Université Sidi Mohammed Ben Abdellah

Faculté des Sciences et Techniques

www.fst-usmba.ac.ma

Université Sidi Mohammed Ben Abdellah
Faculté des Sciences et Techniques
www.fst-usmba.ac.ma

Année Universitaire : 2012-2013

Licence Sciences et Techniques : Eau et Environnement

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Pour l'Obtention du Diplôme de Licence Sciences et Techniques

Traitement des eaux superficielles et des eaux souterraines (région de Taza)

Présenté par:

Bouizrou Ismail
Gharmane Youssef

Encadré par :

- **Mohamed Achmit, ONEP,**
- **Naoual Rais, FST - Fès**

Soutenu Le 13 Juin 2013 devant le jury composé de:

- **Mme. Rais Naoual**
- **Mr. Jabrane Raouf**
- **Mr. El Garouani Abdelkader**

Stage effectué à : ONEP, TAZA

Remerciement

Au terme de ce travail qui constitue pour nous un projet de fin d'étude, nous présentons nos remerciements à toutes les personnes qui nous ont aidé à réaliser ce travail dans des bonnes conditions, et plus particulièrement notre encadrant Mr. Achmit Mohamed, chef du laboratoire de control et de surveillance de qualité des eaux, Mme Nawal RAIS notre encadrante à FST Fès et le directeur de la station de traitement des eaux, pour son chaleureux accueil, et pour n'avoir ménagé aucun effort pour disposer du temps pour nous, et nous apporter toute l'aide nécessaire à chaque fois afin de rendre ce stage agréable, utile, et instructif.

Nous tenons à remercier vivement :

- ***le chef de l'agence de Fès***
- ***Mr le directeur provincial et à Mr le Directeur régional de direction régionale des eaux et forets de Taza***
- ***Toute personne de près ou de loin, nous ayant conseillé, ou soutenu pour la réalisation de ce travail.***

SOMMAIRE

I- INTRODUCTION……...7

II- PRESENTATION DU SITE D'ETUDE……...9

1/-Géomorphologie ……...…....9

2/-Climatologie…….…….……10

3/-Réseau hydrographique…….…….11

4/- Barrage Bab Louta…….12

5/- station de traitement Bab Louta……...13

III- MATERIELS ET METHODES …… ..15

1/- les étapes de traitement des eaux du Barrage Bab Louta....15

1.1- Traitement physique……15

1.2- Traitement chimique et biologique……15

2/- principaux paramètres physico-chimiques mesurables…...19

3/- analyses de traitement…….26

4/- analyse bactériologique……...29

IV- RESULTATS DES ANALAYSES DES EAUX SUPERFICIELLES ET DES EAUX SOUTERRAINES ……33

V- CONCLUSION…….. 38

VI- ANNEXES…… 39

VII- REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE..…..……41

ABREVIATIONS

AEP : Alimentation en eau potable

BCR : Poids en béton compacté au rouleau a axe rectiligne

BC : Brise de charge

BV : Bassin versant

CDF : Centre de développent forestier

CF : Coliforme fécaux

CT : Coliforme totaux

DN : Diamètre nominale

DPD : Diéthyl-p-phénylénediamine

EC : Electric conductivity

MES : Matière en suspension

Moy-annel : Moyenne annuelle

NTU : Nephelometric turbidity units

ONEP : Office national d'eau potable

PH : Potentiel hydrogène

RMC : Réservoir de mis en charge

SF : Streptocoque fécaux

SP : Station de pompage

Tb : Tomber de burette

Liste des figures

Figure n^{0}1 : Carte hydrographique du Bassin versant Bab Louta ; efforts personnel avec logiciel Map Info

Figure n^{0}2 : Barrage Bab Louta prise par CDF Tahla

Figure n^{0}3 : Vue générale de la station Bab Louta ; prise par OENP ; 2006

Figure n^{0}4 : Schéma synoptique et ressource humaines de production Bab Louta

Figure n^{0}5 : Préchloration

Figure n^{0}6 : Coagulation

Figure n^{0}7 : Filtration de l'eau par un filtre ouvert

Figure n^{0}8 : PH-mètre

Figure n^{0}9 : Turbidimètre

Figure n^{0}10 : Chloromètre

Figure n^{0}11 : Oxymétre et Conductimètre

Figure n^{0}12 : Jartest

Figure n^{0}13 : Filtration sous-vide

Figure n014 : colony counter

Figure n^{0}15 : Demande en chlore

Liste des tableaux

Tableau n^{0}1 : Les précipitations mensuelles et annuelles

Tableau n^{0}2 : Variation Max pluie et MIN en fonction d'altitude

Tableau n^{0}3 : Caractéristiques principales du Barrage Bab Louta

Tableau n^{0}4 : Explication du schéma filtration en profondeur

Tableau n^{0}5 : Les mesures hebdomadaires

Tableau n^{0}6 : Kit de manganèse

Tableau n^{0}7 : Kit de fer

Tableau n^{0}8 : Kit de nitrite

Tableau n^{0}9 : Résultats des analyses physico-chimiques de l'eau souterraine

Tableau n^{0}10: Résultats des analyses physico-chimiques de l'eau superficielles (Barrage Bab Louta)

Tableau n^{0}11 : Variation de la quantité de chlore résiduel en fonction de la quantité de chlore injecté

Tableau n^{0}12 : Bulletin de saisie essai de floculation

Tableau n^{0}13 : Grille de la qualité des eaux souterraines

I-INTRODUCTION

Une eau est dite potable quand elle répond à certaines normes fixées. Elle doit être agréable à consommer tant pour son goût, sa couleur que pour son odeur. **L**'eau potable ne doit contenir ni micro-organismes pathogène ni substances toxiques (cuivre, plomb, fluorures, cyanure, arsenic,…). Sa concentration en certaines substances chimiques (sels minéraux, ammoniaque, nitrites, nitrates, chlorures, matières organiques) doit être limitée.

Au cours de ces dernières années, la population de la ville de Taza et celle de certaines régions de la province sont satisfaites de l'alimentation en eau potable en utilisent les eaux surfacique alors que d'autres villages utilisent des eaux souterraines (puits, forages, nappes) pour subvenir a leurs besoins. Cependant, ces réserves d'eaux peuvent présenter un risque majeur de contamination si elles ne sont pas protégées des sources de pollution. La qualité des eaux souterraines et des eaux superficielles de la région de Taza peut être menacée par de nombreuses pollutions dont les principales sources sont :

• <u>Pollution domestique</u> :

La dégradation de la qualité d'eau par les rejets d'eaux usées domestiques est le résultat du grand retard constaté en matière d'assainissement notamment l'épuration de ces rejets. Le taux de raccordement au réseau d'assainissement varie de 0% pour les petits centres ruraux à 90% dans la ville de Taza.

