide et désordonnées le mode de vie urbain a entraîné une augmentation de la production des déchets solides et liquides.
- 2- Un contexte démographique en expansion passant de 10.4 millions d'habitants en 1962 à près de 30 M en 1998.
- 3- Un contexte géographique favorable la population algérienne est répartie de façon très inégale sur l'ensemble du territoire 94% de la population concentrée dans le nord sur une superficie la 13% du territoire.
- 4- Une situation de l'habitant très préoccupante avec absence de réseau d'AEP.
- 5- Les procédés de désinfection de l'eau destinée à la consommation humaine obsolètes les techniques de désinfection anciennes occupent encore une place importante.
- 6- Une absence de conformité du réseau d'AEP favorisée par l'insuffisance des contrôles techniques des services de l'hydraulique à toutes les étapes et l'inter connexion entre réseau d'assainissement.
- 7- Les solutions à mettre en œuvre :

- 8-** Promotion de l'hygiène et la salubrité publique par amélioration des conditions de vie du citoyen (promotion de l'habitat, alimentation en eau potable et assainissement du milieu).
- 9-** Collaboration intersectorielle doit être permanente et concerne en particulier les secteurs de l'habitant, de l'hydraulique et de la santé, la participation des collectivités locales demeure fondamentale aux prioritaires.
- 10-** Lutte contre l'habitat précaire.

II.1 SITUATION GEOGRAPHIQUE

La commune de Tissemsilt est située à 220 km à l'Ouest de la capitale Alger et à 300 km d'Oran. Elle a pour limite (Figure 1) :

- au nord les communes de Ouled Bessem et Sidi Abed,
- A l'Ouest la commune de Ammari,
- A Est la commune de Khemisti,
- Au Sud les communes de Tiaret et Nahr Ouassel.

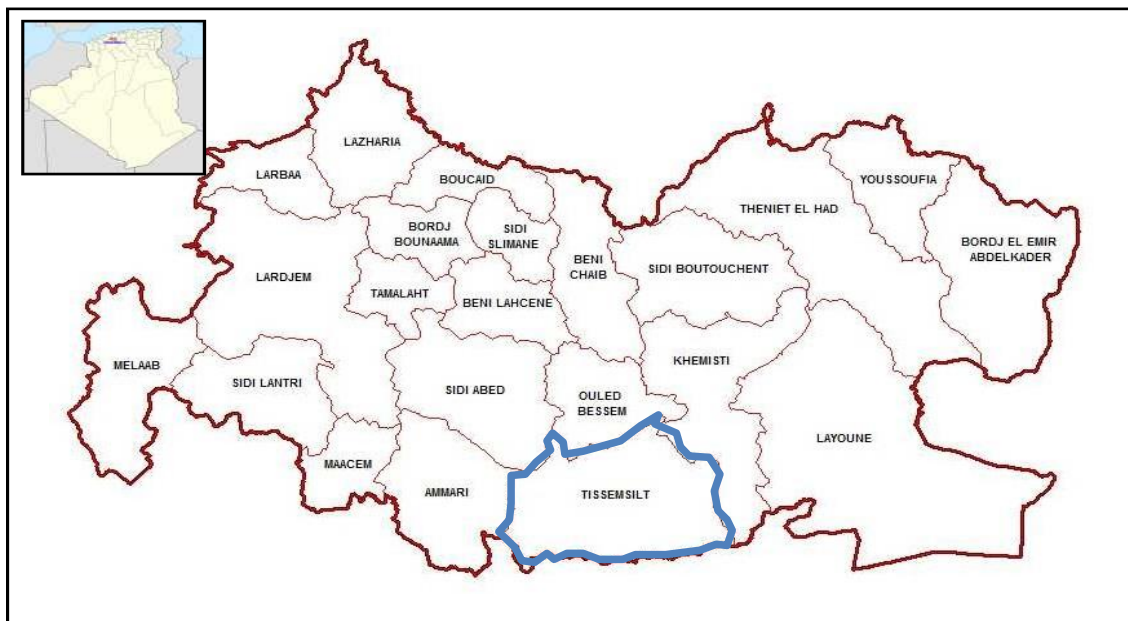


Fig II.1 : Localisation de la commune de Tissemsilt (Groupement AQUATEC/ SGI/ INFRABEL)

La Commune de Tissemsilt, qui s'étend sur une superficie de 216 Km², est classée, de part sa position géographique, capitale du Serssou.

Les wilayas limitrophes sont :

- Aïn Defla et Chlef au Nord,
- Tiaret et Djelfa au Sud,
- Médéa à l'Est
- Tiaret à l'Ouest.

La commune de Tissemsilt compte :

- Le chef lieu de la commune et de la wilaya : Tissemsilt
- L'agglomération secondaire de Beni Maida
- L'agglomération secondaire de Ain El Karma

Ainsi que plusieurs hameaux éparpillés sur le territoire de la commune :

- Daia Quatouat
- Ouled Khrouf
- Mekerbet
- Ouled Sidi M'hamed Ben Ali
- Ouled Ben Khelifa
- Kef El Hmam
- Ouled Youcef
- Ouzina
- Ouled Mansour...

II.2 MORPHOLOGIE DU TERRITOIRE

La commune de Tissemsilt est située dans les hautes plaines Telliennes, bordée au nord par le massif de l'Ouarsenis et au sud par le Djebel Nador.

Le relief est peu accentué, avec une pente variant de 1% à 14%. Les principaux piémonts sont :

- à l'Est, la chaîne de Djebel El Bakhat d'une altitude de 1011 m
- au Sud Est, le Djebel Fekarine, d'une altitude de 922 m et le Djebel Radjem Gana, d'une altitude de 961 m
- au Sud, le Djebel El Belgroum d'une altitude de 890 m
- à l'Ouest, le Djebel El Daia d'une altitude de 1008 m

La zone montagneuse bordant le territoire constitue un écran de protection naturel contre le vent du Nord.

II.3 HYDROLOGIE

Le territoire de la wilaya de Tissemsilt fait partie du grand bassin versant du Cheliff dénommé bassin hydrologique n°01 par l'agence nationale des ressources hydrauliques (A.N.R.H).

A l'intérieur de ce grand bassin hydrologique, la wilaya de Tissemsilt est drainée par un réseau hydrographique particulièrement dense. Il est constitué d'une multitude d'oueds traversant la région en une direction générale Nord -Sud.

Dans sa partie avale, les principaux oueds sont d'ouest en est; Oued Rhiou, Oued Sly et Oued Fodda, qui se déversent tous en rive gauche dans l'oued Cheliff.

A noter que certaines zones culminantes ne présentent pratiquement pas de cours d'eau à cause de leur nature carbonatée, fortement fracturée qui favorise l'infiltration dans ces zones à bonne pluviométrie. Les fortes circulations souterraines se traduisent par l'existence de diverses sources, notamment Ain Senen, Ain Deban, Ain Tolba, etc...

Dans les zones les plus basses et plus tendres (marnes et argiles), un réseau hydrographique plus important se présente soulignant une imperméabilité des terrains.

L'aire de la commune de Tissemsilt est une convergence entre les bassins versants, avec :

- au Nord, le bassin versant de l'oued Fodha
- à l'Ouest, le bassin versant de l'oued Lardjem, long de 121,5 km
- d'Est au Sud, le bassin versant de l'oued Nahr Ouassel, long de 137,50 km

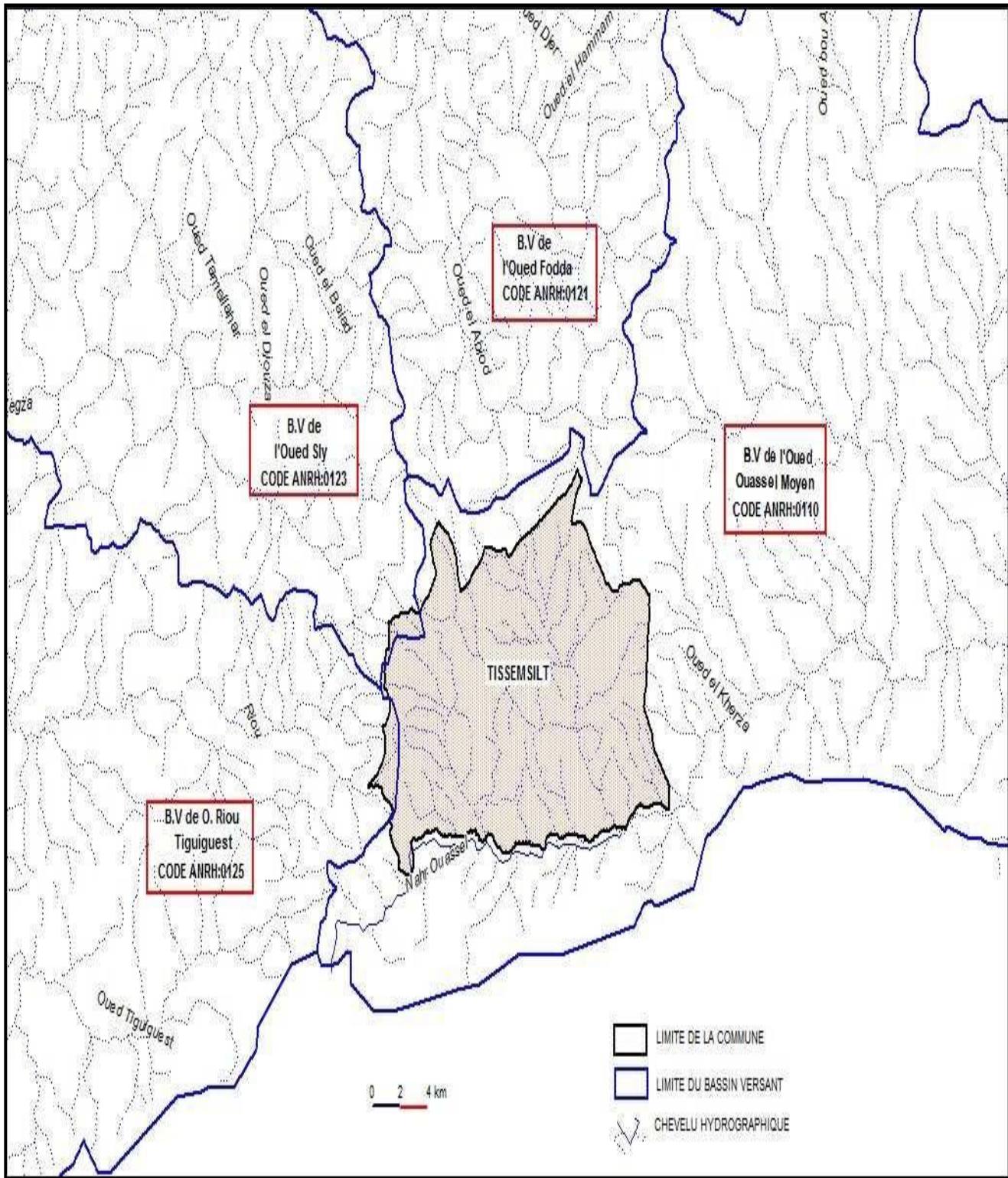


Fig II.2 : Carte des bassins versants et du chevelu hydrograph

Pour mobiliser les ressources hydrique vingt neuf (29) retenues ont été réalisées à travers la wilaya dont une seulement au niveau de la commune de Tissemsilt (région de Ain Aneb) d'une capacité de 80 000 m³, destinée à l'irrigation d'une superficie agricole de 13,50 Ha.

Deux stations hydrométriques se trouvent dans ce sous-bassin :

- La station de Oued Lili mesure le débit de l'oued Teguiguest,
- La station Ferme Ferhat mesure le débit de l'oued Sousselem.

La récupération du volume envasé du barrage de koudiet Rosfa l'alimentation en eau potable de la wilaya de Tissemsilt (15 millions mètre cube / an) (**Dar al-Handasah, 2005**).

II.3.1 Le trias

Les formations du Trias jouent un rôle hydrogéologique important du fait de leur contribution à la salure des oueds Tamellaht et Mellah-Lardjem, certaines sources ressortant au contact des pointements évaporitiques.

L'eau est proportionnellement très chargée. L'analyse de cette eau séléniteuse originaire du massif liasique de Belkairat, qui traverse une importante zone de Trias à l'extrémité méridionale du chaînon, montre l'influence marquée des roches triasiques sur la minéralisation de l'eau.

II.3.2 Le jurassique

L'unique affleurement du Jurassique est constitué par le grand massif de l'Ouarsenis. Ce massif constitue un système hydraulique localisé et compartimenté en rapport avec les unités tectoniques, il est constitué par la série carbonatée qui se présente comme un

ensemble fortement diaclase, et a subi une longue période d'action météorologique ayant conduit à la dissolution du calcaire. Sa morphologie est de type karstique.

C'est une véritable roche réservoir, dont l'alimentation en eau est favorisée par les pluies et la fonte des neiges. De nombreuses sources jalonnent le pied de ce massif. Toutefois, bien que la pluviométrie soit relativement élevée (600 à 800 mm de précipitations annuelles) et que les roches soient à perméabilité de fissures et que des chenaux de dissolution déterminent une surface de l'ordre de 15 à 20 km², les sources n'ont pas de gros débits et sont rarement pérennes.

Sauf drainage naturel des nappes par des failles, les exutoires sont des sources de déversement déterminées par le relief et l'allure des roches, souvent fort redressées.

II.3.3 L'Albo Cénomaniens

Les formations de cet âge correspondent à une épaisse série de calcaires en gros bancs souvent mal consolidés et se débitant parfois en plaquettes grossières. Ces calcaires alternent avec des marnes calcaires bleutées, à altération grisâtre.

L'épaisseur totale de cet ensemble doit dépasser 500 m. Cette formation est captée par la majorité des forages de la région.

Les failles, les fissures et diaclases affectant ces calcaires, associées aux effets de la dissolution chimique favorisent l'infiltration des eaux météoriques. Il en résulte la formation d'un milieu karstique.

II.3.4 Le Miocène inférieur

C'est une sédimentation récente de la fin de Tertiaire qui est plus ou moins tectonisée. La porosité est essentiellement de fissure, les assises gréseuses reposent sur des marnes imperméables. Grâce à cette structure ces roches constituent un aquifère relativement important.

Les affleurements de cette formation sont importants dans la région de Maacem (Djebel Chefaia) et celle de Sidi Abed (amont de l'Oued El Baiad).

Le Miocène constitue un aquifère à nappe réduite et discontinue dans la wilaya de Tissemsilt, recoupée par quelques forages.

II.3.5 Le pliocène

Le pliocène ne dépasse pas quelques dizaines de mètres au maximum. Leur rôle hydrogéologique est assez important en raison de leur faible épaisseur.

II.3.6 Le quaternaire

Les formations quaternaires représentent par leur faciès, une lithologie variable suivant le type de dépôt. Seuls les alluvions d'âge récent offrent des capacités en eau intéressantes.

Localisées essentiellement au fond de l'Oued Lardjem, elles sont étagées en terrasses. Les terrasses inférieures constituent une nappe phréatique d'inféro - flux. Celle-ci est captée par de nombreux puits traditionnels exploités par les Fellahs de la région.

II.4 POPULATION

Lors du dernier recensement en 2008, la population de Tissemsilt était de 75 197 habitants.

Tableau II.1: Estimation de projection de la population

2015	2020	2025	2030	2040
89 037	100 737	125 841	152 647	173901

II .5 CLIMAT

II.5.1 Introduction

L'établissement d'un bilan hydrique nécessaire pour apprendre le fonctionnement d'un système hydraulique de surface ou souterraine, la connaissance des paramètres climatiques tels que la pluie, l'évaporation, température. Ces différentes composantes, constituent le cycle de l'eau.

II.5.2 Etude hydroclimatique de la zone d'étude

Les éléments climatologiques dont nous nous sommes servis pour traiter le climat de la région de bassin versant sont : les précipitations, la température; l'humidité; l'évaporation; le vent.

Ces paramètres ont été obtenus de l'office national de la météorologie de Tissemsilt.

II.5.3 Le climat

Le bassin versant est caractérisée par un climat sub-humide à semi-aride frais.

Tableau II.2: Caractéristiques du poste pluviométrique de Tissemsilt

Nom du poste	Coordonnées Lambert			Code (ANRH)	période de Fonctionnement	Nombre d'années d'observations sans lacunes
	X	Y	Z			
Tissemsilt	420.2	257	858m	01-10-06	1916-1961 1973-2006	1981-2006 31 ans

Les données de la période 1976-2006 sont présentées ainsi que la moyenne annuelle sur le tableau 02.

Tableau II.3 : Pluies maximales journalières en (mm)

N° d'Ordre	Année d'observation	P.J.Max de l'Annuel (mm)	N° d'Ordre	Année d'observation	P.J.Max de l'Annuel (mm)
01	1976	36,5	17	1992	25,1
02	1977	31,2	18	1993	22,7
03	1978	30,2	19	1994	49,3
04	1979	72,1	20	1995	41,8
05	1980	29,6	21	1996	51,2
06	1981	82,5	22	1997	36,4
07	1982	32	23	1998	19,6
08	1983	52,4	24	1999	44
09	1984	34	25	2000	29,6
10	1985	50,7	26	2001	28,1
11	1986	21,5	27	2002	28,4
12	1987	28,6	28	2003	34,8
13	1988	21,5	29	2004	21,1
14	1989	22,3	30	2005	69,7
15	1990	30,2	31	2006	42,4
16	1991	22	/	/	/

(Source ANRH Bir Mourad Raïs)

Nous constatons une variabilité interannuelle très importante durant l'année 1998 à une valeur minimale 19,6 avec un maximum en 1997 (648 mm) à la station de Bordj Bounaama et un minimum à la station de Tissemsilt en 1999 (196.7 mm).

II.5.4 Température

La température de l'air est l'un des effets le plus important de la radiation solaire et un grand nombre de phénomènes physiques (évaporation, gel de l'eau, gelée blanche, dilatation, ...etc) et de multiples formes de l'activité humaine sont liés à la température de l'air.

Tableau II.4: Répartition mensuelle de la température

Mois	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Moyenne interannuelle
T.Max (°C)	12.1	12.8	15.3	17.7	21	27.5	32.2	31.1	27.7	21.7	16	12.8	20.7
T.Min (°C)	5.4	6	7.2	9.3	11.8	17.2	21.2	20.2	17.4	13	8.7	6.8	12
T.Moy (°C)	8.3	9	10.8	13	15.9	22	26.3	25.1	21.7	16.7	11.9	9.2	15.8

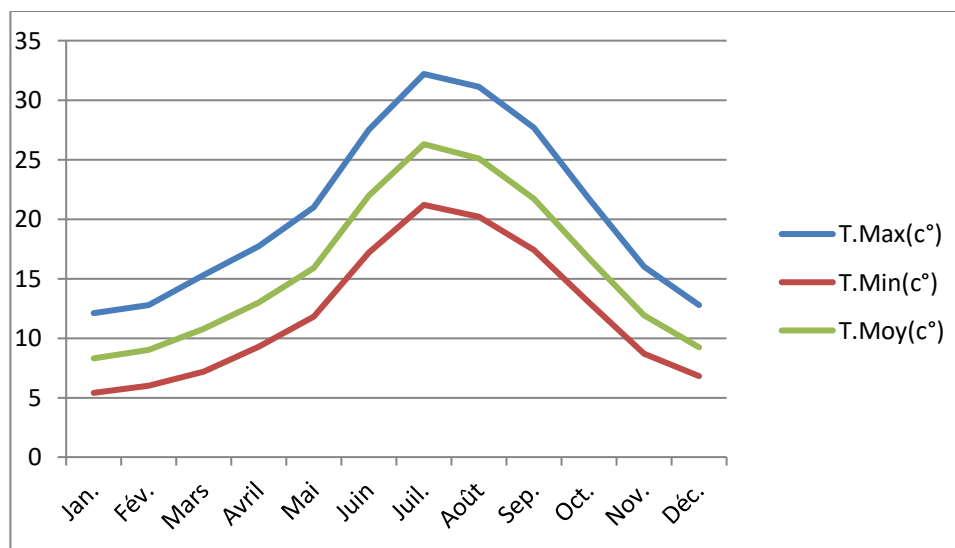


Fig II.3 : Représentation mensuelle de la température (°C)

La température moyenne mensuelle est d'environ 15.8°C. Les températures extrêmes enregistrées sont 12°C et 32°C en janvier et en juillet atteintes avec des fréquences faibles. Dans le

mois de janvier, la température moyenne mensuelle varie le plus souvent entre 5°C et 12°C alors qu'en juillet elle est située entre 20°C et 32°C.