• <u>Pollution industrielle :</u>

Dans la ville de Taza et sa région, l'activité industrielle est localisée dans certaines huileries traditionnelles (maâssras). A ce fait, elle entraîne une forte concentration en matières organiques qui consomment beaucoup l'oxygène dissous de l'eau. Les huileries représentent un site de pollution plus menaçant, car il s'agit d'une activité saisonnière exercée quasiment dans toute la région de Taza et qui coïncide avec la période des précipitations.

• Pollution agricole :

L'utilisation non raisonnée des engrais dans l'agriculture contamine les eaux souterraines par des produits agrochimiques. Les charges polluantes sont constituées essentiellement des nitrates et des phosphates.

• Pollution par les décharges publiques :

Les décharges publiques non contrôlées constituent une source de pollution non négligeable. En plus de leur localisation à côté des villes comme c'est le cas pour la ville de Taza (décharge jaudien) et parfois non loin des milieux hydriques (oueds, nappes), elles dégagent des lixiviats qui rejoignent les eaux souterraines selon la géologie du site.

Une grande partie de ces déchets est mise dans des décharges non contrôlées, souvent dans le milieu rural de la région ou en bordure des lits des cours d'eau et dans des zones où les ressources en eaux souterrains ne sont pas protégées.

L'approvisionnement en eaux potable nécessite un suivi régulier de la qualité des eaux distribuées après leur acheminement du barrage. Pour la région de Taza, les eaux de barrage utilisées pour l'approvisionnement est analysées et traitées au laboratoire de la station de traitement des eaux de barrage de BAB LOUTA située à Tahla.

L'objectif du présent travail est de se familiariser avec les techniques d'analyses physico-chimiques et bactériologiques menées au laboratoire de la station de traitement de BAB LOUTA et de mener une étude physico-chimique des eaux souterraines de la région de Taza.

I- *PRESENTATION DU SITE D'ETUDE*

1/- Géomorphologie

Le bassin versant est situé dans la province TAZA cercle TAHLA et est localisé au niveau de deux zones rurales Smiaa 5800 ha et zerarda 6412 ha. Alors que, une partie importante de ce bassin versant dépend du CDF de Tahla qui relève du service provincial des eaux et forêts de Taza.
Le bassin versant de BAB LOUTA occupe une superficie de 12212 ha et s'étend entre les méridiens 4°23 et 4°10 ouest et le parallèle 33°04 nord. Il est situé entièrement dans le moyens atlas tabulaire.

L'altitude maximale atteint 1554 m et l'altitude minimale 530 m. l'altitude médiane est de 926 m .quatre classes d'altitude sont retenus : moins de 700 m couvrant 12.6% entre 700 et 1100 m occupant 53.1 %, entre 1100 et 1500 m sur 33% et plus de 1500 m sur 1.3% de la superficie totale.

Les sols de BV sont représentés sur trois classes : les sols peu évolué couvrant une superficie de 1.4% du BV, les sols à oxyde de fer sur 6.9% de la superficie du BV représentent les classes simples. Les sols complexes (mélange de sols peu évolués d'érosion, peu évolués d'apport colluvial et oxyde de fer sans réserve calcique) occupent 89% du BV.

La présence des sols peu évoluer d'érosion démontre que le phénomène d'érosion est présenté sur toute la superficie de la zone d'étude. Alors que les sols sont plus sensibles à l'érosion ayant une granulométrie limoneuse et sur tous les sols ferralitiques dont la couche supérieure est dépourvue d'argile sont les plus exposés à l'érosion. Pour résoudre ce problème il faut avoir un couvert végétal.

Le terrain montre que Le BV Bab Louta se localise au niveau du moyen atlas tabulaire et leurs formations géologiques sont variées :

+Schiste et grès du paléozoïque;

+Dolomies brèche de lias;

+Quartzites, quartzites et grès micacés;

2/- Climatologie

Les stations météorologiques considérées dans cette étude sont : Tahla, Babazhar, Tazekka, Bab el arbaa. Avec ces données permettent d'établir des indices climatiques écologiques et hydrauliques.

L'analyse de la précipitation mensuelle indiquée par le tableau 1° ci-dessous de quelque région nous permet de déduire que la moyenne de précipitation variée de 561,6 à 1108,2 mm. Alors il est fortement lié à l'altitude des différentes stations.

Mois / Station	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moy.Annuel
Tahla	81.3	85	87	80.2	19	15.6	1.1	2.5	10.8	46.7	57.5	74.8	561.8mm
Babazhar	137.4	147.4	119.4	104.7	73	17.8	6	3.3	19.3	68.2	105.6	138.7	948 .8mm
Bab el arba	165.6	163.8	138.3	106.4	72.1	19.5	6.1	4.7	23.4	72.1	102.1	134.4	1008.5mm
Tazeka	134.4	215.4	138.2	163.7	99.9	12.2	1.4	4.4	17.2	125.1	99.1	97.2	1108.2mm

Tableau1 : Les précipitations mensuelles/annuelles

Ces stations météorologiques enregistrent un maximum aux mois de janvier, février et de mars et un minimum aux mois de juillet et d'aout.

Aussi l'analyse de pluviométrique saisonnière de la pluie montre un MAX en hiver et un MIN en été.

Station	altitude(m)	MAX (mm)	MIN (mm)
Tahla	500	87.3	1.1
Babazhar	760	147.4	3.3
Bab el arba	1500	165.5	4.7
Tazeka	1320	215.4	1.4

Tableau2 : Variation Max pluie et MIN en fonction d'altitude.

La température ce varié entre 20.6 ^{0}C à Tahla et 11.6 ^{0}C à Tazeka Les vents dominants dans la BV :

- les vents continentaux secs : ce sont les vents de l'EST et SUD-EST (chergui) leur action est desséchante.

- les vents océaniques humides : ce sont les vents de l'OUEST et NORD-EST qui ont un effet bénéfique sur la végétation.

3/-Réseau hydrographique :

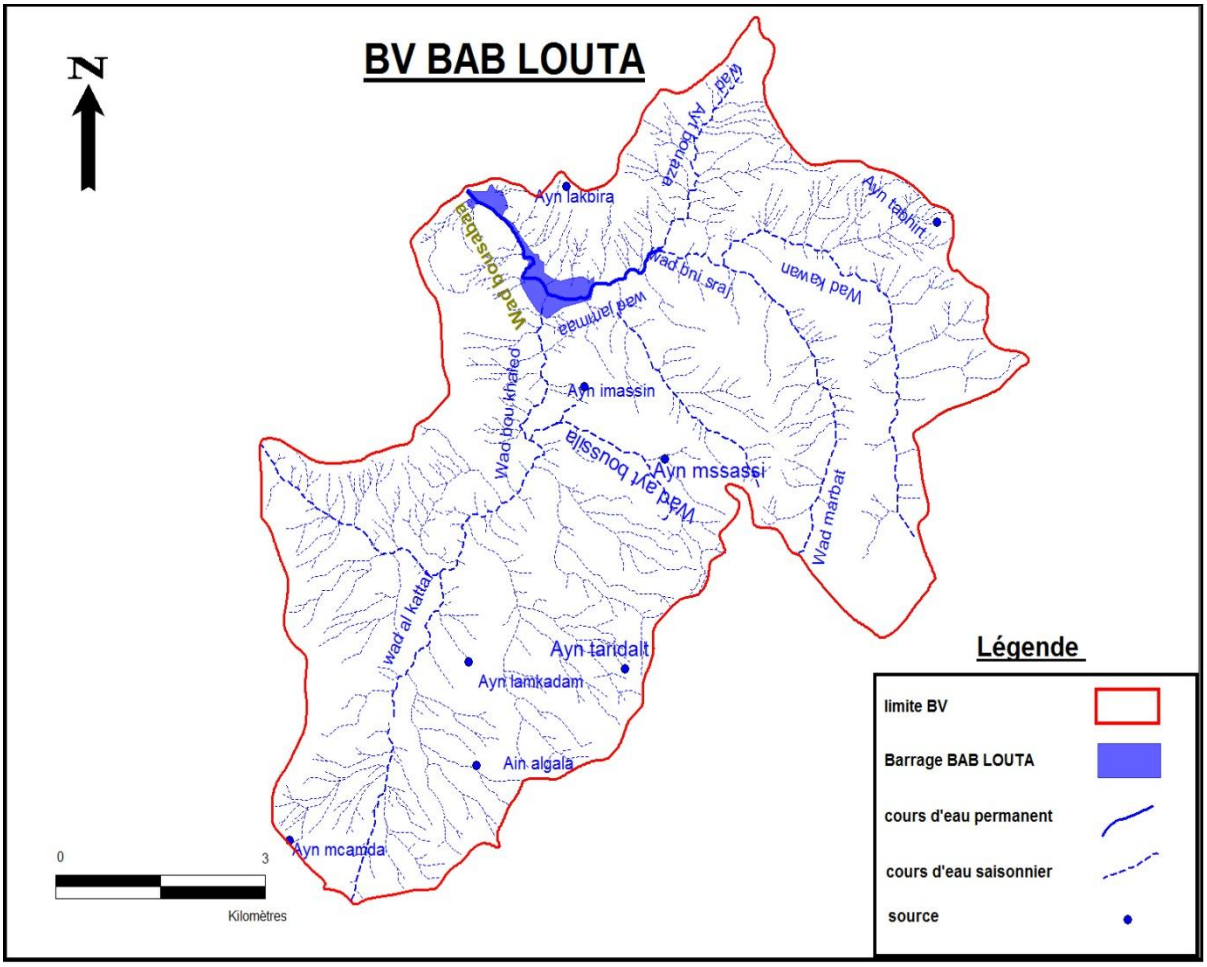


Fig1 : Carte hydrographique du Bassin versant Bab Louta ; efforts personnel avec logiciel Map Info

Le BV de Bab Louta est drainé OUED BOUSBAA qui constitué par 2 cours d'eau :

+ Coté Sud-Est oued jmaa.

+ Coté Est oued béni seraj.

D'où le BV est constitué de deux principaux sous-bassins versant est le plus important le sous bassin drainé par l'oued boukhaled il est constitué de deux principaux bassin intermédiaire qui représentent 6 et 9% de la superficie totale du bassin versant.

Les longueurs des principaux cours d'eau sont relativement important puisqu'elles avoisinent 14 Km, les pentes de cours d'eau sont fortes du fait ils peuvent atteindre 16%, en effet de chaque examiné des profils des deux principes OUED montre que les pentes sont très variables fortes au niveau des tronçons amont des OUED et faible au tronçon aval, alors cette variation des pentes permet d'arrachés des matériaux le long des tronçons aval avant d'atteindre la retenue du barrage.

4/-Barrage Bab Louta :

Fig2 : Barrage Bab Louta prise par CDF Tahla

Le barrage BAB LOUTA est situé sur l'oued Bou Sebaa, à proximité du douar Bab Louta. Il a pour fonction principale l'alimentation, de la ville de Taza, en eau potable. La mise en eau du barrage est effectuée au début de l'année 2000. Voici quelques caractéristiques principales du Barrage :

Année de construction	1999
Cours d'eau	Oued Bousbaa
Centre le plus proche	Tahla
Province	Taza
But de l'ouvrage	Alimentation en eau potable de la ville de Taza
Capacité de retenus	37 Mm^3
Apport moyens annuels	23 Mm^3
Caractéristiques de l'ouvrage : - Type - Hauteur sur fondation - Volume	 Poids en BCR 55 m 45000 m^3
Durée des travaux	30 Mois

Tableau 3 : Caractéristique principale du Barrage Bab Louta

5/-Station de Traitement des eaux du Barrage Bab Louta :

Fig3 : Vue générale de la station Bab Louta ; pris par OENP

La station de traitement BAB-LOUTA permet de traiter les eaux de barrage situé à 9 km de la station. D'une superficie d'environ 3.2 ha constituée :

- Bassin de contact pour la pré-chloration.
- 3 bâches de mélangeurs rapides.
- 3 débourbeurs.
- 3 bâches de mélangeurs rapides.
- 3 floculateurs.
- 3 décanteurs.
- 9 filtres.
- Une citerne pour le lavage des filtres (550 m^3).
- Une citerne pour le stockage d'eau traitée (1600 m^3).