II.5.5 L'humidité

L'humidité relative mensuelle moyenne varie de 70 à 83 % et de 63% respectivement pour les périodes allant de mois de novembre au mois de mars et du mois d'avril au mois d'octobre.

II.5.6 Evaporation

L'estimation de ce paramètre a été faite en utilisant les données disponibles pour l'ANRH concernant cette région. La valeur moyenne annuelle de l'évaporation estimée à 1256 mm, avec la distribution mensuelle présentée dans le Tableau suivant :

Tableau II.5: Répartition mensuelle de l'évaporation

Mois	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Moyenne interannuelle
Ev.Max (mm)	74.4	66.7	80.6	96	114.7	165	235.6	204.6	129	120.9	75	62	1454.5
Ev.Min (mm)	40.3	34.8	68.2	78	80.6	117	158.1	148.8	114	80.6	51	34.1	1005.5
Ev.Moy (mm)	55.8	52.2	77.5	84	99.2	150	207.7	182.8	138	96.1	60	52.7	1256
%	4.44	4.16	6.17	6.68	7.9	11.94	16.54	14.55	10.99	7.65	4.78	4.2	100

II.5.7 La grêle

La grêle étant un phénomène généralement très localisé, une chute déterminée peut n'être enregistrée que dans un nombre restreint de stations.

La grêle tombe presque durant tous les mois de l'année. On en constate très peu dans le mois de juillet jusqu'au septembre qui peuvent être considérés comme mois de transition entre les deux semestres chaud et froid.

Tableau II.6: Nombre moyen de jours de grêle

Mois	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	An
Nombre de jours	0,5	0,4	0,7	0,1	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	3,0

(Source : ONM)

La grêle est une pluie congelée qui tombe par grains. Elle cause des grands dommages à l'agriculture, et à d'autres branches des activités économiques, c'est pour cela, qu'il est intéressant d'en connaître les fréquences.

II.5.8 La neige

La neige qui joue un rôle régulateur du ruissèlement tout en influent favorablement sur l'alimentation des nappes souterraines peut cependant avoir un rôle négatif lors de son effondrement rapide en ravinant le sol noyant les cultures et inondant les agglomérations à risques.

Tableau II.7 : Nombre moyen de jours de neige

Localisation (Station)	Altitudes (m)	Nombre moyen des jours d'enneigement.
Bordj Bounâama	1100	22.1
Theniet Elhad	1160	22

II.5.9 Les vents

Les vents dominants chargés d'humidité soufflent dans la direction W-NW durant la période allant du mois d'octobre au mois de Mai, et d'E-SE de Juin à septembre avec une fréquence à 14%. Ces vents sont généralement modérés, leurs vitesses moyennes mensuelles varient entre de 2.5 à 3.5 m/s.

Tableau II.8 : Vitesse des vents moyens mensuels

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Dec	Moy mens
Vent (m/s)	2,6	3,6	3,7	3,7	3,8	3,7	3,7	3,4	3,2	3,2	3,5	3,6	3,5

II.6 SITUATION HYDRAULIQUE DE LA VILLE DE TISSEMSILT

II.6.1 RESSOURCES EN EAU

L'alimentation en eau potable de la ville de Tissemsilt est actuellement assurée à partir de deux ressources :

- Une ressource superficielle principale mobilisée à partir du barrage de Koudiet Rosfa situé dans la commune de Beni Echaib,
- Une ressource souterraine composée par le champ captant de la nappe de Rechaiga constitué de 14 forages situés dans la commune de Rechaiga.

Conclusion

L'analyse climatique de la région a montré que le climat sub-humide à semi-aride frais, caractérisé par une période sèche et une période humide à une température moyenne mensuelle qui varie 15,8 °C.

La valeur moyenne annuelle de l'évaporation estimée à 1256 mm et l'humidité relative mensuelle moyenne varie de 70 à 83 % et de 63.

III.1 INTRODUCTION

La conception future du réseau de distribution de Tissemsilt à horizon 2040 est basée sur une orientation de ressource en eau actuelle partagée entre les forages de la nappe de Rechaiga et la ressource superficielle au niveau du barrage de Koudiet Rosfa.

Les chapitres suivants résument :

- ✓ Les hypothèses prises en compte pour élaborer le schéma directeur de distribution,
- ✓ L'adéquation entre les besoins futurs et les ressources à l'horizon du projet.

III.2 ETUDE SOCIO-ECONOMIQUE

Sur la base des hypothèses prises dans le rapport de l'étude socio-économique, les estimations de projection de la population dans le périmètre d'étude sont listées ci-dessous :

Tableau III.1 Estimations de projection de la population dans le périmètre d'étude

Horizon	Agglomération Chef-Lieu	Zones éparses	Ain Kerma	Beni Maida	Ouled Bessem	Total
2015	81591	3422	1858	2166	13182	102219
2020	92470	3799	2063	2405	14872	115609
2030	117602	3786	2056	2397	18313	144154
2040	141701	5546	2494	2907	21253	173901

La spécificité de l'AEF de Tissemsilt est telle que le réseau de distribution en sortie des réservoirs de tête alimente également des agglomérations secondaires et autres communes.

Certaines de ces agglomérations sont comprises dans l'aire d'étude et donc incluses dans la projection présentée ci-dessus, cela est le cas pour :

- Ain et Kerma,
- Beni Maida,
- Ouled Bessem.

III.3 DEMANDE EN EAU :

pour la définition de la demande en eau à l'horizon 2040, à une analyse détaillée :

- du PNE (édition 2010),
- du PDAU de la ville de Tissemsilt (révision récente de 2014),
- de la situation actuelle de la consommation et des données de compteurs de l'ADE (données de 2014).

Pour présenter une demande en eau en harmonie avec le PNE et pour faciliter la mission de l'ADE dans sa stratégie nationale, La proposition de l'hypothèse volontariste proposée par le PNE. pour suivre la tendance mondiale pour diminuer la consommation en eau qui permettra de préserver au mieux les ressources naturelles à disposition et de mieux gérer des systèmes AEP. Cette politique devra être basée sur une amélioration de la gestion des systèmes AEP, une augmentation du rendement des réseaux, des détections des éventuelles fuites avec les équipements adéquats et promouvoir la gestion au niveau commerciale ainsi qu'au niveau organisationnel.

De ce fait, le Groupement dans son rapport de demande en eau a proposé les hypothèses suivantes pour l'horizon du projet :

- 120 l/j/hab pour tenir en compte la consommation domestique et non domestique (autres usagers : administratif, commercial, petite industrie et artisanat),
- Une majoration de 5% de la consommation des grands consommateurs actuels,
- Un rendement à terme de 80% pour le réseau de distribution,
- Ces hypothèses amènent à une demande totale en 2040 de 33192 m³/j,

Sur la base de ces hypothèses, le schéma directeur de distribution de la ville de Tissemsilt est dimensionné dans les chapitres suivants.

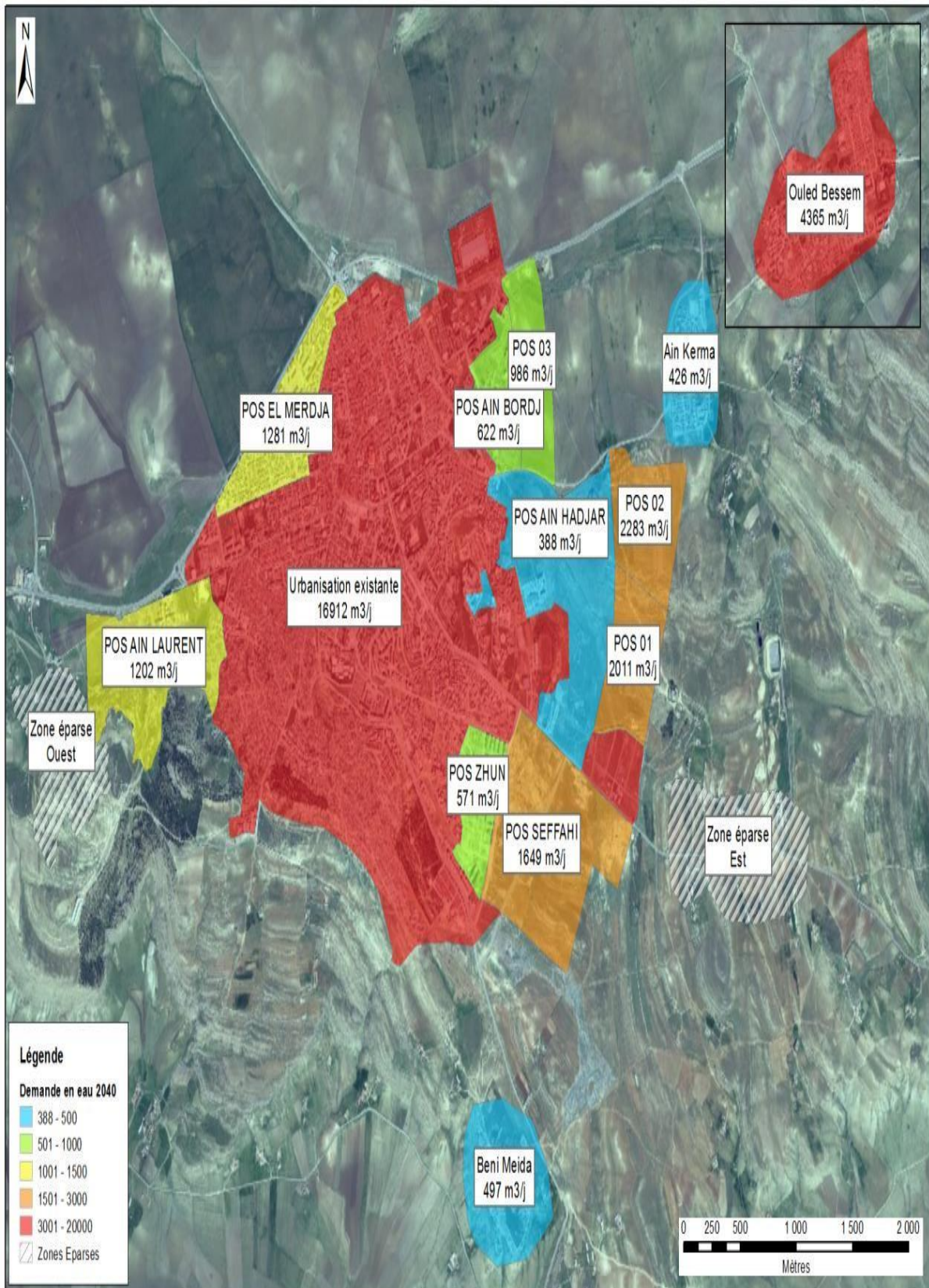


Fig III.1 Répartition de la demande à l'horizon 2040 par zone urbanistique(ADE)

III.4 ADEQUATION RESSOURCES BESOINS

les besoins de la zone d'étude sont estimés comme suit :

Tableau III.2 Les besoins nécessaires par horizon

Besoins projetés en m³/j	
Horizon 2015	25140
Horizon 2020	24906
Horizon 2030	28843
Horizon 2040	33192

Les ressources souterraines (Champ captant de la nappe de Rechaiga) et superficielle (Barrage de Koudiet Rosfa) disponibles pour la zone d'étude sont présentées ci-après. Cela implique alors les hypothèses suivantes :

- allocation à la ville de Tissemsilt des eaux de surfaces traitées identique à la situation actuelle,
- capacité d'extraction en eau souterraine à Rechaiga conservée.

Tableau III.3 Ressources disponibles pour la zone d'étude

Ressources	2016 - 2040
Capacité actuelle des forages en fonction	4 500 m³/j
Eaux de surface (barrage Koudiet Rosfa)	22 000 m³/j
Total	26 500 m³/j

Des ressources supplémentaires devront alors être mobilisées. Pour cela plusieurs scénarios devront être envisagés dans le futur à savoir :

- l'augmentation de l'allocation eau traitée au niveau de Koudiet Rosfa à la ville de Tissemsilt,
- l'augmentation de la capacité du champ captant de Rechaiga,
- la mobilisation d'une ressource tierce.

Concernant la première option, la station de pompage d'Ammari (SP11) a un potentiel de débit de 45000 m^3/jour , valeur largement supérieure à la demande 2040 qui est de 33192 m^3 . Ce débit peut être fourni par la station de traitement du barrage de Koudiet Rosfa dont la capacité nominale est de 46000 m^3/jour (avec un fonctionnement actuel de 33000 m^3/jour). Il convient toutefois de considérer les besoins en eaux des autres agglomérations desservies présentement ou à desservir dans le futur.

En relation avec la deuxième option, la capacité de production du champ captant de Rechaiga pourrait être augmentée en vue de combler le déficit du bilan besoin ressource. Une étude réalisée par la DRE (étude géophysique des nappes souterraines de la Wilaya de Tissemsilt), a mis en avant le potentiel hydrogéologique de la nappe avec possible exploitation de forage de profondeur de 180 à 250m.

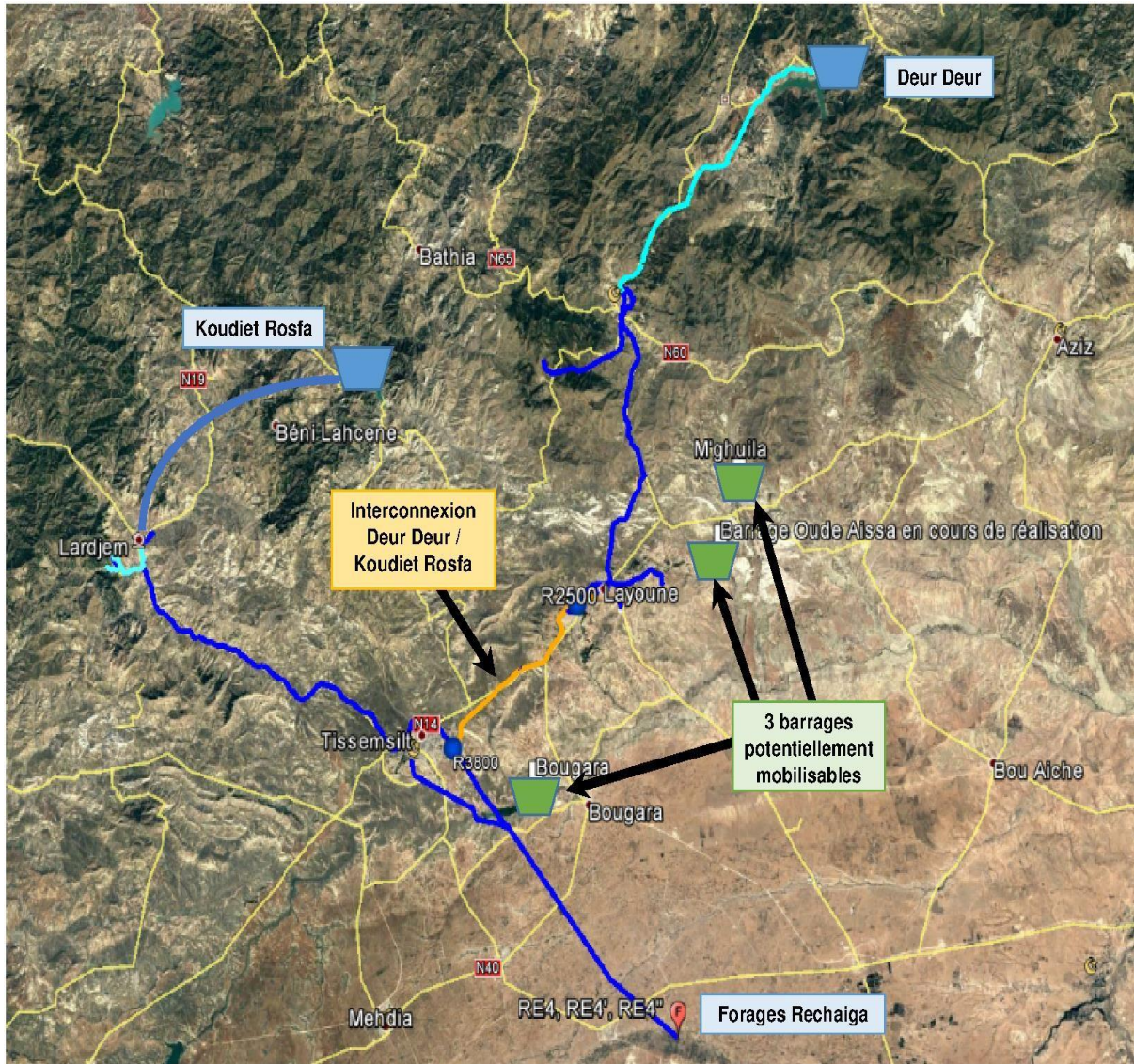
Concernant la mobilisation de ressources tierces, les barrages de Oued Aissa et M'Ghuila, aujourd'hui utilisés pour l'irrigation constituent des orientations possibles, via l'interconnexion Deur Deur / Koudiet Rosfa.

Le barrage de Bougara, situé à 13 km au sud-est de la ville de Tissemsilt, qui a fait l'objet d'une protection contre la pollution avec une station de traitement des eaux usées, est à considérer comme une possibilité de ressource à explorer.

Toutefois la mobilisation des eaux de ces 3 barrages pour la production d'eau potable en direction de Tissemsilt impliquerait l'installation de nouvelles stations de traitement et de pompage.

Parmi ces possibilités, il faut noter que le rôle de l'interconnexion Deur Deur / Koudiet Rosfa réside essentiellement dans une alimentation de secours. Les autres scénarios seraient donc à privilégier afin de conserver cette interconnexion comme une possibilité d'échange à double sens en cas de situation de secours.

La carte ci-dessous illustre les ressources existantes et potentielles qui pourront être mobilisées pour équilibrer le bilan besoin – ressource à l’horizon 2040.



III.5 CRITERES DE CONCEPTION

III.5.1 Coefficients de pointe :

Les coefficients de pointe, selon l'expérience du Groupement sont présentés comme suit :

- **Coefficient journalier (saisonnier) de pointe [Cp] :**

Le coefficient journalier de pointe correspond au rapport des besoins en eau de la journée de pointe sur les besoins en eau de la journée moyenne.

- **Coefficient horaire de pointe [Chp] :**

Le coefficient horaire de pointe représente le rapport entre le débit horaire maximum et le débit horaire moyen.

Tableau III.4 : Coefficients de pointe(Groupement AQUATEC/ SGI/ INFRABEL)

	Proposition
Coefficient journalier de Pointe	1.1
Coefficient horaire de Pointe	1.8

En tenant compte des critères de dimensionnement, le tableau ci-dessous illustre les volumes à prévoir pour l'horizon 2040 (sur la base d'une consommation H24).