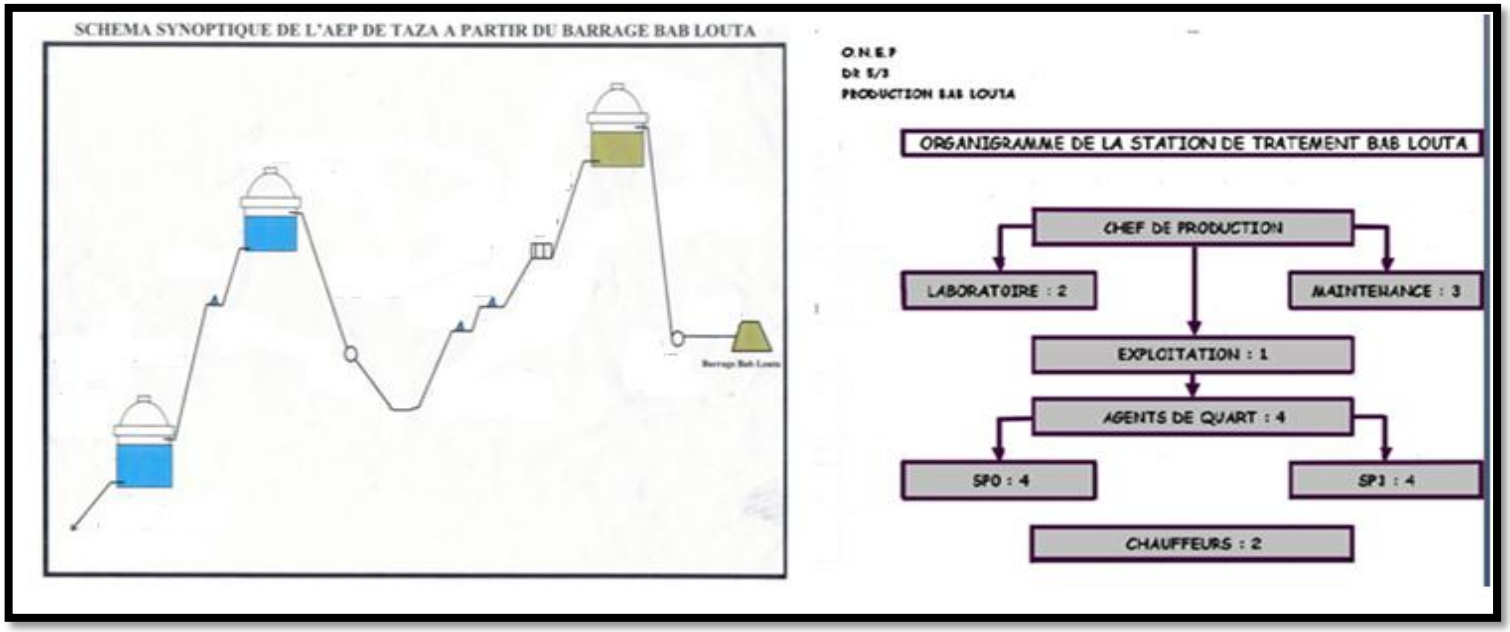


Fig4 : Schéma synoptique et ressource humaines de production Bab Louta

L'eau brute issue du Barrage Bab Louta est acheminée gravitairement par une conduite de DN=700 mm vers SP0 cette dernière refoule l'eau vers un réservoir de mise en charge (1000 m^3) RMC0, ensuite, l'eau est transportée par Une conduite d'une manière gravitaire à la station de Traitement. Après traitement, l'eau est acheminée gravitairement en

passant par deux brises charges jusqu'à la station de pompage SP3. Cette dernière refoule l'eau vers le réservoir de mise en charge RMC1 (1000 m^3). Ce réservoir approvisionne d'une manière gravitaire le réservoir 2x2500 m^3 en passant par une brise charge BC3. Le réservoir 2x2500 alimente gravitairement le réservoir de distribution R3 de la ville de Taza.

II- *MATERIELS ET METHODES*

1/- Les différentes étapes de Traitement des eaux du Barrage Bab Louta :

On a trois types de traitement des eaux : traitement physique avant d'arriver à la station, traitements biologique et chimique dans la station de traitement

1.1- Traitement physique :

Dégrillage : à l'aide d'une grille de métal qui empêche les gros débris tel les branches d'arbres de pénétrer à l'intérieur, l'eau s'écoule vers la station de pompage où il traverse une première grille très rudimentaire, un grand tamis rotatif enlève les poissons les déchets et l'herbe, lorsque tous les débris sont éliminées une pompe à basse pression amène l'eau à la station de traitement.

1.2- Traitement chimique et biologique:

a- Pré -Chloration : désinfection de l'eau dés son arrivée à l'usine de traitement par le Chlore gazeux, cette pré-chloration est nécessaire pour la protection des conduites d'eau brute et les ouvrages de clarification contre le développement des algues et des bactéries ferrugineuses ou sulfato-réductrices qui peuvent attaquer le fer des conduites métalliques. En Plus de son rôle de désinfection primaire, la pré-chloration peut contribuer à:

- La transformation de l'Azote ammoniacal NH^{4+} en chloramines (Monochloramine, dichloramine et trichloramine) puis la libération de l'Azote à un taux de chlore élevé suffisant pour la destruction des chloramines formées Précédemment.

❖ Précipitation des composés dissous (fer, manganèse et sulfure)

Fig 5 : Préchloration

b- Débourbage: c'est une étape préliminaire de dégrossissage, elle sert à débarrasser L'eau d'une grande partie de la matière décantable. Cette étape est nécessaire lorsque les MES Dans l'eau brute dépassent les 2 g/l, pour éviter le risque d'engorger le décanteur par le volume excessif de boue apporté par l'eau brute.

c- Coagulation : dans le but d'éliminer les matières en suspension et les colloïdes présent dans l'eau, on procède à la coagulation qui consiste à la déstabilisation des particules colloïdales généralement chargées négativement par addition du coagulant, dans le cas de la station de traitement de Taza le coagulant utilisé c'est le sulfate d'alumine $Al_2(SO_4)_3$ on peut utiliser aussi chlorure ferrique ($FeCl_3$) , dans l'eau qui apporte dans le milieu des cations permettant ainsi la neutralisation de la charge négative des colloïdes.

La coagulation avec le sulfate d'alumine $Al_2(SO_4)_3$ se fait selon la réaction :

$Al_2 (SO_4)_3 + 3 Ca (HCO_3)_2 \longrightarrow 3CaSO_4 + 2Al (OH)_3 + 6CO_2$

Fig 6 : Coagulation

d- Floculation:

C'est la l'agglomération et la précipitation des particules déstabilisées (coagulées), afin d'assurer une bonne précipitation et une bonne cohésion, il est nécessaire d'ajouter un floculant telque le polymère.

e- Décantation/flottation :

Sont des procédés de clarification gravitaire en fonction de la masse volumique des matières solides sédimentaires, ces procédés font appelées à la différence de masse volumique de solide et celle de liquide dans lequel se trouve (l'eau).