Tableau III.5 Volumes actuels et futurs des réservoirs

Réservoirs	Volume actuel (m3)	Volume distribution (m3)	Volume tampon (m3)	Volume horizon 2040 (m3)	Volume arrondi horizon 2040 (m3)	Volume supplémentaire (m3)
2*3800+5000	12 600	12 557	2 129	14 686	15 000	2 400
Château d'eau projet DRE	0	2 195	0	2 195	2 200	2 200
Château d'eau existant	1 000	2 503	0	2 503	2 500	1 500
Sidi Houari	1 000	2 536	575	3 111	3 200	2 200
Bentamra	5 000	5 000	0	5 000	5 000	-
Bâche existante	1 000	2 400	0	2 400	2 400	1 400
Derb	850	1 917	0	1 917	2 000	1 200
Total	21 450				32 300	10 900

(Groupement AQUATEC/ SGI/ INFRABEL)

La figure ci-après illustre les réservoirs actuels qui desservent le réseau de distribution de la ville de Tissemsilt ainsi que les réservoirs projetés dans le cadre du renforcement de la capacité de stockage.

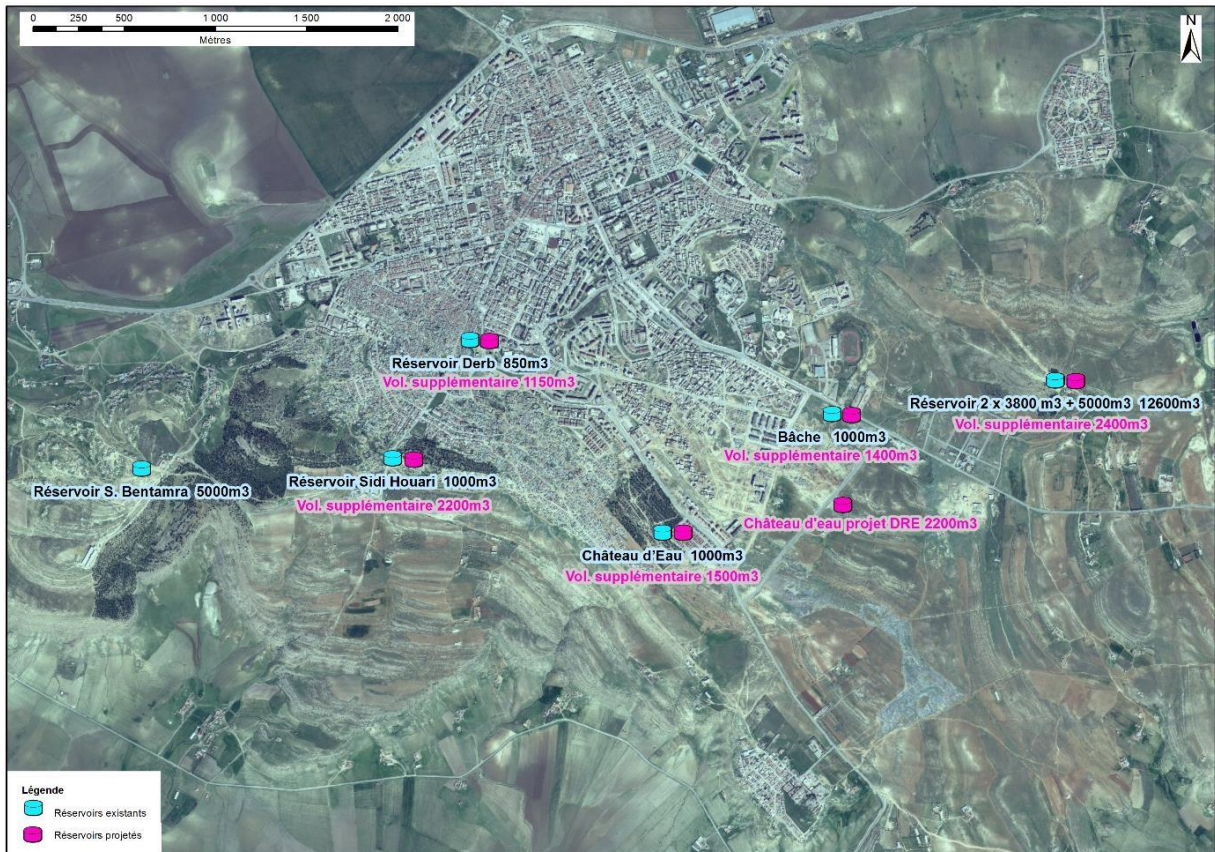


Fig III. 4 Plan de localisation des réservoirs actuels et des réservoirs projetés

Remarques relatives à la disponibilité de l'espace pour la construction des volumes supplémentaires :

- Derby : espace disponibles sur les zones déconstruites avec travaux de terrassement,
- Sidi Houari : décaissement nécessaire sur terrain en lisière de forêt.

En complément, cette autonomie peut être augmentée en fonction du stockage au niveau des réservoirs Derb et de la bache lors de l'incident. En effet dans la simulation, ces réservoirs sont mis hors service dès le début de l'incident- situation très défavorable.

La structure du réseau et sa restructuration permet d'assurer la distribution en eau de toute la ville pendant 2,5 jours avec ce scénario de crise.

Les résultats de la simulation hydraulique de ce scénario sont présentés en annexe 3.

III.6AUTONOMIE DES RESERVOIRS :

Il a finalement été étudié l'autonomie des réservoirs de Tissemsilt. Cette autonomie est directement liée au volume de stockage et débit de la demande. A ce titre, il est rappelé que le critère de conception des réservoirs de stockage préconisé un volume équivalent à la demande journalière. Toutefois il est important de noter que dès l'arrêt du remplissage d'un réservoir de distribution, l'autonomie n'est pas forcément de 24h. En effet l'autonomie dépendra directement du volume stocké au moment de l'incident.

L'analyse a mis en évidence les autonomies minimum, moyenne et maximum de chacun des réservoirs. L'autonomie minimum représente ainsi le cas le plus critique- à savoir l'alimentation du réservoir est coupée lorsque son niveau d'eau est au plus bas.

III.7.Calcul de la consommation moyenne journalière pour les différents besoins

Tableau III.7 Volumes actuels et futurs des réservoirs

Secteur de distribution	Besoin en eau trimestrielle (m ³)	Besoin en eau journalier (m ³)
Administrations	391	4.34
Industries	1340	14.89
Ecoles	200	2.22
Lycée	300	3.33
Hôpital	2161	24.01
Maternité	5501	61.12
Ménage	26	0.28

Tableau III.8 Bilan d'exploitation de la ressource hydrique de la wilaya de Tissemsilt et de chef lieu.

Composantes	Type d'eau	Volume Hm ³ /an 2015	Volume mobiliser Hm ³ /an2030		Volume Hm ³ /an2040
Les potentialités en eau de la wilaya de Tissemsilt	Eau souterraine	04.00	04.00		04.00
	Eau de source	28.20	28.20		28.20
	Eau de barrage (koudietRosfa)	75	75		75
	Transfert (import)	/	/		/
	Total	107.2	107.2		107.2
L'offre en eau pour le chef lieu	Eau souterraine	1.9	02.2		03.0
	Eau de source	9.9	10.10		10.10
	Eau superficielle	07	13		18
	Total	18.8	25.3		31.1
Demande Besoins ville de Tissemsilt	AEP	Urbaine	12.26	17.29	20.86
		Pertes	4.9	6.9	8.34
	Total Demande	17.16	24.20		29.20
OFFRE - DEMANDE		+1.64	+1.1		+1.9

Sur le plan quantitatif le bilan hydrique de la région d'étude reste positif jusqu'à l'an 2040

Il est à noter que l'affectation actuelle du barrage ne représente que le ¼ de la capacité du barrage sans compter l'appoint des forages de Rechaiga

1. Adduction de Koudiet Rosfa

Le barrage de Koudiat Rosfa (73hm³) est situé au Nord Ouest du chef lieu de la wilaya de Tissemsilt. Réalisé en 2004, il assure l'alimentation en eau potable de 200 000 habitants répartis sur 14 communes :

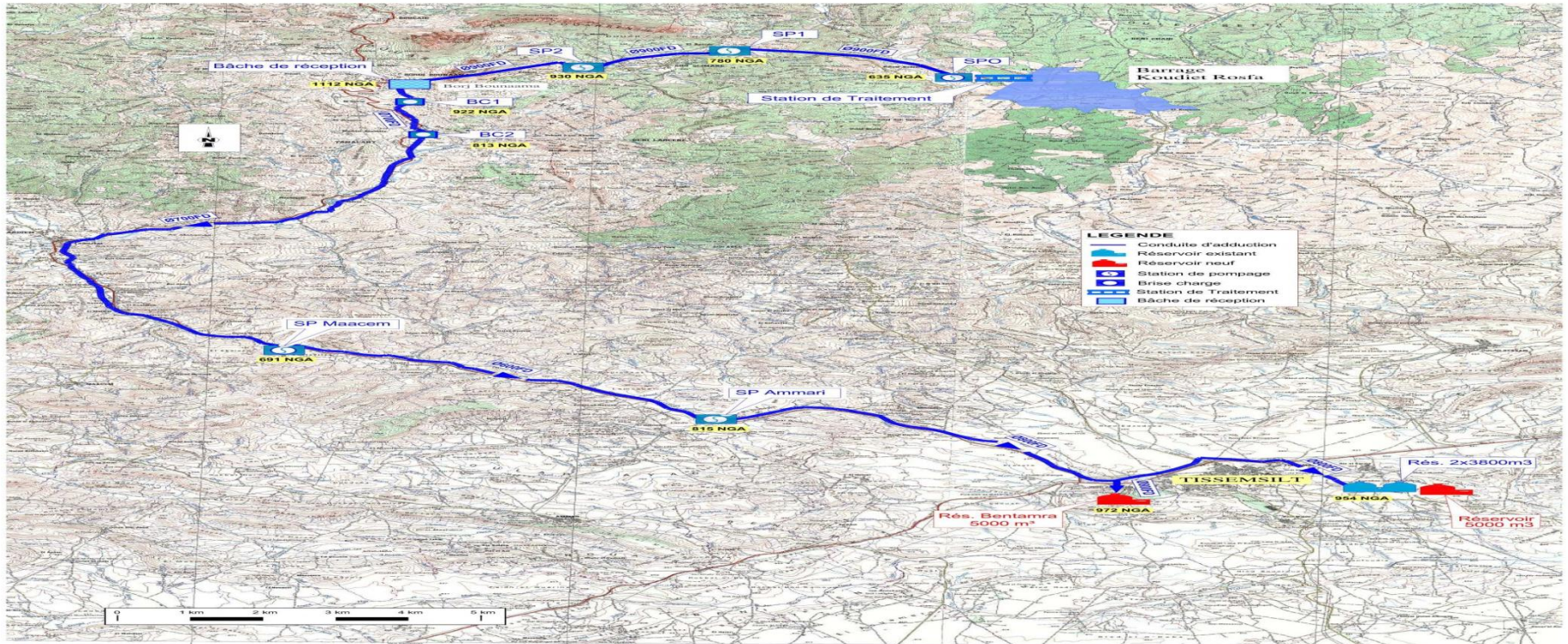
Tissemsilt, Lardjem, Bordj Bounaama, Ammari, Lazharia, Beni Chaib, Sidi Slimane, Beni Lahcen, Boukaid, Larbaa, Tamlaht, Maacem, Sidi Lantri et Sidi Abed pour une dotation moyenne de 150 l/j/habitant.



FigVI.1 : Barrage de Koudiet Rosfa

Les eaux brutes provenant du barrage sont traitées au niveau d'une station de traitement d'une capacité de 46 000 m³/J, Elles sont ensuite refoulées vers les réservoirs 2 x 3800 m³ de la ville de Tissemsilt via une conduite en Ø700/800 FD. Le refoulement s'effectue à travers six (06) stations de pompage (SP0, SP1, SP2 et SP3, SP Maacem et SP Ammari).

A noter que le nouveau réservoir de Bentamra est également raccordé à cette adduction.



FigVI.2: Adduction de Koudiet Rosfa

2. Adduction de Rechaiga

C'est la plus ancienne des deux adductions. Elle a été réalisée en 1984 et réhabilitée à deux reprises.

L'eau provenant du champ de captage de Rechaiga est acheminée dans un premier temps vers la station de pompage de Bougara via une conduite en Ø500 FD, puis refoulée vers les réservoirs 2 x 3800 m³ de Tissemsilt via une conduite de même nature et diamètre.

Une conduite en Ø200FD raccordée sur la conduite principale en Ø500 FD permet d'alimenter le réservoir de Sidi Houari (1000 m³)

le champ captant de Rechaiga

Le champ captant de Rechaiga est composé de 14 forages situés dans la commune de Rechaiga.



Fig IV.3 forage de Rechaiga

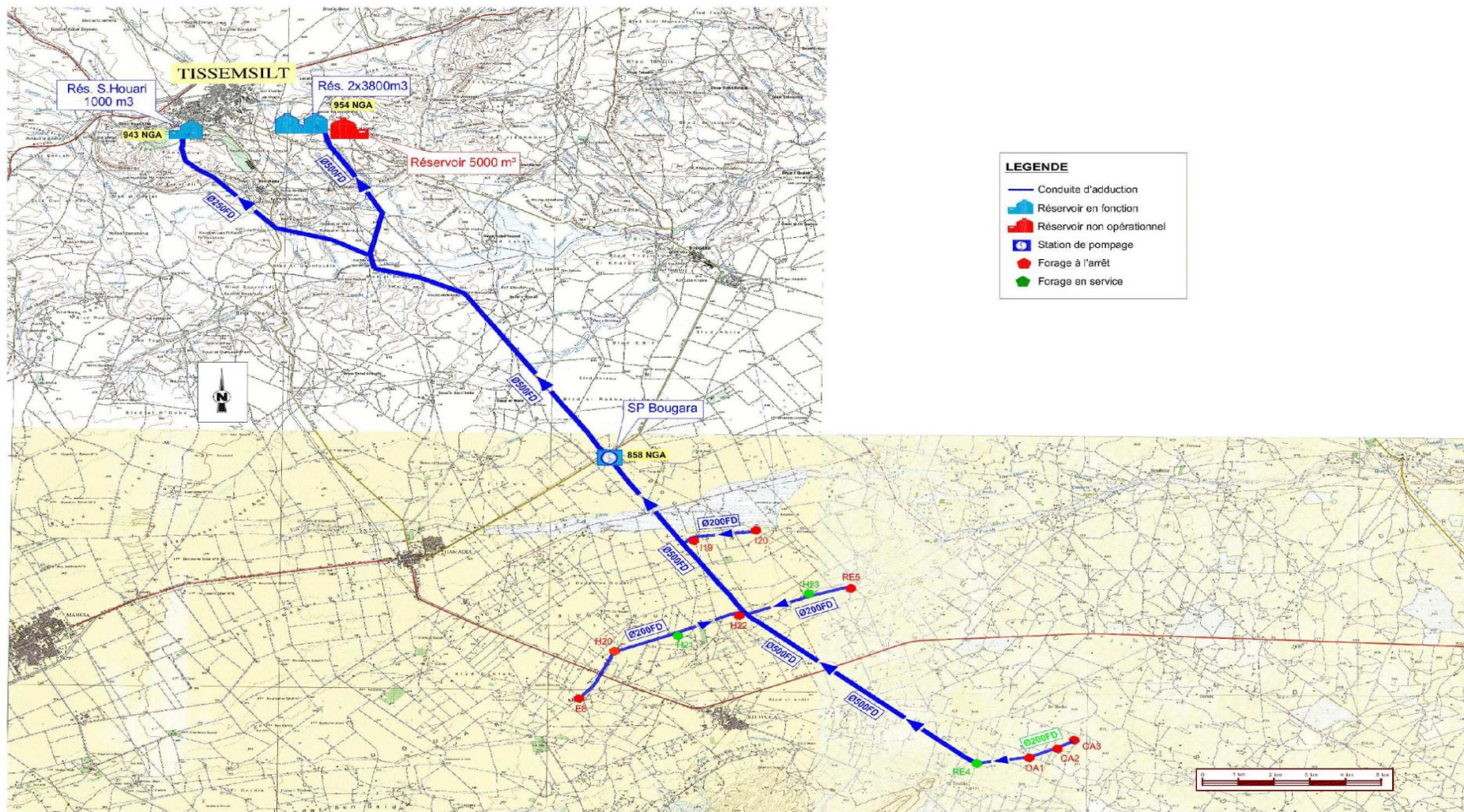


Fig IV.4: Adduction de Rechaiga

3. SYSTEME DE DISTRIBUTION

Les conduites de liaisons

La desserte du réseau de distribution de la ville de Tissemsilt et des localités voisines de Ain Karma et Beni Meida est assurée par plusieurs conduites de liaison principales dites inter-réservoirs :

- Une conduite de diamètre 200 FD qui prend son départ du réservoir 2 x 3800 m³ pour alimenter le réservoir Château d'eau (1000 m³) via une station de reprise située en bordure du CW17.
- Une conduite de diamètre 200FD/PEHD qui prend son départ du réservoir Château d'Eau (1000 m³) pour alimenter le réservoir Derb 850 m³.
- Une conduite de diamètre 200 FD qui prend son départ du réservoir Sidi Houari pour alimenter le réservoir Derb 850 m³.

Concernant les localités de Ain Karma et Beni Meida, leurs réservoirs sont tous les deux by-passés. La mise charge des réseaux s'effectue directement depuis le réservoir 2 x 3800 m³ via :

- Une conduite en Ø100 acier qui prend son départ du réservoir 2 x 3800 m³ pour alimenter le réseau de Ain karma
- Une conduite en Ø160 pvc piquée sur la Ø300 acier provenant du réservoir de 2 x 3800 m³ et qui alimente le réseau de Beni Meida

5.1 Les réservoirs de distribution

Actuellement, le stockage en eau de Tissemsilt est assuré par cinq (05) réservoirs d'une capacité totale de **10 450 m³**.

Deux autres réservoirs d'une capacité de **5 000 m³** chacun sont en cours de construction. Il s'agit du réservoir **5 000 m³** situé dans l'enceinte même du réservoir **2 x 3 800 m³** et du réservoir de Sidi Bentamra situé au sud ouest de la ville.

Les réservoirs de Ain el Karma et Beni Meida ne sont plus opérationnels. L'alimentation des ces deux localités se fait directement à partir du réservoir 2 x 3800 m³.

Les caractéristiques des réservoirs sont présentées dans le tableau ci-après :

Tableau II.9 : Caractéristiques des réservoirs de Tissemsilt

RESERVOIRS DE DISTRIBUTION DE TISSEMSILT					
Nom du réservoir	Capacité	Type	Coordonnées UTM		Z (m)
			X	Y	
Réservoirs opérationnels					
Réservoir 2 x 3800 m ³	7600 m ³	Semi enterré	395 014	3 939 955	95 4
Réservoir Château d'eau	1000 m ³	Surélevé	392 840	3 939 123	94 7
Réservoir Sidi Houari	1000 m ³	Semi enterré	391 371	3 939 511	94 3
Réservoir Derb	850 m ³	Semi enterré	391 786	3 940 176	89 4
Réservoirs non opérationnels (abandonnés)					
Réservoir 1000 m ³ (Bâche prévue pour la station de reprise)	1000 m ³	Semi enterré	393 777	3 939 780	91 5

Réservoir Ain Karma	150 m ³	Semi enterré	394 975	3 940 524	89 0
Réservoir Beni Meida	150 m ³	Semi enterré	393 421	3 937 560	93 0
Nouveaux réservoirs (en phase de raccordement)					
Réservoir Sidi Bentamra	5000 m ³	Semi enterré	390 011	3 939 450	97 2
Réservoir 5 000 m ³ (Site 2 x 3800 m ³)	5 000 m ³	Semi enterré	395 070	3 939 942	95 4

(Groupement AQUATEC/ SGI/ INFRABEL)

V-1 Introduction

L'analyse hydro-chimique qui constitue la partie principale de notre travail est basée sur des analyses effectuées par l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques au niveau du barrage de Kodiet Rosfa et complétées par les services de l'Algérienne Des Eaux unité de Tissemsilet durant les mois de l'année 2014.

L'interprétation a pour but d'effectuer des comparaisons temporelles mensuelles et de mettre en évidence les différents éléments pouvant jouer un rôle primordial dans leur répartition.

Parmi les paramètres chimiques généralement étudiés, on cite :

A- Paramètres physiques

- L'oxygène dissous (O₂ dissous).
- La température (T°).
- Le potentiel d'Hydrogène (pH).
- La conductivité électrique (CE)
- Les Résidus secs (RS)

B - Les éléments majeurs :

- ✓ Les cations : Ca⁺², Mg⁺², K⁺, Na⁺.
- ✓ Les anions: HCO₃⁻, SO₄⁻², Cl⁻, NO₃⁻.

C - Les éléments de pollution :

- ✓ Les éléments nutritifs : NO₃⁻, NO₂⁻, NH₄⁺, PO₄³⁻
- ✓ les éléments organiques : DBO₅, DCO,

V.2 Le protocole expérimental

Il est fait comme suite :

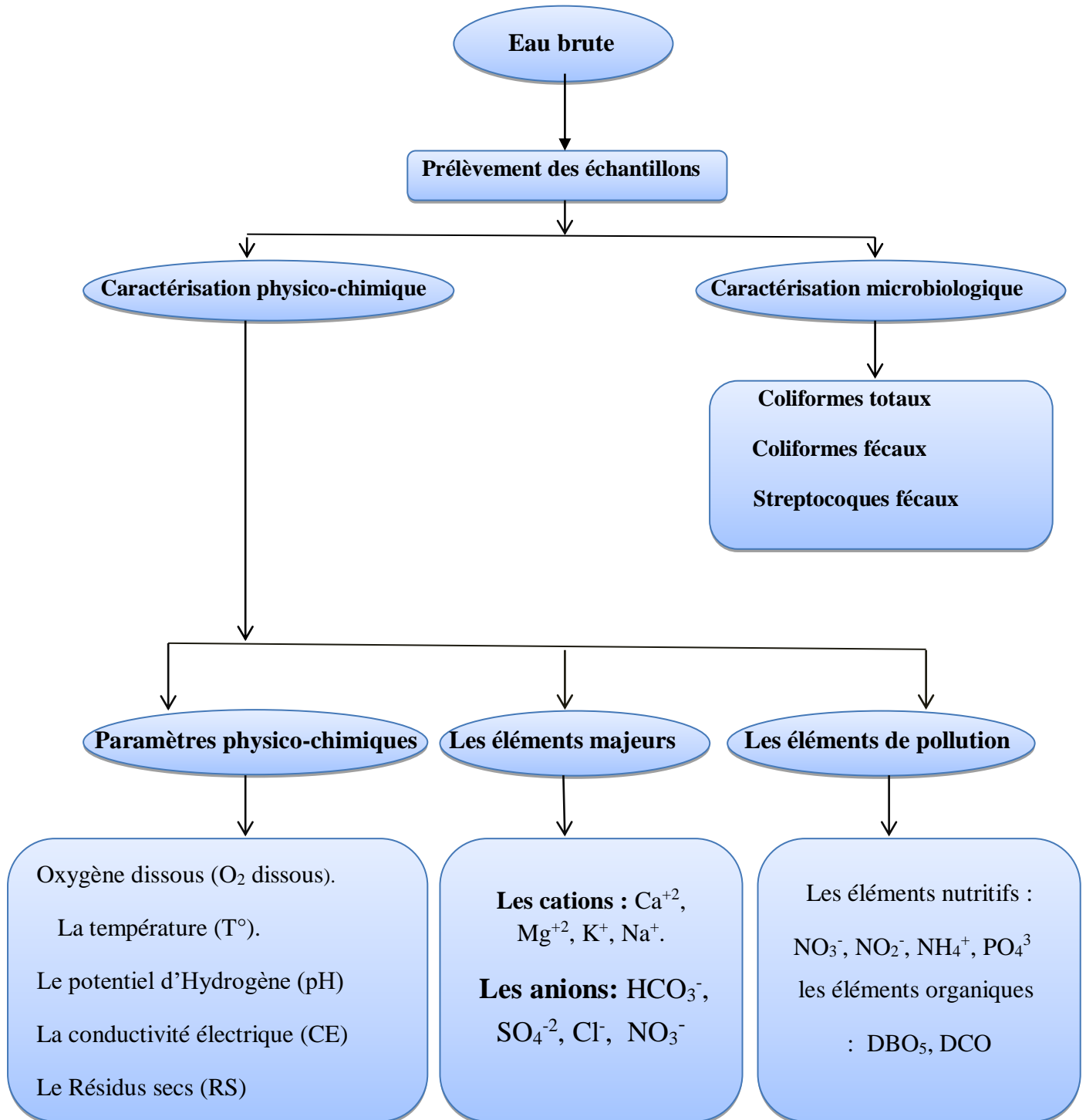


Fig V.1: Schéma du Protocole expérimental

Notre étude expérimentale a été réalisée au niveau du laboratoire l'Algérienne des eaux (ADE) de la wilaya de Tissemsilt.

V.3 Etude hydro chimique

La qualité des eaux du barrage Kodiat Rosfa est évaluée mensuellement (2014) grâce à la mesure de certains paramètres physico-chimiques reflétant la qualité d'eau. Elle est déterminée en comparant les résultats aux bornes de la grille de qualité des eaux des barrages établie par l'ANRH (tableau)

Les valeurs guide des eaux de barrages décrites par l'ANRH

- ✓ **pH** : logarithme négatif de l'activité molaire des ions hydrogène, l'échelle des pH s'étend en pratique de 0 (très acide) à 14 (très alcaline).
- ✓ **Rs** : exprime la mesure de la salinité ou minéralisation d'une eau en mg/l.
- ✓ **O₂ dissous** : exprime la concentration en mg/l d'oxygène dissous.
- ✓ **NH₄⁺** : exprime la concentration en mg/l d'ammonium.
- ✓ **NO₂⁻** : exprime la concentration en mg/l de nitrites.
- ✓ **NO₃⁻** : exprime la concentration en mg/l de nitrates.
- ✓ **PO₄³⁻** : exprime la concentration en mg/l de phosphates.
- ✓ **DBO₅** : indique la consommation d'oxygène par les matières organiques biodégradables.(mg/l)
- ✓ **DCO** : quantité d'oxygène nécessaire pour l'oxydation énergétique des matières organiques.(mg/l)
- ✓ **MO** : Mesure l'oxydation chimique des matières organique par le permanganate de potassium.(mg/l)

Tableau V.1 : Bornes de grille de qualité des eaux de barrages. (ANRH, 2014)

Désignation	Bonne	Moyenne	Mauvaise	Très mauvaise
pH	6.5 – 8.5	6.5 – 8.5	8.5 – 9	+9 et – de 6.5
O₂ dissous (%)	100 – 90	90 – 50	50 – 30	≤ 30
RS mg/l	300 – 1000	1000 – 1200	1200 – 1600	≥ 1600
NH₄⁺ mg/l	0 – 0.01	0.01 – 0.1	0.1 – 3	≥ 3
NO₃⁻ mg/l	0 – 10	10 – 20	20 – 40	≥ 40
NO₂⁻ mg/l	0 – 0.01	0.01 – 0.1	0.1 – 3	≥ 3
PO₄³⁻ mg/l	0-0,01	0,01-0,1	0,1-3	≥ 3
DBO₅ mg/l	≤ 5	5 – 10	10 – 15	≥ 15
DCO mg/l	≤ 20	20 – 40	40 – 50	≥ 50
MO mg/l	5	5-10	10-15	≥ 15

Les analyses physico-chimiques mensuelles de l'eau brutes de barrages Kodiet Rosfa en 2014 sont représentée comme suit :

V.2La température :

L'un des facteurs qui influe sur la vitesse des réactions chimiques et qui joue un rôle important dans l'augmentation de l'activité chimique et surtout bactérienne, (BELHADJ, M, Z, 2006).

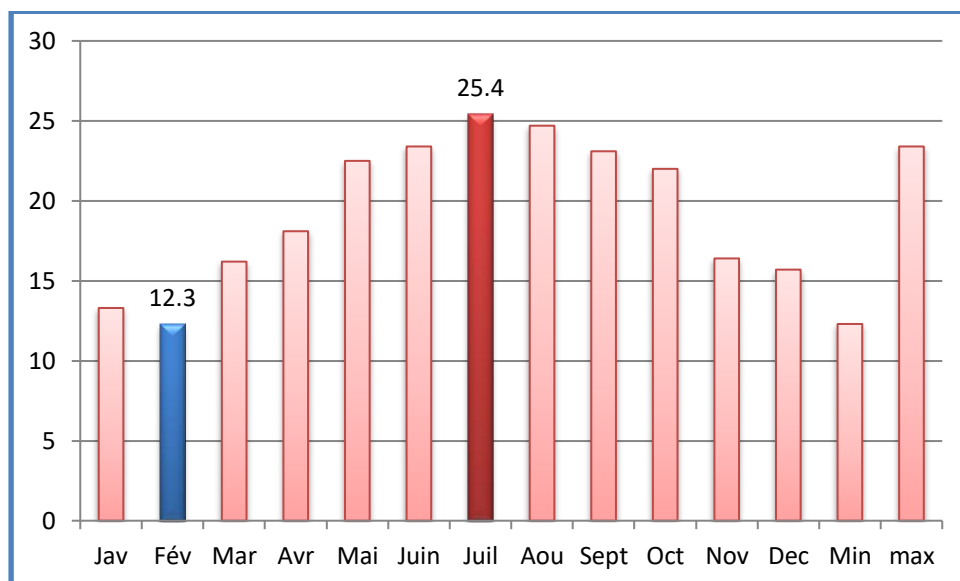


Fig V.2 : Variation de la température (°C) de l'eau brute du barrage Kodiet Rosfa en 2014

Les valeurs mensuelles de la température varient avec une certaine régularité pendant l'année 2014, avec un maximum observé au mois de Juillet qui atteint la valeur 25,4°C et un minimum au mois de Février avec 12.3°C. Ces valeurs de température de l'eau brute du barrage restent saisonnières.

V.3 Potentiel d'Hydrogène (pH) :

Il est nécessaire de contrôler le pH de l'effluent brut car une valeur inférieure à 5,5 ou supérieure à 9 peut avoir une influence sur le milieu récepteur. (Rodier et al, 2005).

Les valeurs mesurées du pH aux différents mois pendant l'année 2014 sont représentés à la figure suivante :

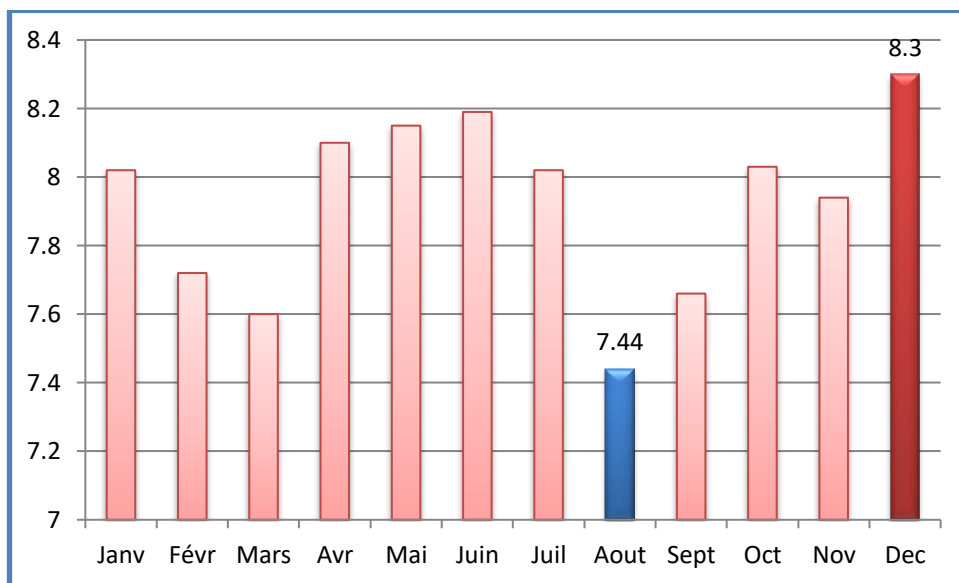
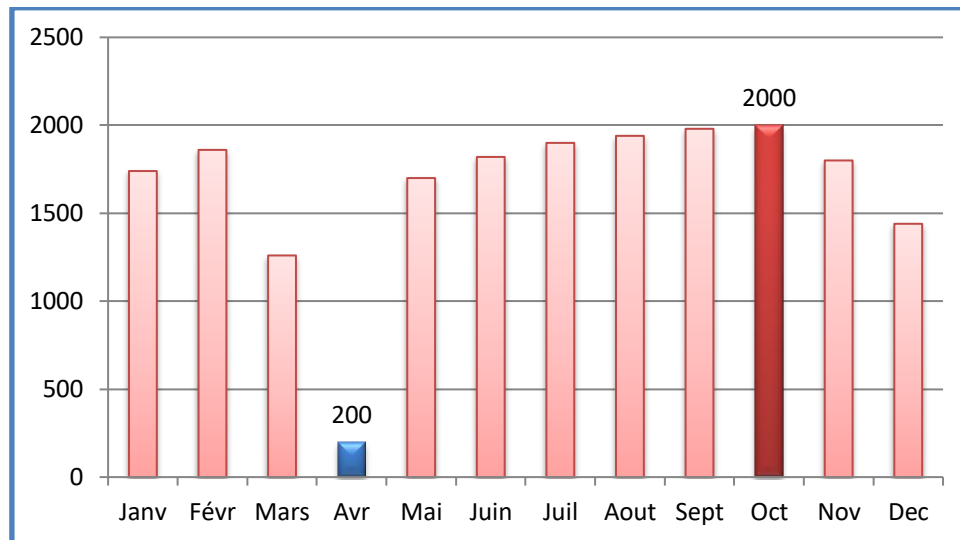


Fig V.3 : Evolution du pH de l'eau brute du barrage Kodiet Rosfa durant l'année 2014

Le pH mesuré en 2014 est compris entre 7.4 et 8.19. On remarque qu'au niveau de barrage Kodiet Rosfa le pH de l'eau reste toujours aux normes de borne de qualité, ce qui explique que l'eau du barrage présente une bonne qualité.

V.4 Résidu sec :

Le Résidu sec constitue une mesure globale de la minéralisation. Cette dernière peut être également approchée par la mesure de la conductivité ou de son inverse, la résistivité (BELHADJ, M, Z, 2006).



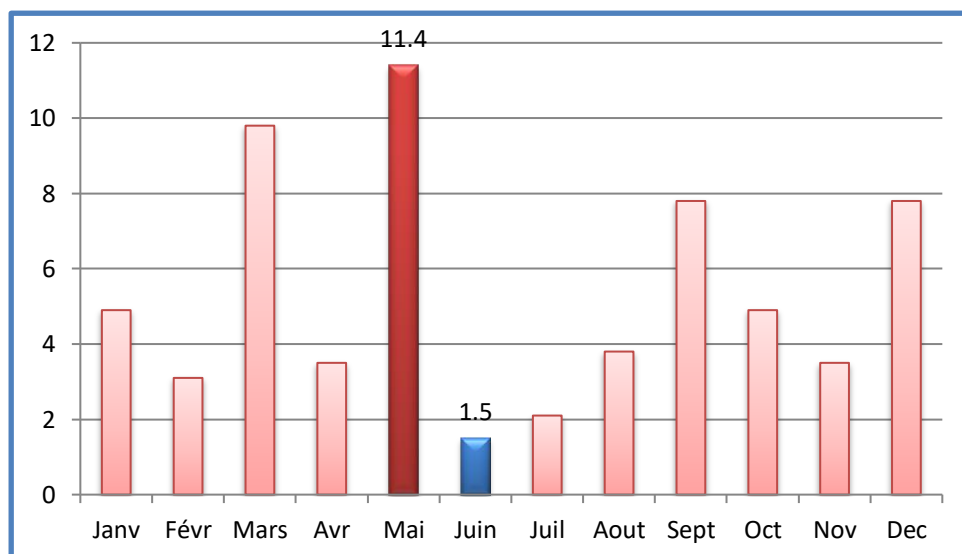
FigV.4: Evolution des valeurs de résidu sec (mg/l) de l'eau brute du barrage Kodiet Rosfa durant les mois 2014

Les valeurs trouvées du résidu sec en 2014 sont comprises entre 200 et 2000mg/l. Un tel résultat pourrait être dû au lessivage des terrains traversés ainsi qu'à l'érosion et le ruissellement dans le bassin versant du barrage.

IV-3.5. La demande biochimique en oxygène au bout de 5 jours (DBO_5)

La **DBO** est définie comme la concentration d'oxygène consommée pour réaliser la destruction des composés organiques non azotés dans les conditions de l'essai: incubation à 20°C et à l'obscurité et pendant un temps donné. On a choisi par convention une mesure après 5 jours d'incubation appelée **DBO_5** (Ouali, 2001).

Son principe est la mesure de l'oxygène consommé en cinq jours par un échantillon dilué avec une eau saturée en oxygène,ensemencée avec des germes, puis placé dans une étuve thermostatée à 20°C. (Rodier, 2005).



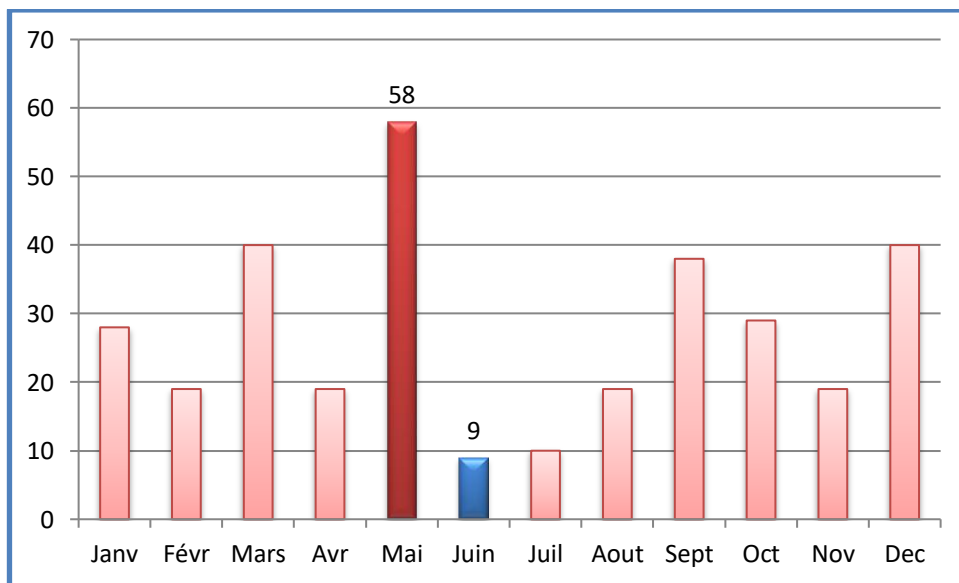
FigV.5: Evolution de la DBO_5 (mg/l) de l'eau brute du barrage Kodiet Rosfa en 2014.

Les valeurs d'analyse de la DBO₅ montrent que la plupart des valeurs dans la période 2014 représentent une bonne à moyenne qualité à l'exception du mois Mai qui présente une mauvaise qualité avec la valeur 11,4mg /l (10 à 15mg/l),. Ce qui traduit la présence de pollution organique durant ce mois.

L'origine de cette pollution est due probablement au processus biologique (eutrophisation) par accumulation des éléments dans le barrage.