La décantation (ρ particule > ρ eau) qui s'effectue dans un décanteur lamellaire, a pour but d'éliminer des flocs déjà formés et l'obtention d'une clarifiée appelée l'eau décantée.

La flottation : (ρ particule < ρ eau) est génère des bulle d'air pour former avec les particules à éliminer et les réactifs un ensemble appelée attelage qui va flotter à la surface.

f- Filtration en profondeur :

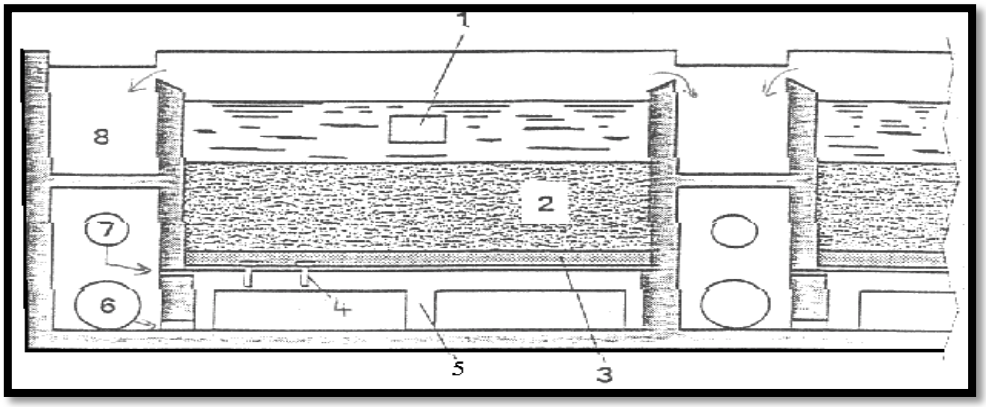


Fig 7 : Filtration de l'eau par un filtre ouvert

1	**Admission de l'eau**
2	**Sable filtrant**
3	**Couche de gravier avec un diamètre bien déterminé**
4	**Crépines (passage de l'eau filtrée, ainsi que de l'eau et de l'air de lavage)**
5	**Poutres de soutien**
6	**Sortie de l'eau filtrée et admission de l'eau de lavage**
7	**Admission de l'air de lavage**
8	**Goulotte d'évacuation des eaux sales de lavage**

Tableau 4 : Explication du schéma filtration en profondeur

C'est la dernière étape de clarification de l'eau dans lequel on fait passer un mélange Solide liquide à travers des filtres de sable quartzique qui

débarrassent l'eau des particules en suspension, des micro flocs et les micro-organismes qui ont pu échapper aux opérations précédentes. Il faut noter que chaque filtre est systématiquement lavé pour éviter son colmatage par les particules solides.

g- Désinfection :

La désinfection de l'eau destinée à la consommation est l'étape finale indispensable dans toute filière de traitement de potabilisation de l'eau et dans la distribution.

Les agents désinfectants couramment utilisés dans le traitement de l'eau (chlore et dérivés) possèdent un pouvoir germicide très efficace, essentiellement basé sur des mécanismes chimiques d'oxydoréduction.

Ainsi, l'efficacité d'un désinfectant est directement liée à son *pouvoir oxydant*, ce qui permet de classer les réactifs suivants par ordre décroissant d'efficacité selon leur potentiel redox.

- Acide hypochloreux ($HClO/ClO^-$) ---------- 1,49v
- Chlore (Cl_2/Cl^-) ---------- 1,36v
- Dioxyde de chlore (ClO_2/ClO_2) ---------- 0,95v
- Hypochlorite (ClO^-/Cl^-) ---------- 0,90 v

L'eau doit être désinfectée à la sortie du site de production pour préserver sa qualité dans les conduites de transport jusqu'aux points d'utilisation. C'est pourquoi des analyses de traitement sont systématiquement menées sur l'eau prétraitée du barrage.

2/- Principaux paramètres physico-chimique mesurable :

a- ***les mesures journalières :***

b- **Température :** La température de l'eau joue un rôle important ce qui concerne la solubilité des sels et des gaz, la température accroit la vitesse de la réaction chimique et biochimique, l'activité métabolique des organismes aquatiques est donc également accélérée lorsque la température de l'eau s'accroit, elle est

mesurée à l'aide d'un thermomètre où une sonde intégré dans le pH-mètre.

Fig. 8 : pH-mètre contient une sonde intègre pour mesurer de la température.

pH : Le pH, qui est une indication de la tendance de l'eau à être acide ou alcaline, est Déterminé au laboratoire par mesure potentiométrique à l'aide d'une électrode de verre qui Permet de déterminer l'activité des ions hydrogènes présents dans l'eau. des pH faibles (eaux acides) augmentent notamment le risque de présence De métaux sous une forme ionique plus toxique. Des pH élevés augmentent les concentrations d'ammoniac, Toxique pour les poissons.

Turbidité : La turbidité est une propriété qui renseigne sur la limpidité d'une eau. Elle dépend de matières colloïdales dans l'eau. La méthode néphélométrique est basée sur la comparaison de la lumière diffractée par l'échantillon de l'eau, avec celle d'un étalon de référence dans les mêmes conditions. La turbidité s'exprime en NTU.

Fig. 9: Turbidimètre

Chlore résiduel : La présence de chlore libre résiduel dans le réseau de distribution constitue une assurance qualité. La réglementation marocaine ne définie pas de VMA pour le chlore résiduel mais Précise que ses teneurs dans l'eau destinée pour la consommation doivent être comprises Entre 0,1 et 1,00 mg/l à la distribution. Dans l'eau potable le chlore résiduel peut se trouver sous différente formes : Le chlore résiduel libre, qui est selon la valeur du pH soit sous forme d'acide Hypochloreux ou d'hypochlorite ou les deux à la fois. Le chlore résiduel combiné qui correspond au chlore sous forme de chloramines. DPD sous forme de comprimé donne en présence de chlore résiduel une coloration rose susceptible d'un dosage colorimétrique. Des disques colorés étalonnés spécifique pour chaque réactif et un comparateur en

Lumière de jour sont utilisés pour la déduction des différentes teneurs en chlore.

Fig. 10 : Chlorométre

<u>Conductivité électrique :</u> La conductivité électrique (EC) est une expression numérique de la capacité d'une solution à conduire le courant électrique. Ce paramètre a pour but de donner une idée sur la salinité d'eau puisque les sels minéraux en solution sont de bons conducteurs, la conductivité électrique s'exprime en micro siemens/cm.

Fig. 11 : Oxymétre et Conductimètre

<u>Oxygéné dissouts</u> : c'est la quantité d'oxygène consommer par les matières organique.

c- Les mesures hebdomadaires :

Tableau 5 : Les mesures hebdomadaires

Analyses	Signification	Mode opératoire	Calcul de la valeur
	Exprime si l'eau à une réaction acide ou alcaline L'agressivité de l'eau.		Lecture de la valeur sur pH-mètre
pH de saturation		250 ml d'échantillon+ spatule de $CaCO_3$ agitation pendant 3h à 4h	
TH (titre hydrométrique)	Correspond à la dureté d'une eau, en relation avec la proportion de calcium et de magnésium	100ml d'échantillon+ 5ml de solution tampon TH+ 1 petite spatule de noir d'Eriochrome. on dose avec le EDTA jusqu'à l'apparition d'une coloration Bleue	TH=Tb*0.4 [méq/l] En °F: TH=TH[en méq/l] /5

TA : titre alcalimétrique	Proportion d'hydroxydes de carbonates ou hydrogéno-carbonates alcalins dans l'eau, avec le TH et le pH, ils déterminent le caractère entartrant ou agressif d'une eau	100ml d'échantillon+ 2 gouttes de phénolphtaléine on dose avec HCl 0.1N	Si pH <8.3 TA=0 Si pH >8.3 TA=Tb [méq/l]
TAC : titre alcalimétrique complet		100ml d'échantillon+ 2 gouttes de Na_2SO_3 +2 gouttes d'hélianthine dosage par HCl 0.1N jusqu'à l'apparition d'une coloration jaune-orange.	TAC= Tb [méq/l]

TAC d'équilibre TACs.		Filtration de l'échantillon servi à la mesure du PHs On prend 100ml + 2 gouttes d'hélianthine On dose par HCl N/10	TACs=Tb [méq/l]
Dosage des ions Ca^{2+}		100ml d'échantillon + 5ml NaOH+ spatule de calcon on dose par EDTA rose $\longrightarrow$ bleue	$[Ca^{2}+]$= Tb* 0.8 [méq/l]
Dosage des ions Mg^{2+}		Se calcule à partir de la concentration des Ca^{2+} : $[Mg^{2+}]$=[Tb(TH)-Tb(Ca^{2+})]*12*16*0.4 en [mg/l] [Mg^{2+} méq/l]=[Mg^{2+}mg/l]*valence/masse molaire de Mg	

Dosages des chlorures Cl^-		100ml d'échantillon+ 5 gouttes d'indicateurs pH acide nitrique N/3 jusqu'à l'apparition d'une couleur jaune foncée on dose avec nitrate mercurique N/10 jusqu'à l'apparition d'une couleur violet.	Teneur en chlorure de sodium=Tb*5805[mg/l] Teneur dans un litre d'eau=Tb*3505 [mg/l]

Analyse du manganèse : Mn

Suivant une procédure expérimentale décrite dans les tableaux qui suivent en déduire la présence de manganèse cette procédure dit KIT.

Système de travail / *Déroulement de travail*	Méthode de Kit
a)- Prise des échantillons (T=5- 25 °C)	20 ml dans les deux tubes
b)- Addition de Mn-1A, mélangé	8 gouttes dans le tube intérieur
c)- Addition de Mn-2A, mélangé	4 gouttes dans le tube intérieur
t1	Laisser repos 2 minutes
d)- Addition de Mn-3A, mélangé	4 gouttes dans le tube intérieur
t2	Laisser repos 5 minutes
e)- Mesure	Comparaison des couleurs

Tableau6 : Kit du manganèse

Analyse de fer : Fe

Tableau7 : Kit de Fer

Système de mesure / *Déroulement de travail*	Méthode par Kit
a)- Prise des échantillons	6 ml dans les deux tubes
b)- Addition de Fe-AN, mélanger	3 gouttes dans le tube de droite
T	3 minutes de temps de repos
d)- Mesure	Comparaison des couleurs

Analyse de nitrite : NO^{2-}

Système de travail / *Déroulement de travail*	Méthode de Kit
a)- Prélèvement de l'échantillon (15 – 40 °C)	5 ml dans les deux tubes
b)- Addition de Al-1A, dissoudre	1 micro cuillère (bouchon bleu) dans le tube intérieur
c)- Addition de Al-2A, mélangé	1 seringue (1.2 ml) dans le tube intérieur
d)- Addition de Al-3A, mélangé	4 gouttes dans le tube intérieur
Temps de repos	7 min
e)- Mesure	Comparaison des couleurs

Tableau8 : Kit de nitrite

3/- Analyses de traitements : La demande en chlore est la quantité de chlore ajouté à une eau pour la désinfecter. Ce chlore ne réagit pas lors des analyses de chlore résiduel libre ou total.

Concernant les échantillons d'eaux de lavage, nous nous sommes intéressés à étudier deux paramètres physico-chimiques sur l'eau du barrage :

- Demande en chlore (Break point).
- Jar test.

Demande en chlore :

Mode opératoire :

Titrage de l'eau de javel :

Dans un erlenmeyer de 250 ml, on introduit 1 ml de l'eau Javel, 10 ml d'acide acétique (9N) et 10 ml de KI (9N). L'iode formé est dosé avec le Na_2SO_3) thiosulfate de sodium (0.1N). La concentration en chlore, dans l'eau de javel, est donnée par l'équation :

$$C\ (g/l) = Tb * 3.55$$

Préparation la solution mère de chlore :

Une solution mère de l'eau de javel à 10 g/L est préparée en mélangeant 23.5 ml de l'échantillon concentré (12°C) dans 76.5 ml d'eau dessillée.

Préparation la solution fille de chlore :

Une solution fille d'eau de javel à 1g/L est obtenue par dilution de la solution mère.

Demande en chlore :

Dans des flacons de 250 ml contenant chacun 100 ml d'eau brute, on introduit des doses croissantes 0.5 ml, 1 ml, 1.5 ml, 2 ml et 2.5 ml des solutions respectivement suivantes 0.5 mg/l,1mg/l,1.5mg/l,2mg/l et 2.5mg/l préparées en diluant la solution fille de chlore 1 g/l.

Après préparation, les échantillons sont mis à l'obscurité pendant 30min. A l'aide du comparateur, on mesure le chlore résiduel.

Remarques : - La dose optimale est la dose pour laquelle les goûts sont minimes et la décoloration est complète.

- Les eaux pauvres en matières organiques ne présentent pas de Break point.