IV-3.6. La demande chimique en oxygène (DCO)

La demande chimique en oxygène est la quantité d'oxygène consommée par la matière existante dans l'eau et oxydable dans certaines conditions. C'est une mesure globale de la matière organique et de certains sels minéraux oxydables (pollution organique totale), à la différence de la DBO₅, qui ne prend en compte que la matière organique biodégradable. La DCO constitue donc un paramètre important. Cette analyse rapide sert essentiellement à la surveillance des eaux usées et des rejets industriels. Pour l'analyse d'un prélèvement donné, sa valeur est toujours supérieure à celle de la DBO₅, car elle mesure une plus grande quantité d'oxygène, s'exprime en pourcentage (%) ou également en milligrammes d'oxygène par litre (mg O₂/l). (BELHADJ, M, Z, 2006). Les concentrations observées sur les prélèvements de l'eau brute du barrage en 2014 sont représentées à la figure suivante :

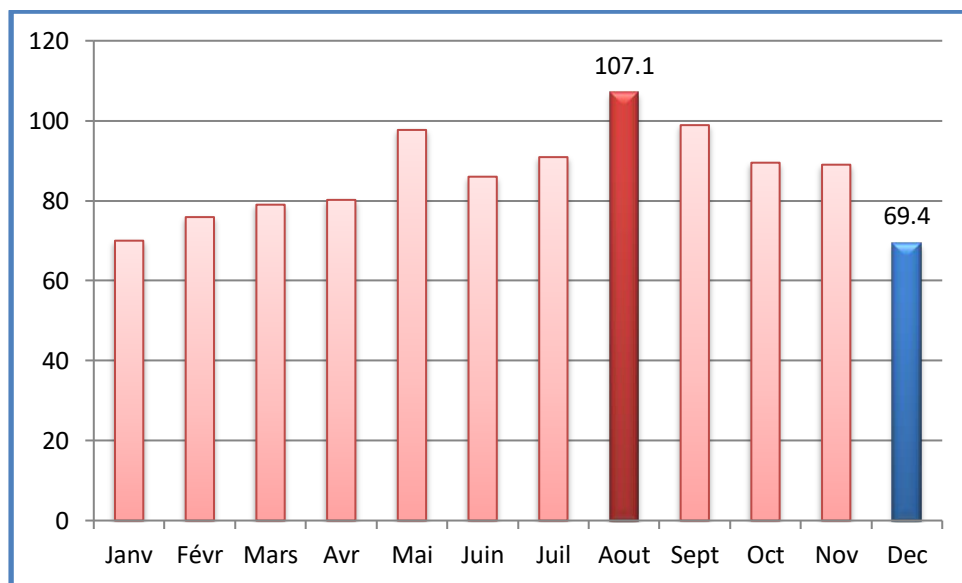


FigV.6: Evolution de la DCO (mg/l) de l'eau brute du barrage Kodiet Rosfa en 2014.

Les valeurs de la DCO sont supérieures à 9mg/l durant l'année 2014, la plupart des valeurs représentent une bonne à moyenne qualité sauf aux mois de Mai la classe à la très mauvaise qualité d'après la grille de la qualité de l'ANRH. Ces valeurs sont comprises entre 9 et 58mg/l, ce qui mis en évidence l'état de dégradation des eaux de barrage dans le temps.

IV-3.7. Oxygène dissous (O_2)

C'est un constituant vital de tous les tissus vivants, végétaux et animaux, ils ont besoin de dioxygène à l'état libre ou combiné, pour vivre. L'oxygène est un constituant de nombreux composés organiques et minéraux. Il forme des composés appelés oxydes avec presque tous les éléments; La qualité d'oxygène en solution dans une eau réagit les réactions d'oxydoréduction. (BELHADJ, M, Z, 2006). Les valeurs d' O_2 dissous observées au niveau des eaux de barrage Kodiet Rosfa pendant les mois de l'année 2014 sont représentées au graphe suivant :

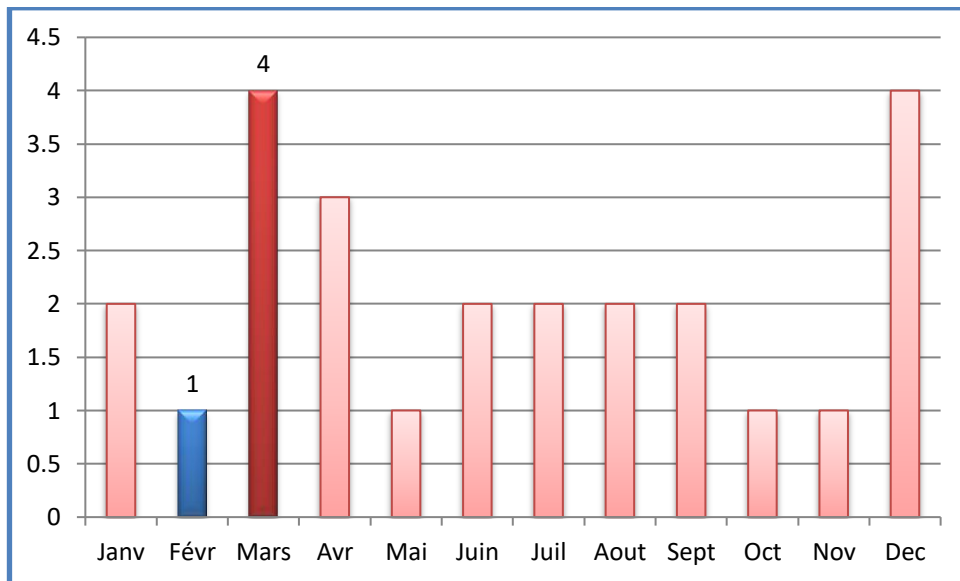


FigV.7: Evolution de l'oxygène dissous (%) de l'eau brute du barrage Kodiet Rosfa en 2014.

On remarque que les eaux sont fortement oxygénées durant les mois de l'année 2014, les valeurs en O_2 dissous sont supérieures à 60mg/l, les eaux brutes du barrage Kodiet Rosfa appartiennent à la qualité moyenne à bonne, les valeurs de O_2 dissous en 2014 sont comprises entre 69,4 et 107,1mg/l.

IV-3.8. Les nitrates (NO_3^-)

Les nitrates représentent la forme la plus oxygénée, c'est une forme très soluble. Sa présence dans l'eau est liée à l'utilisation des engrais chimiques. Les concentrations maximales sont observées au niveau de barrage Kodiet Rosfa en 2014 sont représentées dans la figure ci-dessous :

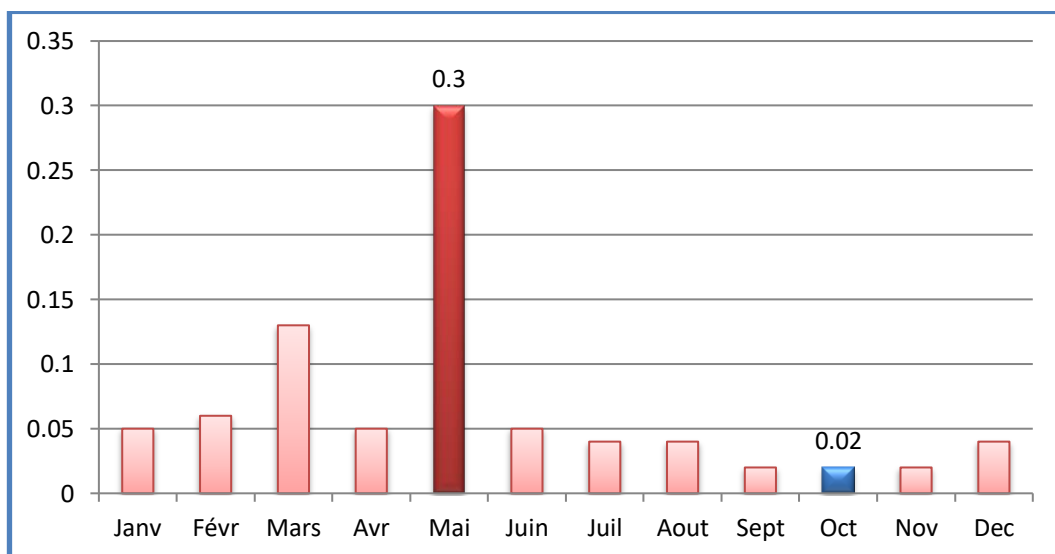


FigV.8: Graphe d'évolution des concentrations de nitrates (mg/l) de l'eau brute du barrage Kodiet Rosfa durant l'année 2014

Les résultats présentés dans la figure ci-dessus montre que les concentrations en NO_3^- des eaux de barrage durant les mois de l'année de 2014 sont comprise entre 1et 4 mg/l, ces valeurs faibles traduisent une qualité bonne d'après la grille de la qualité de l'ANRH.

IV-3.9. Les nitrites (NO_2^-)

Les nitrites sont appelées aussi azote nitreux, représentent une forme moins oxygénée et moins stable. Elle représente la forme du passage entre les nitrates et l'ammonium, c'est une forme toxique. Les teneurs des nitrites analysés des eaux du barrage sont représentées dans la figure ci-dessous.

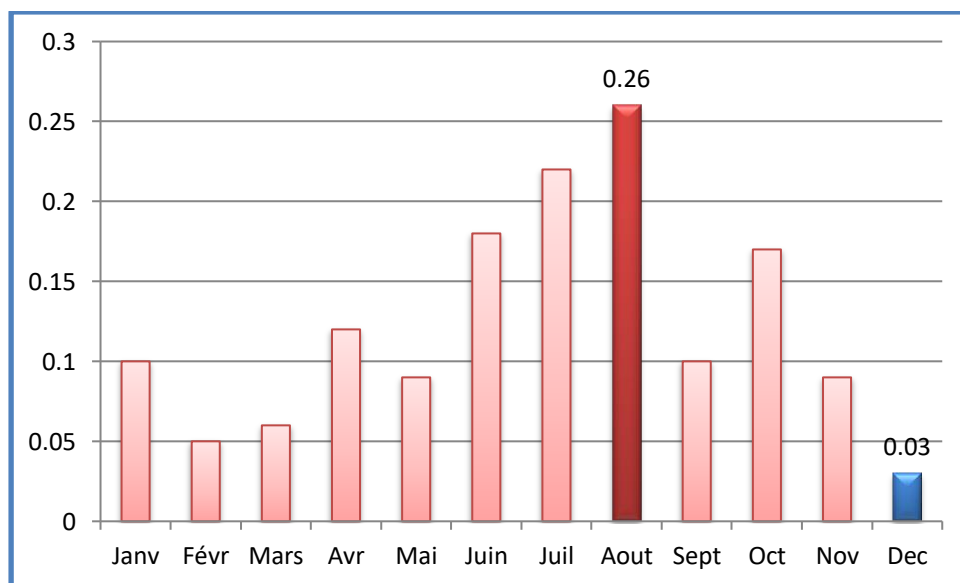


FigV.9: Graphe d'évolution du taux de nitrites au niveau du barrage Kodiéte Rosfa en 2014

Les concentrations des nitrites des eaux brutes de barrage durant les mois de l'année 2014 sont comprises entre 0,02 et 0.3 mg/l, Ces valeurs montrent que la plupart des valeurs représentent une bonne qualité sauf aux mois de Mars et Mai qui représentent une mauvaise qualité par rapport à la grille de qualité des eaux de barrages fixée par l'ANRH. Ces valeurs sont dues probablement à l'utilisation des engrais agricoles dans les périmètres avoisinant situés dans la partie amont de la zone d'étude.

IV-3.10.L'Ammonium (NH_4^+)

L'ammonium est un radical monovalent agissant comme un métal alcalin dans les sels ammoniacaux ; C'est la forme d'azote la plus toxique. Les concentrations mesurées sont indiquées à la figure n° 20.

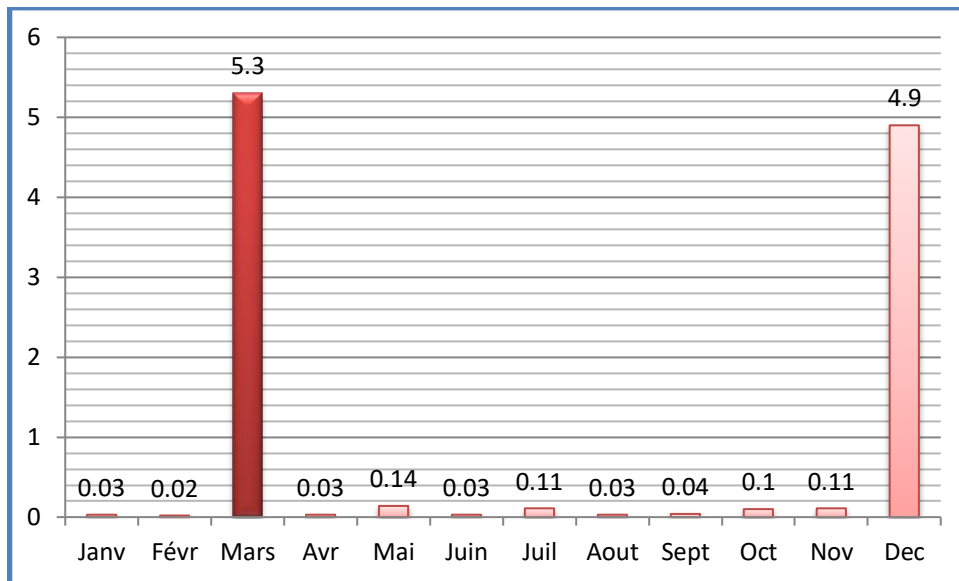


FigV.10: Variations des valeurs d'Ammonium (mg/l) des eaux brutes du barrage Kodiet Rosfa année 2014

D'après la figure ci-dessus les concentrations d'Ammonium observées en 2014 varient entre 0,03 et 0.26mg/l qui représentent une qualité bonne à moyenne sauf aux mois d'Avril, Juin, Juill, Aout et oct qui représente une mauvaise qualité car les valeurs sont comprises entre 0.1 et 3.0mg/l.

IV-3.11.Les phosphates (PO_4^{3-})

Le phosphate est la forme sous laquelle le phosphore peut être assimilé par les êtres vivants ; en particuliers les algues. Les phosphates échappent en majeure partie (80%) au traitement des stations d'épuration biologique classique et de ce fait, se retrouvent dans les rejets. Des teneurs supérieures à 0.5mg/l dans les eaux naturelles doivent constituer un indice de pollution (**Rodier J., 1996**)



FigV.11: Variation des teneurs de phosphate (mg/l) de l'eau brute du barrage Kodiet Rosfa 2014

D'après la figure ci-dessus les concentrations de phosphates observés en 2014, sont comprises entre 0,02 et 5,3mg/l. ces valeurs des phosphates présentent une qualité moyenne dans la plupart des mois de l'année à l'exception des mois Mai et Juillet une qualité mauvaise (0.1 à 3.0mg/l) ainsi Mars et décembre qui présentent une très mauvaise qualité(>3mg/l) par rapport à la grille de qualité des eaux de barrages fixée par l'ANRH.

La présence de phosphate dans les eaux de barrage, est due probablement à l'infiltration des eaux résiduaires, ou le lessivage des terres cultivées renfermant des engrais phosphatés.

V-4.Paramètres bactériologiques :

Les résultats obtenus sont mentionnées dans le tableau ci-dessous.

Tableaux V.2 : Les résultats des paramètres bactériologiques des eaux brutes du barrage Kodiet Rosfa des deux campagnes de prélèvement.

Les microorganismes	1^{er} prélèvement 22/03/2015	2^{eme} prélèvement 12/04/2015
Coliformes aérobies à 37 °C Nombre de germe / 100ml	absence	2
Coliformes fécaux Nombre de germe / 100ml	absence	absence
Streptocoques D Nombre de germe /50ml	2	14

Les résultats obtenus montrent la présence : des micro-organismes pathogènes de streptocoques fécaux, et une absence de coliformes fécaux.

Ces résultat peuvent êtres expliquées par le contact entre l'eau et les sols qu'il les traverse avant son arrivé au barrage et par son contacte permanant avec l'air, ce qui peut constituer l'origine des germe présentes.

VI.1 Objectif du travail :

L’objectif de notre travail est d’évaluer les traitements des eaux effectués au niveau de la station de traitement de Kodiét Rosfa Tissemsilt, par la détermination de quelques paramètres physico-chimiques et microbiologiques.

Les résultats de celles-ci seront comparés avec les normes Algériennes d’une eau potable.

VI.2 Zone d’étude :

Au pied de la chaîne de montagnes de l’Ouarsenis, le barrage de Kodiét..... Rosfa, dépendant de la commune de Beni Chaïb, Tissemsilt d’une capacité de 75 millions de m³, ce barrage est destiné à l’alimentation en eau potable de 14 communes et l’irrigation des terres agricoles.

Il est distant d’environ 75 Km du chef lieu de la wilaya de Tissemsilt.

Selon ANBT (2005). le barrage à pour objet:

- La récupération du volume envasé du barrage oued Fodda.
- L’alimentation en eau potable de la wilaya de Tissemsilt (15 million mètre cube / an).
- L’irrigation via le barrage des périmètres en aval (6 million mètre cube / an).



Fig VI.1 Station de traitement Kodiéte rosfa Tissemsilt



Fig VI.2 Photo de barrage Kodiéte Rosfa

VI.3 Description de différentes étapes de traitement :

L'installation de la station de traitement des eaux potables est composée des postes suivant :

- Brise charge.
- Ouvrage d'entrée de by-pass du débouillage.
- Débouillage.
- Mesure la quantité d'eau brute.
- Pré aération.
- Pré-chloration est post chloration au chlore gazeux.
- Coagulation par un dosage d'une solution de sulfate d'aluminium et hydroxyde calcique.
- Flocculation par l'ajout de polymères.
- Décantation selon le principe de décantation à contact des boues.
- Filtration des eaux décantées sur des filtres à sables rapides ouverts.
- Extraction des boues restantes.
- Epaissement des boues.
- Déshydratation des boues.
- Stockage, la préparation et le dosage des réactifs.
- Stockage et le pompage des eaux traitées.
- Recyclage des eaux de lavage des filtres.
- Déversement des rejets de la station.
- Locaux d'exploitation.
- Système de mesure, réglage et automatisme de la station de traitement.

La figure N° 9 : récapitule les étapes de Traitements suivis au niveau de station de Kodiété Rosfa, Tissemsilt.