Jartest :

Il a pour objectif de détermination des doses optimales exactes des réactifs à injecter dans l'eau brute lors des étapes de traitement.

La méthode, qui reproduit à petite échelle l'ensemble des processus de la coagulation et de la floculation, est dite Jartest utilisé au laboratoire.

- Descriptif de l'installation :

- floculateur de laboratoire avec 6 agitateurs à hélice entraîné par un moteur électronique à vitesse variable au continue.
- Bécher pouvant contenir 1L d'eau à traiter
- Verrerie de laboratoire
- Papier filtre bande blanche

Fig 12 : Jartest

-Mode opératoire :

Avant de faire le Test Jartest, les mesures physico-chimiques suivant sont réalisées : Le pH, l'alcalinité (TA et TAC), la turbidité, les matières en suspension et la température de l'eau à traiter.

Cette étape permet d'avoir une idée sur les réactifs à employer et même d'évaluer l'efficacité des réactifs par comparaison avec les résultats obtenus après traitement.

Les expériences de Jartest sont conduites avec une prise d'échantillon de 1L. Les récipients sont placés dans le blanc de floculation. On injecte une quantité du chlore actif suivant la demande en chlore de l'eau brute déterminée par le Break-point. Après agitation rapide, les échantillons sont laissés au repos pendant 20 min.

Ensuite, les solutions sont agitées à une vitesse de 120tr/min et le polymère et le sulfate d'alumine sont successivement introduits en doses croissantes. Après une minute de réaction, le mélange est agité à une vitesse de 40 tr/mn pendant 20 minutes.

Le temps d'apparition de flocs est noté en fonction de l'analyse de leur aspect : lent (L), moyen (M) ou rapide (R). A la fin de la floculation, les solutions sont décantées pendant 30 minutes.

-Analyse d'eau décantée :
Sur une prise d'essai de 150 ml d'eau décanté, nous avons mesuré les paramètres physico-chimiques suivants : Turbidité- pH- Chlore résiduel.

-Analyse d'eau filtrée :
L'eau décantée est filtrée sur du papier filtre (wattman) et les analyses suivantes ont été menées : turbidité, TAC et les kits.

3-Analyses bactériologiques :

Le type d'analyses bactériologiques dépend de la nature de l'eau à analyser : souterraines ou superficielles. Le type de bactéries recherchées est le même pour les deux échantillons : coliformes (totaux, fécaux et streptocoques). Dans ce but, nous avons préparé des milieux de culture dont l'objectif est d'assurer une bonne méthodologie de préparation du milieu de culture à partir des milieux nutritifs secs pour les analyses bactériologiques des échantillons d'eaux.

Pour cela, nous avons utilisé la méthode : de la membrane filtrante.

Méthode de la membrane filtrante (M.F) :

Fig 13 : Filtration sous-vide

-Analyse des eaux traitées :

Cette analyse a pour but de rechercher et de dénombrer les germes totaux, Coliformes Fécaux et Streptocoques Fécaux contenus dans une eau traitée de type : (réservoir et réseau de distribution).

-Recherche et dénombrement des coliformes et des streptocoques fécaux :

La technique utilisée dans ce genre d'analyse nécessite un milieu stérilisé. Etant fixée avec un pinceau stérilisé, on fait passer 100 ml d'eau à travers la membrane à l'aide d'une pompe à vide. Celle-ci est ensuite placée sur le milieu de culture Tergitol 7 au TTC /SLANETZ (TTC) en veillent à ce qu'aucune bulle ne s'interpose entre la membrane et le milieu de culture. La date et la température d'incubation sont notées.

-Incubation :

Une boite de pétrie (Tergitol 7 TTC) est incubée en position inversée dans l'étuve réglée à (44°C±1) °C pendant 24h et 48h (deux lectures) pour la rechercher des coliformes fécaux. Une seconde boite de pétrie (Tergitol 7 TTC) est également incubée en position inversée dans l'étuve réglée à (37±1) °C pendant 24h et 48h (deux lectures) pour la recherche des coliformes totaux. Alors que la troisième boite de pétrie (SLANETZ TTC) est incubée en position inversée dans l'étuve réglée à (37±1) °C pendant 48h (une seule lecture) pour la recherche des streptocoques fécaux.

-Résultats :

Dans le cas où il y a l'apparition de couleur jaune, halo jaune ou des colonies de couleur rouge, marron ou rose, le résultat est dit positif.

Le nombre est exprimé par 100 ml d'échantillon.

Recherche et dénombrement des germes totaux :