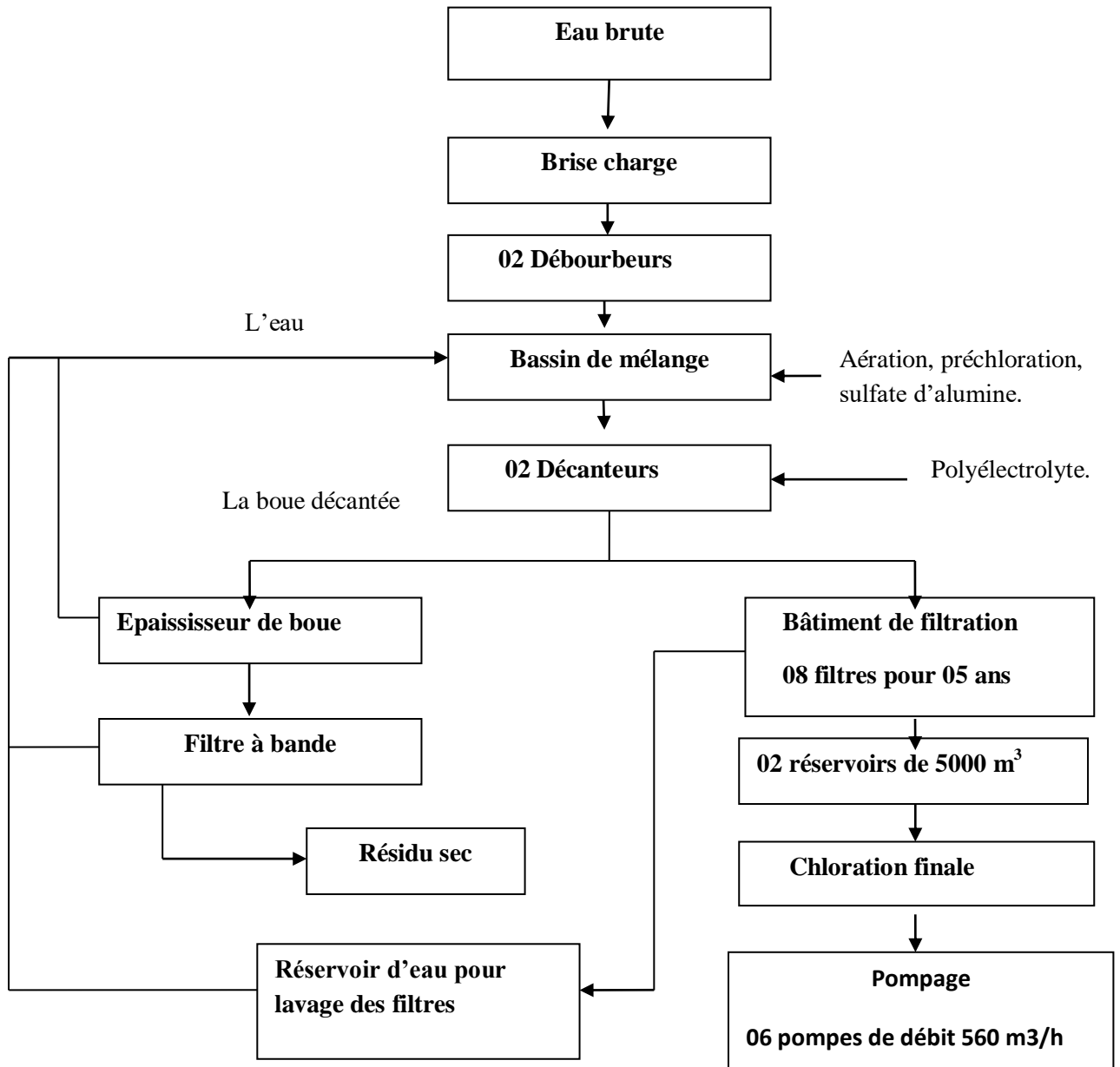
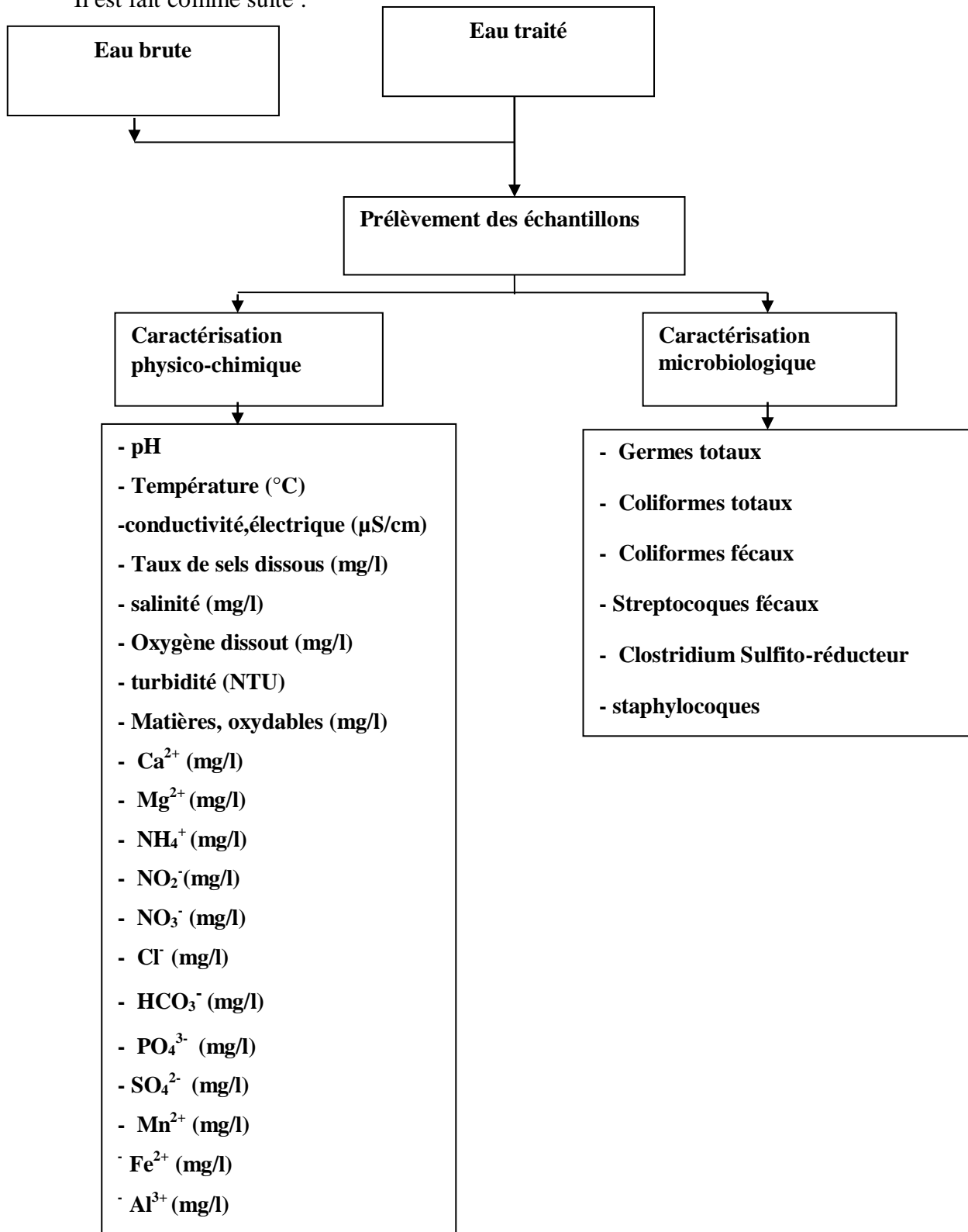


Fig VI.3 Traitements réalisés au niveau de station de KODIETE ROSFA, TISSEMSILT

VI.4 Le protocole expérimental

Il est fait comme suite :



FigVI.4 Schéma de Protocole expérimental

VI.5 Matériels et méthodes

Notre étude expérimentale a été réalisée au niveau du laboratoire de microbiologie au sein de laboratoire de l'Algérienne des eaux (ADE) de la wilaya de Tissemsilt.

1- Matériels

- Balance analytique, AND, GR-200 EC.
- Agitateur magnétique chauffante, FALC, F60.
- Agitateur magnétique, FALC, F30
- Conductimètre, HANNA instrument, HI 9033.
- Turbidimètre, HACH 2100N.
- Multiéléments, HACH company BOX 389.
- Plaque chauffante, FALC, PV 250.
- Spectrophotomètre, HACH ostyssey, DR/2500.
- Etuve, Binder GmbH bergstr.
- pH mètre, SCHOTT GERÄTE CG822.
- Bain-marie, FALC, WB M15.
- Thermomètre.
- bec bunsen.
- Autoclave
- Réfrigérant
- La rampe de filtration.
- Verreries propre et spécifique à chaque usage.

2- Le prélèvement des échantillons

C'est une étape très importante dans l'analyse de l'eau. Un prélèvement effectué selon une méthode correcte, dans des conditions satisfaisantes; en évitant toute contamination probable, en utilisant des récipients stériles, un transport correcte au laboratoire avec une bonne conservation et analyse après une courte durée de conservation permet l'obtention des résultats précises.

Le mode de prélèvement variera suivant l'origine de l'eau. **(Rodier, 1996)**.

3- Prélèvements à partir d'un robinet

Dans le cas de prélèvement à un robinet, si le but est le contrôle de l'eau distribuée, il est indispensable d'attendre que l'eau en stagnation dans les canalisations soit éliminée. En pratique, il convient d'ouvrir le robinet à débit maximum pendant 5 à 10 secondes puis de le ramener à un débit moyen pendant 2 minutes. Par contre, si le but de l'analyse est de contrôler la concentration de certains éléments libérés par la canalisation, tel que le zinc, plomb, cuivre, il convient de laisser

l'eau stagner dans celle-ci pendant toute la nuit et de prélever l'eau immédiatement à l'ouverture du robinet.

- La manipulation doit s'effectuer dans les meilleures conditions de stérilité.
- Se laver soigneusement les mains et avant bras, les rincer à l'alcool, laissé sécher.
- Flamber le robinet pendant au moins 01 minute, en utilisant par exemple une lampe à souder portative au gaz butane.
- Ouvrir le robinet et laisser couler 03 à 05 minutes avant de faire le prélèvement. Durant cette attente et durant le prélèvement, il est utile qu'un assistant maintienne la lampe à souder allumée, un peu au-dessus du robinet.
- Prendre le flacon de la main gauche, l'approcher des doigts libres de la main droite, enlever avec ceux-ci le coton bouchant le goulot.
- Flamber rapidement le bord de ce goulot, remplir presque entièrement le flacon, flamber à nouveau rapidement le bord du goulot, et mettre le bouchon (**Rodier, 2005**).

4- Prélèvement à partir d'une eau de surface (barrage)

Dans le cas d'un lac ou d'une retenue d'eau, il y a lieu de choisir plusieurs points de prélèvements et, en chacun d'eux, de prélever plusieurs échantillons à différentes profondeurs pour tenir compte de l'hétérogénéité verticale et horizontale.

- Descendre à l'eau de barrage à environ 2 mètres de la rive tout en évitant de mettre en suspension les dépôts.
- Rincer la bouteille trois fois avec l'eau du barrage.
- Plonger la bouteille dans l'eau à une distance de 50 cm de la surface.
- L'ouvrir et la remplir jusqu'au bord (**Rodier, 2005**).

5- Choix et stérilisation des récipients

Les récipients utilisés et destinés au prélèvement doivent être fermés hermétiquement afin d'assurer une protection contre toute contamination.

Le récipient doit être lavé, rincé, séché, et bouché par un coton, le bouchon aussi lavé, rincé, séché et enveloppé séparément dans un papier filtre. Le récipient et le bouchon sont enveloppés en papier filtre puis stérilisés soit à l'autoclave (120 °C pendant 15 minutes) soit au four pasteur (170 °C pendant 01 heure).

Il est conseillé d'utiliser des flacons en verre (**Rodier, 2005**).

6- Principaux renseignements à fournir pour une analyse d'eau

- Identité du préleveur.
- Date et heure du prélèvement.
- Lieu du prélèvement (**Rodier, 2005**).

7- Transport et conservation au laboratoire

Il faut que toute analyse doit être effectuée rapidement car la teneur initiale en germes de

l'échantillon peut subir des modifications .si ladurée de transport dépasse 01 heure, et si la température est supérieur à 10 °C, les prélèvements seront transportés dans des glacières dont la température doit être comprise entre 04 °C et 06 °C. Même dans ces conditions l'analyse bactériologique doit débiter dans un délai maximal de 08 heures après le recueil de l'échantillon.

Les échantillons qui ne sont pas immédiatement analysés, doivent être placés dans un réfrigérateur jusqu'au début de l'analyse (**Rodier, 2005**).

8- Les analyses bactériologiques

Selon **Jofin et Jofin (1998)**. Le test bactériologique consiste à rechercher si l'eau est contaminée par les germes indicateurs de pollution.

9- Dénombrement des Microorganismes totaux

Elle consiste à une estimation du nombre total des germes présents dans l'eau.

- Exécution des dilutions décimales

- **Dilution 10 fois** : dans un tube à essai stérile contenant 9 ml d'eau distillée stérile, ajouter 1 ml d'eau à analyser et agiter pour homogénéiser.
- **Dilution 100 fois**: dans un tube à essai stérile contenant 9ml d'eau distillée stérile, ajouter 1ml de la dilution 10^{-1} et agiter pour homogénéiser.
- **Dilutions suivantes** : toujours de la même manière, c'est-à-dire que l'on place 1ml de la solution précédente dans 9 ml d'eau distillée stérile, nous obtenons ainsi une nouvelle dilution. Le nombre de dilution dépend de la nature et la richesse microbienne de l'eau à analyser.

Mode opératoire

- A partir de l'eau à analyser solution mère et/ou des dilutions décimales 10^{-1} et 10^{-2} , porter aseptiquement 1ml en double dans deux boites de Pétri vides d'un diamètre de 90mm.
- Compléter ensuite avec environ 19 ml de TGEA fondue et refroidie à $45 \pm 2^{\circ}\text{C}$.
- Faire ensuite des mouvements circulaires et en forme de « 8 » pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose.
- Laisser solidifier, puis rajouter une deuxième couche d'environ 5 ml de TGEA.

- Marquer sur chacune des boîtes de pétri le numéro d'enregistrement de l'eau à analyser, la température d'incubation et la dilution.
- Les boîtes seront partagées en deux séries distinctes :
 - La première série sera incubée à $22 \pm 2^\circ\text{C}$ pendant 68 ± 4 heures,
 - La seconde série sera incubée à $36 \pm 2^\circ\text{C}$, pendant 44 ± 4 heures.
- Les colonies apparaissent en masse sous formes lenticulaires.
- Retenir les boîtes qui renferment entre 15 et 300 colonies, au niveau de deux dilutions successives.

Calculer ensuite le nombre, de microorganismes revivifiables dans 1ml à $22 \pm 2^\circ\text{C}$ à part, et celle de microorganismes revivifiables à $36 \pm 2^\circ\text{C}$ à part, à l'aide de l'équation suivante :

Où :

$$\frac{\sum C}{(n_1 + 0,1 n_2)d}$$

Σc : la somme totale des colonies comptées.

n_1 : nombre de boîtes comptées dans la 1^{ère} dilution.

n_2 : nombre de boîtes comptées dans la 2^{ème} dilution.

d : Facteur de dilution à partir du quel le premier comptage ont été obtenus.

10. Dénombrement de Coliforme et Coliformes fécaux

Sous le terme de coliformes est regroupé un certain nombre d'espèces bactériennes appartenant en fait à la famille des entérobactériaceae.

La définition suivante a été adoptée par l'ISO ; Le terme coliforme correspond à des organismes en bâtonnets, non sporogènes , gram négatifs, oxydases négatif, facultativement anaérobies, capable de croître en présence de sels biliaires ou d'autres agents de surface possédant des activités inhibitrices de croissance similaire, et capable de fermenter le lactose avec production d'acide et d'aldéhyde en 48 heures, à des températures de 35 à 37°C .

Le dénombrement de ces organismes à $35-37^\circ\text{C}$ est souvent désigné sous l'expression de "dénombrements des coliformes totaux ".

Le terme coliforme fécal ou de coliformes thermotolerant correspond à des coliformes qui présentent les mêmes propriétés (caractéristiques des coliformes) après incubation à la température de 44°C .

Mode opératoire

- Mettre 1 ml de la solution mère de l'eau à analyser dans chaque boîte de pétri.
- Marquer sur chacune des boîtes de pétri le numéro d'enregistrement de l'eau à analyser, la température d'incubation et la dilution.

- Faire fendre la gélose (VRBG).
- Lorsque la gélose est refroidie à 45 °C, couler la aseptiquement dans les boîtes de pétri contenant les solutions d'eau à analyser.
- Agiter doucement par un mouvement circulaire pour assurer un mélange homogène de l'eau avec la gélose sans faire des bulles d'air.
- Laisser refroidir sur un plan parfaitement horizontal.
- Incuber inversement les boîtes comme suit :
 - A 37 °C pendant 24 heures pour les coliformes totaux.
 - A 44 °C pendant 24 heures pour les coliformes fécaux (**Bourgeois et Leveau, 1991**).

11- Dénombrement des spores de *Clostridium* sulfito-réducteurs

La recherche des spores de *clostridium* sulfuto-reductourices permet de mettre en évidence un groupe de bactéries anaérobies par la résistance de leurs spores et par un équipement enzymatique réduisant les sulfites en sulfures (**ADE, 2009**).

Mode opératoire

- Agiter soigneusement l'eau à analyser.
- porter aseptiquement 4 fois 5ml d'eau à analyser dans 4 tubes à essai stérile.
- Porter 5 minutes à 80°C au bain-marie.
- Refroidir rapidement (effectuer un choc thermique).
- Ajouter à chaque tube :
 - 1ml d'une solution de sulfite de sodium cristallisée à 10%.
 - 4gouttes d'une solution d'alun de fer à 5%.

- Ajouter environ 20 ml de gélose VF, fondue puis refroidie à $47 \pm 1^\circ\text{C}$.
- Mélanger soigneusement sans faire des bulles d'air.
- Laisser solidifier sur pailleuse puis incuber à : $36 \pm 2^\circ\text{C}$, pendant $44 \pm 4\text{h}$.
- La première lecture après 16 heures d'incubation.

12- Dénombrement des Entérocoques intestinaux (streptocoque fécaux)

Les streptocoques fécaux, comme leur nom l'indique sont témoins d'une pollution fécale des eaux, ils sont caractérisés par leur forte tolérance vis à vis des inhibiteurs bactériens comme l'azide de sodium qui est un inhibiteur fort vis-à-vis des enterobacteriaceae.

La technique qui est utilisée pour la recherche des streptocoques fécaux c'est la technique sur membrane filtrante.

Mode opératoire

La recherche des entérocoques intestinaux ou Streptocoques du groupe « D » par filtration sur membrane nécessite une préparation au préalable, qui se déroule selon les étapes suivantes :

- Tout d'abord, il faudrait stériliser l'entonnoir gradué en acier inoxydable ainsi que la membrane poreuse à l'aide d'un bec bunsen.
- Mettre en place de façon aseptique une membrane de porosité nominale de 0,45 μ entre la membrane poreuse et l'entonnoir à l'aide d'une pince stérile.
- Fixer ce dispositif avec la pince correspondante.
- Déposer ensuite aseptiquement 100 ml d'eau à analyser, devant un bec bunsen.
- Actionner ensuite la pompe à vide pour absorber l'eau à travers la membrane.
- Retirer l'entonnoir après arrêter de la pompe à vide puis transférer immédiatement et aseptiquement la membrane à l'aide d'une pince stérile, à la surface d'une plaque de gélose SLANETZ et BARTLEY préalablement préparée (voir l'annexe).
- Cette dernière sera incubée couvercle en bas à $36 \pm 2^\circ\text{C}$ pendant 44 ± 4 heures (ADE, 2009).

13- Recherche des Staphylocoques

Les Staphylocoques à coagulase positive ; bactéries qui se présentent sous forme de cocci à Gram positive, sphériques, isolées ou regroupées formant ainsi des grappes de raisin, possédant l'enzyme catalase et la coagulase. Ils sont capables de se développer en 24 à 48 heures à $36 \pm 2^\circ\text{C}$ sur un milieu sélectif Chapman au mannitol.

L'espèce type du genre est *Staphylococcus aureus*, elle est pathogène.

Mode opératoire

Selon (ADE, 2009) la recherche des Staphylocoques à coagulase positive ou plus particulièrement *Staphylococcus aureus*, par filtration sur membrane nécessite la même opération utilisées pour les streptocoques fécaux mais on substituer la gélose slanetz et bartley par la gélose Chapman au mannitol préalablement préparée.

- Cette dernière sera incubée couvercle en bas à $36 \pm 2^\circ\text{C}$ pendant 44 ± 4 heures.

VI.2 Les analyse physico-chimique

2-1 Détermination des paramètres physico-chimiques

1- Mesure de la température

Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz. La mesure de la température doit être effectuée sur le terrain (**Rodier, 2005**).

Mode opératoire

La température est déterminée sur place à l'aide d'un thermomètre simple :

- Faire plonger le thermomètre dans l'eau au barrage, à l'endroit du prélèvement.
- Effectuer la lecture de sorte que l'extrémité du thermomètre reste immergée dans l'eau.
- Le résultat est donné directement en °C.

2- Détermination du pH

Selon **Rodier (1996)**. Le pH est en relation avec la concentration des ions hydronium H_3O^+ présent dans l'eau ou les solutions.

Mode opératoire

Le pH a été mesuré avec un appareil multi-paramètre au niveau de laboratoire de station de traitement.

3- Mesure de la conductivité électrique

La conductivité et la résistivité électriques sont des paramètres couramment utilisés pour caractériser la pureté relative de l'eau.

La conductivité s'exprime en micro-siemens par centimètre ($\mu\text{s}/\text{cm}$), la résistivité est l'inverse de la conductivité et s'exprime en méga ohm –centimètre ($\text{M}\Omega \cdot \text{cm}$) (**Rodier, 2005**).

Mode opératoire

Opérer avec une verrerie rigoureusement propre et rincée avec l'eau distillée avant l'usage.

- Rincer plusieurs fois la cellule à conductivité, d'abord avec de l'eau distillée puis en la plongeant dans un récipient contenant de l'eau à examiner.
- Faire la mesure dans un deuxième récipient après rinçage de la cellule.
- Les résultats sont donnés directement en $\mu\text{s}/\text{cm}$.

4-Mesure du taux salinité

Le sel qui prédomine est le chlorure de sodium, au quel s'ajoutent une soixantaine d'autres sels. La salinité est la masse de sel dissous par litre d'eau, exprimée en grammes par litre.

Mode opératoire

Le mode opératoire reste le même que celui de la CE et le résultat est obtenu directement en mg/l.

5- Détermination de la turbidité

C'est la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matière non dissoute : argiles, limons, matières organiques, etc (Rodier, 2005).

Principe

Le principe consiste en une comparaison de la lumière diffusée et la lumière transmise par l'échantillon d'eau et par une gamme étalon constituée de solution de Formazine .

Pour tout échantillon d'eau, la mesure de la lumière diffusée et de la lumière transmise permet la détection de matières non dissoutes, absorbant mais diffusant mal, les rayons de la lumière, qui passeraient inaperçues par la seule mesure de la lumière diffusée.

Mode opératoire

- Remplir une cuvette de mesure propre et bien essuyer (avec du papier hygiénique) avec l'échantillon à analyser.
- Bien homogénéiser la solution.
- Vérifier l'absence de bulles d'air avant la mesure.
- Effectuer rapidement la mesure.
- Le résultat est obtenu directement en UNT.

6- Détermination d'oxygène dissout

L'oxygène, toujours présent dans l'eau, n'en est pas un élément constitutif. Sa solubilité est fonction de la température, de la pression partielle dans l'atmosphère et de la salinité.

La méthode potentiométrique permet des mesures rapides. Elle est à la fois utilisable sur le terrain et au laboratoire (Rodier, 2005).

Mode opératoire

Opérer avec une verrerie rigoureusement propre et rincée à l'eau distillée avant l'usage.

- Rincer plusieurs fois l'électrode DO de multi-paramètre, par l'eau distillée puis en la plongeant dans un récipient contenant de l'eau à examiner.
- Faire la mesure dans un deuxième récipient après rinçage de l'électrode.
- Le résultat est obtenu directement en (mg/l)
- **Détermination des matières oxydables en milieu acide**

Principe

Oxydation par un excès de permanganate de potassium, en milieu acide et à ébullition (10 min), des matières oxydables contenues dans l'échantillon. Réduction de l'excès de permanganate par l'oxalate de sodium en excès et titrage en retour de l'excès d'oxalate par le permanganate de potassium.

Mode opératoire

- prendre 100 ml d'eau à analyser.
- Ajouter 5 ml H₂SO₄ dilué (1/3) et porter à l'ébullition pendant 1min.
- Ajouter 15 ml de KMnO₄ à 0.01N puis 10min d'ébullition régulière et douce.
- Ajouter 15 ml d'acide oxalique à 0.01N.
- Titrer à chaud avec KMnO₄ à 0.01N jusqu'à coloration rose claire qui persiste 15 à 20 secondes.
- un essai à blanc est nécessaire.

Expression du résultat

On indique les résultats comme oxydabilité (consommation de permanganate de potassium) en mg de KMnO₄/l.

$$\text{KMnO}_4 \text{ (mg/l)} = \frac{(V - V_0) \times F \times 80}{PE}$$

V₀ : volume de KMnO₄ à 0.01 N nécessaire pour le dosage du blanc.

V : volume de KMnO₄ à 0.01 N nécessaire pour le dosage de l'échantillon.

F : facteur de correction du titre de KMnO₄ à 0.01N (F= 1).

P.E : prise d'essai de l'échantillon (100 ml).

- **Détermination des nitrites (NO_2^-) méthode colorimétrique**

Principe

Les nitrites dans l'échantillon à analyser réagissent avec un réactif mixte qui donne un complexe coloré en rose dont :

L a coloration rose est proportionnelle à la quantité de nitrite présent.

Les résultats sont donnés en mg/l à une longueur d'onde $\lambda=543$ nm.

Mode opératoire

- Prendre 50 ml d'eau à analyser
- Ajouter 1 ml du réactif mixte
- L'apparition de la coloration rose indique la présence des nitrites.
- Faire la lecture au spectrophotomètre à la longueur d'onde $\lambda=543$ nm.
- Le résultat sera donné directement en mg/l

- **Détermination des nitrates (NO_3^-)**

Principe

En présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du paranitrosnylate de sodium coloré en jaune et susceptible d'un dosage colorimétrique.

Mode opératoire

- Prendre 10 ml de l'échantillon à analyser.
- Ajouter 2 à 3 gouttes de NaOH à 30%.
- Ajouter 1 ml de salicylate de sodium.
- Evaporer à sec à l'étuve à 75-88°C.
- Laisser refroidir.
- Reprendre le résidu avec 2 ml de H_2SO_4 et laisser reposer 10 min.
- Ajouter 15 ml d'eau distillée.
- Ajouter 15 ml de Tartrate double de sodium et de potassium puis passer au spectrophotomètre à la longueur d'onde 415 nm.
- Le résultat sera donné directement en mg/l.

- **Détermination de l'azote ammoniacal (NH_4^+)**

Principe

Mesure spectrométrique du composé bleu formé par réaction de l'ammonium avec les ions salicylates et hypochlorites en présence de nitropruciate de sodium.

Mode opératoire

- Prendre 40 ml d'eau à analyser.

- Ajouter 4 ml de réactif 1 et 4 ml du réactif 2.
- Ajuster la solution à 50 ml avec l'eau distillée.
- Attendre 1h 30min (l'apparition de la coloration verdâtre indique la présence de NH_4^+).
- Faire la lecture au spectromètre à la longueur d'onde $\lambda=655\text{nm}$.
- Les résultats sont donnés directement en mg/l.

2-3 Minéralisation globale

• Détermination de taux de sels dissous (TDS)

Le TDS est utilisé comme un indicateur du contenu total en composés minéraux présents dans les eaux d'alimentation.

Les substances minérales dissoutes incluent :

- Le dioxyde de carbone, qui se dissout dans l'eau en donnant de l'acide carbonique, acide faible.
- Les sels de sodium.
- Les composés ferreux et ferriques provenant de minéraux, et du fer rouillé des canalisations.
- Les chlorures résultant d'entrées salines.
- Les phosphates provenant de détergents.
- Les nitrates provenant des engrais.

Mode opératoire

Opérer avec une verrerie rigoureusement propre et rincée de l'eau distillée avant l'usage.

- Rincer plusieurs fois la cellule de multi-paramètre, d'abord avec de l'eau distillée puis en la plongeant dans un récipient contenant de l'eau à examiner.
- Faire la mesure dans un deuxième récipient après rinçage de la cellule.

• Détermination de l'alcalinité (HCO_3^-)

La détermination du volume d'acide chlorhydrique (0.1N) nécessaire pour diminuer le pH de 100 ml d'eau à analyser à $\text{pH}=8,3$ puis à $\text{pH}=4,3$. La première détermination sert à calculer le titre alcalimétrique la seconde à calculer le titre alcalimétrique complet (TAC).

Mode opératoire

- Prendre 100 ml d'eau à analyser.
- Déterminer le pH de l'échantillon.
- Si le $\text{pH} < 8,3$ le $\text{TA}=0$.
- Si le $\text{pH} > 8,3$ on titre avec le HCl 0,1N jusqu'au $\text{pH}=8,3$ et en note le volume (V).

- Titrer avec le HCl 0,1N jusqu'à l'obtention d'un pH =4,3.
- Noter le volume de HCl (V₁).

Expression des résultats :

$[\text{HCO}_3^-] \text{ (mg/l)} = \frac{V_A \times N_A \times \text{MHCO}_3 \times 1000}{\text{PE}} = \frac{V_A \times 0.1 \times 61 \times 1000}{100}$
$[\text{HCO}_3^-] \text{ (mg/l)} = V_A \times 61$

- V_A** : Volume d'acide versé.
- N_A** : normalité d'acide versé.
- MHCO₃⁻** : masse molaire des bicarbonates (HCO₃⁻).
- P E** : prise d'essai.

Remarque

Si le pH de l'échantillon est supérieur à 8,3 ; titrer jusqu'à cette valeur (volume d'HCl obtenu correspond au CO₃²⁻) puis continuer le dosage jusqu'à pH de 4,3 noter le volume V_{A2}.

- **Détermination des phosphates (PO₄³⁻)**

Principe

$\text{CO}_3^{2-} \text{ (mg/l)}$ $= V_{A2} \times 60$
--

Formation, en milieu acide, d'un complexe avec le molybdate d'ammonium et le tartrate double d'antimoine et de potassium. Réduction, par l'acide ascorbique, en un complexe coloré en bleu qui présente deux valeurs maximales d'absorption, l'une vers 700nm, l'autre plus importante à 880nm.

Mode opératoire

- Prendre 40 ml d'eau à analyser.
- Ajouter 1ml d'acide ascorbique et 2 ml du réactif mixte.
- Attendre 10 mn (jusqu'au développement de la couleur bleue).
- Lire directement au spectrophotomètre à la longueur d'onde λ=880 nm.
- Les résultats sont donnés directement en mg/l.

- **Détermination du calcium Ca²⁺ et du magnésium Mg²⁺**

Principe

Le calcium est dosé avec une solution aqueuse d'EDTA à pH compris entre 12 et 13. Ce dosage se fait en présence de MUREXIDE ; l'EDTA réagit tout d'abord avec les ions de calcium combiné avec l'indicateur qui vire alors de la couleur rouge à la couleur violet.

Les indicateurs colorés

- MUREXIDE.
- Noir eriochrome.

Mode opératoire**Pour le Ca²⁺**

- Prendre 50 ml d'eau à analyser.
- Ajouter 2 ml de NaOH 2N.
- Ajouter du MUREXIDE (quelque goutte).
- Titrer avec l'EDTA (1/50 N) jusqu'au virage violet.
- Obtention d'un volume (V₁) d'EDTA.

Pour la Mg²⁺

- Prendre 50ml d'eau à analyser.
- Ajouter 2ml de NH₄OH à pH =10,1.
- Ajouter le noir eriochrome (quelque goutte).
- Titrer jusqu'au virage bleu.
- Obtention d'un volume (V₂) d'EDTA.

Facteur de correction (F)

- Prendre 50 ml de la solution mère de calcium à 100mg/l.
- Ajouter 2 ml de NaOH.
- Ajouter l'indicateur coloré MUREXIDE (quelque goutte).
- Titrer avec l'EDTA jusqu'au virage violet.
- Obtention d'un volume (V_p) d'EDTA.

Résultats

$$\text{Ca}^{2+}(\text{mg/l}) = \frac{V_1 \times C_{\text{EDTA}} \times F \times M_{\text{Ca}^{2+}}}{\text{P.E}} \times 1000$$

D'où

- V₁ : Volume d EDTA nécessaire pour une concentration donnée.
- C : Concentration molaire d'EDTA (0,01 M / l).
- M_{Ca²⁺} : Masse molaire du calcium en gramme.
- P.E : Prise d essai (volume de l'échantillon nécessaire pour ce dosage).

F : Facteur de dilution

Donc

$$\text{Ca}^{2+}(\text{mg/l}) = \frac{V_1 \times 0.01 \times F \times 40.08}{50} \times 100$$

Soit

$$\text{Ca}^{2+}(\text{mg/l}) = V_1 \times F \times 8.016$$

La détermination du mg/l de magnésium est donnée par la formule suivante :

D'où

$$\text{Mg}^{2+} (\text{mg/l}) = \frac{(V_2 - V_1) \times C_{\text{EDTA}} \times F \times M_{\text{Mg}^{2+}}}{\text{P.E}} \times 100$$

V_1 : volume d'E.D.T.A nécessaire pour une concentration donnée.

V_2 : volume total d'EDTA (mg /l).

C : concentration molaire d EDTA (0.01 mol/l).

M_{Mg} : Masse molaire du magnésium en g/mol.

P. E : Prise d essai (volume de l'échantillon nécessaire pour ce dosage).

F : Facteur de dilution.

Donc

$$\text{Mg}^{2+} (\text{mg/l}) = (V_2 - V_1) \times F \times 4,86$$

• Détermination du taux de sulfates (SO_4^{2-})

Principe

En présence de chlorure de baryum, les ions sulfates sont précipités et passés à l'état de sulfates de baryum.

Mode opératoire

- Prendre 20 ml de l'eau à analyser.
- Compléter à 100 ml d'eau distillée.
- Ajouter 5 ml de la solution stabilisante.

- Ajouter 2 ml de chlorure de baryum.
- Lire au spectrophotomètre à la longueur d'onde $\lambda=420\text{nm}$.

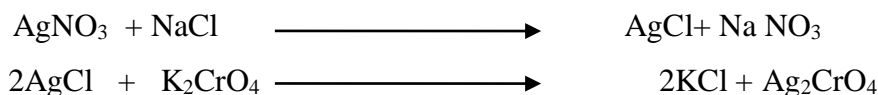
Expression des résultats

$$[\text{SO}_4^{2-}] \text{ (mg/l)} = \text{la valeur lue sur le spectrophotomètre} \times \text{facteur de la dilution.}$$

- **Détermination des chlorures (Cl⁻)**

Principe

Réaction des ions chlorure avec des ions argent pour former du chlorure d'argent insoluble qui est précipité quantitativement. Addition d'un petit excès d'ions argent et formation d'ion chromate d'argent brun-rouge avec des ions chromates qui ont été ajoutés comme indicateur. Cette réaction est utilisée pour l'indication du virage. Durant le tirage, le pH est maintenu entre 5 et 9,5 afin de permettre la précipitation.



Mode opératoire

- Prendre 5 ml d'eau à analyser,
- Ajouter 2 gouttes K₂CrO₄ (coloration jaunâtre).
- Titrer avec AgNO₃ à 0,01 N jusqu' à coloration brun rougeâtre.

Expression des résultats

$$\frac{V_{\text{AgNO}_3} \times N_{\text{AgNO}_3} \times M_{\text{Cl}}}{\text{PE}} = \frac{V_{\text{AgNO}_3} \times 0.01 \times 35.5 \times F \times 1000}{5}$$

$$\text{mg/l Cl} = V_{\text{AgNO}_3} \times 71 \times F.$$

V_{AgNO₃} : Volume d'AgNO₃ nécessaire pour le dosage de l'échantillon.

N_{AgNO₃} : Normalité d'AgNO₃.

M_{Cl⁻} : masse molaire des chlorures.

F : facteur de correction du titre d'Ag NO₃.

PE : prise d'essai.

Pour le F

- Prendre 5 ml de solution mère à 71 mg/l.
 - Ajouter 2 gouttes de l'indicateur coloré
 - Doser par AgNO_3 à 0,01 N jusqu'au virage. (couleur rougeâtre).

$$F = \frac{1}{V_{\text{AgNO}_3}}$$

2-4 Paramètre indésirables

Détermination du taux des ions de fer

Principe

Mesure spectrophotométrique du complexe rouge –orangé formé entre le phénanthroline 1.10 et les ions ferreux de l'eau à analyser.

Pour le dosage du fer total et du fer total dissous, du chlorhydrate d'hydroxylamine est ajouté pour réduire le Fe^{3+} en Fe^{2+} .

Mode opératoire

- Prendre 50 ml d'eau à analyser dans un erlenmeyer de 100 ml.
- ajouter 1 ml de la solution de chlorhydrate d'hydroxylamine.
- Mélanger soigneusement.
- Ajouter 2 ml de tampon acétate.
- Ajouter 2 ml de la solution 1,10 de phénantroline.
- conserver à l'obscurité pendant 15 min.
- Enfin passer au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 510 nm.
- Le résultat est donné en mg/l.

- **Dosage du manganèse Mn^{2+}**

Principe

Les ions manganèses Mn^{2+} réagissent avec la Formaldoxine pour former du complexe rouge orangé, ce déterminer et mesuré au spectrophotométrique à une longueur d'onde de 450 nm.

Si le manganèse en suspension ou lié organiquement est présent, un traitement préalable est nécessaire pour mettre le manganèse sous forme susceptible de réagir à la Formaldoxine.

Mode opératoire

- Prendre 50 ml d'eau à analyser dans un erlenmeyer de 100 ml.
- Ajouter 1 ml de solution sel de mohr.
- ajouter 2 ml d'EDTA (0,24 mol/l).
- ajouter 1 ml de Formaldoxine.
- ajouter 2 ml NaOH.
- ajouter 3 ml de Mélange Ammoniaque + solution Chlorure Hydroxylammonium.
- Laisser reposer pendant 20 min.
- Enfin passer au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 450 nm.
- Les résultats sont donnés directement en mg/l.
- **Dosage de l'aluminium Al³⁺**

Principe

En présence d'aluminium, l'ériocyanine vire au rouge violacé.

Mode opératoire

- Prendre 10 ml d'eau à analyser dans une fiole de 50 ml.
- Ajouter 5 ml de Noir ériocyanine.
- Ajouter 10 ml de Tampon acéto-acétique pH = 6.
- Ajouter 1 ml d'acide ascorbique.
- Ajuster par l'eau distillée jusqu'à 50 ml.
- Agiter et laisser reposer 20 min puis passer au spectrophotomètre à 560 nm.
- Les résultats sont donnés en mg/l

VI.3 Discussion des paramètres physicochimiques

Les tableaux suivants présentent les résultats des Paramètres physicochimiques

Tableaux VI.1 les résultats des paramètres physicochimiques de l'eau brute et traitée de kodiét Rosfa

Paramètre physicochimique	Eau brute prélèvement du (19/04/2019)	Eau traitée prélèvement du (20/01/2019)	Eau traitée prélèvement du (19/04/2019)	Eau traitée prélèvement du (02/06/2019)	normes algériennes J.O.R.A N° 27, 2006
Conductivité électrique ($\mu\text{S}/\text{cm}$).	1852	1776	1873	2240	≤ 2800
Turbidité(NTU)	1.1	2.1	0.2	0.5	≤ 5
Oxygène dissout (mg/l)	4.6	2.3	2.4	2.1	-
pH	7.4	8.2	7.3	7.8	≥ 6.5 et ≤ 9
Température (°C)	15.1	15.0	14.9	21.9	≤ 25

1. La température

Comme la température est un paramètre déterminant la quantité de l'eau, il s'est avéré obligatoire son étude. après nous remarquons qu'elle varie entre 14.9°C et 15.1°C en hiver est de 21.9 °C en été ces valeurs répendent effectivement aux normes algériennes des eaux de consommation qui est de 25°C.

2. pH

Grandeur définissant le taux d'acidité de l'eau d'où sa potabilité.

Le pH est compris entre les valeurs 7,3 et 8. 2 ces valeurs sont idéales par rapport aux normes des eaux de consommation algérienne qui sont de 6,5 à 9.

3. Conductivité électrique

Responsable de la transmission du courant électrique, due à la concentration des ions.

La CE est comprise entre 1873, et 2240 ($\mu\text{S}/\text{cm}$), ces valeurs sont inférieures ou comparables aux normes des eaux potables de consommation algérienne qui est inférieure à 2800 $\mu\text{S}/\text{cm}$. mais en janvier en vois la conductivité diminue à cause de la pluie (eau déminéralisé).

4. Turbidité

Indice de l'état physique de l'eau. représente une eau traitée limpide avec une valeur de turbidité de 0,2 et 2.1 UNT , qui est nettement inférieures aux normes des eaux de consommation algérienne qui est de 5 UNT. Même procède a été suivi pour l'eau brute, la valeur était de 1.1 UNT.

Nous remarquons que l'eau traité est trouble, dont la moyenne de turbidité est supérieure à 2.1 NTU en mois de janvier à cause de la période pluvieuse qui permettent à l'eau de se mélanger au sol et de provoquer une montée de la valeur de turbidité.

VI.4 Discussion des résultats des éléments de pollution

Les tableaux suivants présentent les résultats des éléments de pollution :

Tableaux VI.2 les résultats des éléments de pollution durant les 03 mois du 2019

Paramètre physicochimique	Eau brute prélèvement du (19/04/2019)	Eau traitée prélèvement du (20/01/2019)	Eau traitée prélèvement du (19/04/2019)	Eau traitée prélèvement du (02/06/2019)	Les normes algériennes J.O.R.A N° 27, 2006
NO₃⁻ (mg/l)	4.64	2.9	0.75	5.0	≤ 50
NH₄⁺ (mg/l)	0.014	0.012	0.011	0.010	≤ 0.5
NO₂⁻ (mg/l)	0.029	0.001	0.015	0.001	≤ 0.2
Matières, oxydables (mg/l)	4.16	2.4	1.68	1.60	≤ 5

- **Les nitrites NO₂⁻**

L'analyse des prélèvements d'eau montre que la valeur des nitrites est toujours inférieure à 0,029 mg/l qui sont inférieure à la norme algérienne qui est 0,2 mg/l.

Les nitrites bloquent l'hémoglobine en méthémoglobine, la fixation de l'hémoglobine diminue les capacités de transport d'oxygène au niveau des organes récepteurs.

- **Les nitrates (NO₃⁻)**

les analyses montrent des valeurs entre 4.64 eau brute et 5,0mg/l eau traitée , ces valeurs inférieure à la norme algérienne qui est 50 mg/l.

- **L'ammonium (NH₄⁺)**

Concernant l'ammonium, les résultats indiquent des valeurs de 0,014 mg/l pour l'eau brute à 0.010 mg/l pour l'eau traitée, ces valeurs est favorable, loin de la norme algérienne des eaux destinées à la consommation humaine qui est de 0,5 mg/l.

- **Matière oxydable MO**

Les valeurs trouvées pour l'oxydabilité de la matière organique au KMnO₄ en milieu acide inférieure pour tous les échantillons à 2,4 mg/l pour l'eau traitée, et supérieure à 4,16 mg/l. Ces valeurs sont inférieure à la norme algérienne qui est 0,5 mg/l.

VI.5 Discussion des résultats de minéralisation globale

Les tableaux suivant présentent les résultats de minéralisation globale des prélèvements :

Tableaux VI.3 les résultats des minéralisations globales durant les 03 mois du 2019 :

Paramètre physicochimique	Eau brute prélèvement du (19/04/2019)	Eau prélèvement du (20/01/2019)	Eau traitée prélèvement du (19/04/2019)	Eau traitée prélèvement du (02/06/2019)	Les normes algériennes J.O.R.A N° 27, 2006
salinité (mg/l)	0.8	0.69	0.67	0.7	02
HCO ₃ ⁻ (mg/l)	170.8	169.1	153	134.2	≤ 500
SO ₄ ²⁻ (mg/l)	352.3	238	240.5	290	≤ 400
Ca ²⁺ (mg/l)	185	153.4	152	151.9	≤ 200
Mg ²⁺ (mg/l)	120	111	109.2	109	≤ 150
Cl ⁻ (mg/l)	161.37	121.59	129.7	147.46	≤ 500
PO ₄ ³⁻ (mg/l)	0.08	0.012	0.005	0.002	≤ 0.5

- **Phosphates (PO₄³⁻)**

Les valeurs trouvées pour les phosphates dans l'eau brute est de 0.08 et de à 0,02 mg/l dans l'eau traitée, ce chiffre inférieure aux normes algériennes des eaux destinées à la consommation humaine qui est 0,5 mg/l.

- **Calcium (Ca²⁺)**

Nous notons une teneur de 152 mg/l pour l'eau traitée, et une teneur de 185 mg/l pour l'eau brute, ces valeurs sont inférieure aux normes algériennes des eaux destinées à l'alimentation qui est 200 mg/l.

Selon **Rodier (1996)**. Le calcium se transforme en bicarbonates de calcium CaCO₃, sulfates de calcium CaSO₄, et de chlorures de calcium CaCl₂.

- **Magnésium (Mg²⁺)**

La teneur en magnésium varie de 120 mg/l pour l'eau brute et de 109 mg/l pour l'eau traitée. Toutes les valeurs répondent aux normes algériennes qui sont 150 mg/l.

Selon **Rodier (2005)**. le magnésium est un facteur de la dureté de l'eau et sa teneur dépend des terrains traversés.

- **Chlorure (Cl⁻)**

Leurs valeurs est de 161.37 mg/l pour l'eau brute et comprise entre 121.59 à 147.46 de mg/l pour l'eau traitée qui est inférieur aux normes des eaux potables qui sont 500mg/l.

- **Sulfates (SO₄²⁻)**

Les valeurs obtenues pour les sulfates pour l'eau traitée est de 352.3 mg/l dans l'eau brute jusqu'à 290 mg/l dans l'eau traitée, ces valeurs est inférieures aux normes algériennes des eaux destinées à l'alimentation qui est 400 mg/l.

Bicarbonates (HCO_3^-)

La valeur maximale en HCO_3^- est de 169.1 mg/l en mois de janvier, elle est inférieure aux normes qui sont 500 mg/l.

Selon **Rodier (1996)**. L'alcalinité de l'eau est en relation avec la saison et la pluviométrie.

- **Salinité**

Les valeurs trouvées de la salinité pour l'eau brute est de 0.8 mg/l et de 0.7 mg/l pour l'eau traité à partir des résultats de deux eaux (brute et traité) on conclue sont conformes aux normes algérienne parce que l'eau potable doit contenir sans excès un certain nombre d'éléments minéraux sans leur minéralisation totale ou la salinité ne dépasse pas 02g/l (**J.O.R.AN° 27, 2006**).

Une faible teneur en sels dessous dans l'eau traitée désigne une dureté basse de l'eau et le traitement n'a aucune influence sur la salinité , car ses valeurs sont proches et presque identiques pour l'eau propre et traitée .

3.8 Taux de sel dissout

VI.6 Discussions des résultats du paramètre indésirable

Les tableaux suivant présentent les résultats des éléments indésirables des prélèvements :

Tableaux VI.4 les résultats des éléments indésirables durant les 03 mois du 2019

Paramètre physicochimique	Eau brute prélèvement du (19/04/2019)	Eau traitée de prélèvement du (20/01/2019)	Eau traitée prélèvement du (19/04/2019)	Eau traitée prélèvement du (02/06/2019)	Les normes algériennes J.O.R.A N° 27, 2006
Mn^{2+} (mg/l)	0.1	0.01	0.01	0.01	≤ 0.5
Fe^{2+} (mg/l)	0.22	0.21	0.19	0.19	≤ 0.3
Al^{3+} (mg/l)	0.13	0.15	0.17	0.17	≤ 0.2

- **Le fer (Fe^{2+})**

Concernant les ions Fe^{2+} , le résultat indique des valeurs au dessous de 0.22 mg/l , ce chiffre inférieur aux normes des eaux de consommation qui est 0,3 mg/l.

- **Le manganèse (Mn^{2+})**

Pour le Mn^{2+} les valeurs de l'eau brute sont inférieure à 0,01 mg/l, elles respectent les normes algériennes qui sont 0,5 mg/l.

- **L'aluminium (Al^{3+})**

La concentration des ions Al^{3+} est comprise entre les valeurs de 0,13 mg/l et 0,17mg/l Ces valeurs sont idéales par rapport aux normes algériennes des eaux de consommation qui est 0,2 mg/l.

VI.7 Discussion des paramètres bactériologiques

Les résultats sont comparés avec les normes algériennes.

Tableaux VI.5 les résultats des paramètres bactériologiques durant les 03 mois du 2019

Les microorganismes	L'eau brute	L'eau traitée
Germes aérobies à 37°C	480	Absence
Germes aérobies à 22°C	1970	Absence
Coliformes aérobies à 37 °C / 100ml	absence	Absence
Coliformes fécaux / 100ml	absence	Absence
Streptocoque D/50ml	2	Absence
<i>Clostridium</i> sulfito-réducteurs à 37 °C/20ml	absence	Absence
Staphylocoques	72	Absence

VI. 8 Discussion des résultats de paramètres bactériologiques

Les résultats obtenus montrent la présence : des micro-organismes révivifiables de quelques germes de streptocoques fécaux et de staphylocoques, et une absence de coliformes et de *Clostridium* sulfitoréducteurs.

Ces résultat peuvent êtres expliquées par le contact entre l'eau et les sols qu'il les traverse avant son arrivé au barrage et par son contact permanent avec l'air, ce qui peut constituer l'origine des germe présentes. D'autre part l'absence de coliforme et de *Clostridium* sulfitoréducteurs peut être justifiée par l'absence de déversement des eaux sanitaires dans le barrage, car ces germes sont d'origine fécale, et le barrage se situer dans une zone forestière isolée et ne reçoit pas des rejets domestiques.

Les résultats montrent aussi une absence totale de tous les germes dans l'eau traitée et chez le consommateur, ce qui peut être justifié par l'efficacité de traitement (désinfection par le chlore) , et le bon état des conduits qui ne présente pas de fuites, susceptible de contaminer l'eau avant l'arrivé au consommateur.

Conclusion :

Notre travail consiste à analyser quelques paramètres physicochimiques et microbiologiques de l'eau de barrage kodiet Rosfa avant et après le traitement, afin d'évaluer l'efficacité de traitement et la qualité de l'eau produite.

Les résultats obtenus montre que le traitement mis en œuvre est efficace car les paramètres analysés répondent tous aux normes algériennes sauf les sulfates qui présentent des valeurs légèrement supérieur à la norme (supérieure à 400 mg/l), et ce probablement due à la présence du gypse dans la zone traversée par l'eau avant l'arrivé au barrage.

On conclu que l'eau produite par la station de traitement de barrage Kodiet Rosfa est une eau potable de bonne qualité, car les valeurs des sulfates légèrement élevé, ce qui diminue le seuil pour la sante du consommateur.

Conclusion générale :

Pour conclure ce travail, il convient de rappeler que l'approvisionnement de la ville de Tissemsilt en eau potable est basé sur l'abondance des eaux superficielles et des sources d'eau naturelle .

Les ressources en eau souterraines sont faibles.

Par conséquent, la wilaya de Tissemsilt s'appuie exclusivement sur l'eau du barrage de Kodiète Rosfa pour répondre aux besoins des habitants.

Il ya lieu de souligner le travail remarquable de la station de traitement du barrage vis-à-vis de la qualité de ces eaux.

Notre travail consiste à analyser qualité d'eau de barrage Kodiète Rosfa avant et après le traitement, afin d'évaluer l'efficacité de traitement et la qualité de l'eau produite.

Les résultats obtenus montre que le traitement mis en œuvre est efficace car les paramètres analysés répondent tous aux normes algériennes.

On conclu que l'eau produite par la station de traitement de barrage Kodiète Rosfa est une eau potable de bonne qualité.

Résumé :

Les eaux profondes sont moins exposées à la pollution que les eaux superficielles et avec le temps, l'eau consommable est devenue une denrée rare.

C'est la cause qui a conduit l'homme à installer des barrages et des retenus d'eau pour son bénéfice en divers domaines, tels en consommation humaine, animale et industrie.

Notre travail a pour but d'évaluer les traitements des eaux effectués au niveau de la station de traitement de Kodiéte Rosfa-Tissemsilt Par la détermination de quelques paramètres physico-chimiques et microbiologiques.

Les résultats obtenus montrent que l'eau produite est potable, car tous les paramètres analysés sont au dessous des normes algériennes sauf les sulfates qui présente des valeurs légèrement supérieures à la norme, ce qui signifié que les traitements effectuer est efficace.

Mots clé : Evaluation des traitements, barrage kodiéte Rosfa, l'eau potable, norme algérienne, la pollution.

Deep waters are less exposed to pollution than surface waters and over time, consumable water has become a rare commodity.

This is the cause that has led man to install dams and restraints of water for its benefit in various fields, such as human consumption, animal and industry.

Our work aims to evaluate the water treatment carried out at the Kodiéte Rosfa-Tissemsilt treatment station. By the determination of some physicochemical and microbiological parameters.

The results obtained show that the produced water is drinkable, since all the analyzed parameters are below Algerian norms except the sulphates which presents values slightly higher than the norm, which means that the treatments to perform is effective.

Keywords: Evaluation of treatments, dam kodiéte Rosfa, drinking water, Algerian norm, pollution.

المخلص: تعتبر المياه الجوفية اقل عرضة للتلوث، من المياه السطحية و مع مرور الوقت أصبحت المياه الصالحة للشرب قليلة

ونادرة، وهذا ما جعل الإنسان يشيد السدود بهدف الاستفادة من مياهها في مختلف المجالات مثل الشرب، الصناعة... إلخ .
الهدف من عملنا هو تقييم معالجة المياه من خلال محطات المعالجة لكدية الرصفة وذلك بتحليل مجموعة من العناصر الفيزيوكيميائية والميكروبيولوجية .

بينت النتائج المحصل عليها أن الماء الناتج عن المعالجة صالح للشرب، وذلك لأن قيم جميع العناصر كانت أقل من المعايير الجزائرية، باستثناء قيم السيلفات التي كانت أكبر قليلا وهذا ما يدل على أن المعالجة المطبقة فعالة .

كلمات مفتاحية: تقييم المعالجة، سد كدية الرصفة، ماء صالح للشرب، معايير جزائرية، التلوث.

Liste des tableaux

Tableau I. 01: Concentrations limites des substances indésirables dans une eau Potable (J.O.R.A, 2006)	3
Tableau I.2: Normes de quelques substances toxiques dans l'eau potable selon journal officiel d'Algérie (2009).....	3
Tableau I.3: Quelques paramètres microbiologiques (J.O.R.A 2006).....	4
<i>Tableau II.1: Estimation de projection de la population.....</i>	<i>12</i>
Tableau II.2: Caractéristiques du poste pluviométrique de Tissemsilt.....	13
Tableau II.4: Répartition mensuelle de la température.....	14
Tableau II.5: Répartition mensuelle de l'évaporation.....	15
Tableau II.6: Nombre moyen de jours de grêle.....	16
Tableau II.7 : Nombre moyen de jours de neige.....	16
Tableau II.8 : Vitesse des vents moyens mensuels.....	17
Tableau III.1 Estimations de projection de la population dans le périmètre	20
Tableau III.2 Les besoins nécessaires par horizon.....	23
Tableau III.3 Ressources disponibles pour la zone d'étude.....	23
Tableau III.4 : Coefficients de pointe.....	26
Tableau III.5 Besoins journaliers par secteur	42
Tableau III.6 Volumes actuels et futurs des réservoirs.....	43
<i>Tableau III.7 Volumes actuels et futurs des réservoirs.....</i>	<i>46</i>
Tableau V.1 : Bornes de grille de qualité des eaux de barrages. (ANRH, 2014).....	49
Tableaux V.2 : Les résultats des paramètres bactériologiques des eaux brutes du barrage Kodiet Rosfa des deux compagnes de prélèvement.....	55
<i>Tableau II.9 : Caractéristiques des réservoirs de Tissemsilt</i>	<i>59</i>

Liste des figures

Figure II.1 : Localisation de la commune de Tissemsilt.....	10
Figure II.2 : Carte des bassins versants et du chevelu hydrograph.....	13
Figure II.3 : Représentation mensuelle de la température (°C)	18
Figure III.1 Répartition de la demande à l’horizon 2040 par zone urbanistique	27
Figure III. 4 Plan de localisation des réservoirs actuels et des réservoirs projetés	32
Figure IV.1 : Barrage de Koudiet Rosfa	37
Figure IV.2: Adduction de Koudiet Rosfa.....	38
Figure IV.3 forage de Rechaiga	39
Figure IV.4: Adduction de Rechaiga.....	40
Figure V.1: Schéma du Protocole expérimental.....	46
Figure V.2 : Variation de la température (°C) de l’eau brute du barrage Kodiet Rosfa en 2014.....	48
Figure V.3 : Evolution du pH de l’eau brute du barrage Kodiet Rosfa durant l'année 2014	50
Figure V.4: Evolution des valeurs de résidu sec (mg/l) de l’eau brute du barrage Kodiet Rosfa durant les mois 2014.....	50
Figure V.5: Evolution de la DBO ₅ (mg/l) de l’eau brute du barrage Kodiet Rosfa en 2014.	50
Figure V.6: Evolution de la DCO (mg/l) de l’eau brute du barrage Kodiet Rosfa en 2014.	51
Figure V.7: Evolution de l’oxygène dissous (%) de l’eau brute du barrage Kodiet Rosfa en 2014.....	52
Figure V.8: Graphe d’évolution des concentrations de nitrates (mg/l) de l’eau brute du barrage Kodiet Rosfa durant l'année 2014.....	53
Figure V.9: Graphe d’évolution du taux de nitrites au niveau du barrage Kodiéte Rosfa en 2014	53
FigV.10: Variations des valeurs d’Ammonium (mg/l) des eaux brutes du barrage Kodiet Rosfa année 2014	54
Figure V.11: Variation des teneurs de phosphate (mg/l) de l’eau brute du barrage Kodiet Rosfa 2014	55
Figure VI.1 Station de traitement Kodiéte rosfa Tissemsilt.....	58
Figure VI.2 Photo de barrage Kodiéte Rosfa	58
Figure VI.3 Traitements réalisé au niveau de station de KODIETE ROSFA, TISSEMSILT	60
Figure VI.4 Schéma de Protocole expérimental.....	61

Liste des abréviations :

ADE : Algérienne des eaux.

AEP : Alimentation en eau potable

ANBT : agence nationale des barrages et des transferts

ANRH : Agence nationale de ressources hydrauliques

{C}: Ca^{2+} : ions de Calcium.

CE : Conductivité électrique.

O₂ dissous: Oxygène Dissous.

{E}:**E** :Est

{H}:

ha : hectare.

Hm³ : hectomètre cube

{J}:**J**: Jour.

{M}:

MES : matière en suspension.

Mi : Miocène Inférieure

M.O. : Matière organique

{N}:**N** : Nord

N : normal.

NH⁴⁺ : Azote Ammoniacal.

NTU : Nephelometric Turbidity Unit.

{O}:**O** :Ouest

OMS : organisation mondiale de la santé.

{P}: **pH** : potentiel d'Hydrogène.

P : Pente

PHE : Cote des plus hautes eaux.

{R}: **RN** : retenue normale

RS : Résidus secs

{S}: **S**:Sud

{T}:**T°** : Température.

t : tonne

TA : Titre alcalimétrique.

TAC: Titre alcalimétrique complet.

TDS : Taux des solides dissous

TH : Titre hydrométrique