Fig. 14 : Colony counter

Identifications des germes revivifiables a 22°C ou a 32°C

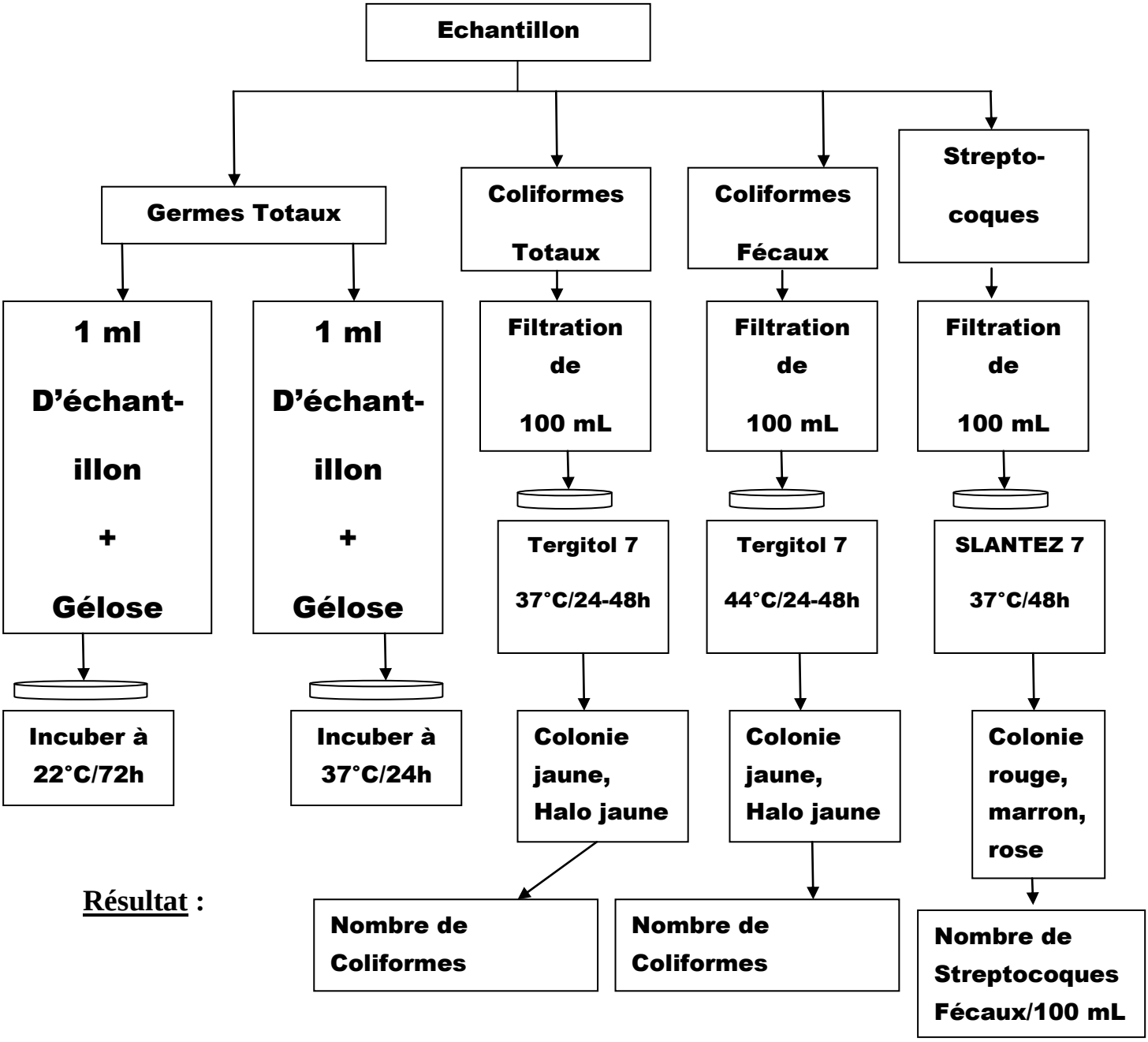
Dans des boites de pétrie de 9 cm de diamètre dont deux contiennent chacune 1 ml d'échantillon, on fait couler la gélose nutritive préalablement fondue. Une agitation douce est faite pour assurer un

mélange homogène de l'eau et de la gélose. Les solutions sont ensuite lentement refroidies. Une incubation est réalisée à 22°C pendant 72h alors qu'une autre est faite à 37°C pendant 24h.

Les colonies sont comptées sur un appareil de comptage et les résultats sont exprimés pour 1 ml d'eau.

-Résultats :

L'apparition de couleur jaune, halo jaune ou de couleur rouge, marron ou rose est le signe d'un test dit positif.



III- *RESULTATS DES ANALYSES DES EAUX SOUTERRAINES ET EAUX SUPERFICIELLES :*

- Eaux souterraines

L'analyse physico-chimique des différents échantillons d'eaux souterraines a conduit aux données expérimentales rassemblées dans les tableaux suivants :

Paramètres	*Source BOUFAKRANE*	*Source SMIAA*	*Puits EL MASSIRA*	*Puits ZERARDA*	*Source AIN RHA*	*Source ZAWIYA*
Température (°C)	**25,6**	**15,2**	**18,9**	**22,4**	**21,2**	**17,2**
pH	**7,17**	**7,29**	**7,38**	**7,19**	**7,43**	**7,32**
Conductivité (µs/cm)	**528**	**485**	**530**	**528**	**546**	**714**
Turbidité (NTU)	**0,46**	**0,27**	**0,74**	**0,803**	**0,55**	**0,36**
oxygène dissout (mg/l)	**6,97**	**7,52**	**6,36**	**7,47**	**7,08**	**7,9**
TA (méq/l)	**PH < 8.3 par convention TA est nulle**					

TAC (méq/l)	**6,3**	**6,8**	**7,2**	**7,2**	**11,76**	**4,6**
TH (méq/l)	**12**	**8,24**	**9,5**	**8,4**	**14**	**16**
Fer (mg/l)	**<0.2**					
Mn (mg/l)	**<0.2**					
Ca^{2+} (méq/l)	**7,6**	**7,4**	**7,88**	**5,88**	**9,25**	**10,21**
$NO_2^{-(}$mg/l)	**<0.2**					
Mg^{2+} (méq/l)	**4,4**	**0,84**	**1,72**	**2,52**	**4,75**	**5,79**

Tableau 9 : Résultats des analyses physico-chimiques de l'eau souterraine

-Eaux superficielles :

Les analyses physico-chimiques, dosage des métaux et analyses organoleptiques on été menées sur des échantillons d'eaux de surface et les principaux résultats expérimentaux sont résumés dans le tableau qui suite :

EAU BRUTE	
Aluminium mg /l	0.00
Analyses bactériologiques CL/100ml	51
EAU DEBOURBEE	
pH	7.15
Turbidité NTU	26.97
EAU DECANTEE	
pH	7.15
Cl_2 résiduel mg/l	1
Turbidité NTU	7.15
EAU FILTRE	
Cl_2 résiduel mg/l	0.71
Turbidité NTU	0.47
EAU TRAITEE	
Température 0C	11
Odeur	0
Saveur	0
Couleur mg/pt/l	0
pH	7.01
Conductivité µS/cm	95
Turbidité	0.45
Cl_2 résiduel mg/l	0.6
Aluminium mg/l	0
Fer mg/l	0
manganèse mg/l	0
Dureté méq/l	2.8
Oxygène dissouts mg/l	7.69
TAC méq/l	47.8
TA méq/l	0
Ca^{2+} méq/l	1.6
Mg^{2+} méq/l	1.2

Tableau10 : Résultats des analyses physico-chimiques de l'eau superficielles (Barrage Bab Louta)

DISCUSION :

Les résultats obtenus, sur les échantillons prélevés sur la région de Taza et analysés au laboratoire, sont dans un premier temps comparés aux valeurs des normes de qualité des eaux souterraines et après on va les comparer avec les eaux superficielles du barrage Bab Louta.

D'après les valeurs mesurées des analyses physico-chimique des différents échantillons d'eaux souterraines, (**Puit EL MASSIRA, Puit ZERARDA, Source RHA, Source BOUFAKRANE, Source SMIAA, Source ZAWIYA**) et leurs comparaison avec les normes marocaine des eaux potable,

On a :

- pH : le potentiel d'hydrogène varié entre 7.17 et 7.43 donc et il est dans les normes Marocaine (6.5<pH<8.5)
- Conductivité : varié entre 528 et 714 µs/cm elle est dans les normes (400<C<1300µs/cm)
- Turbidité : varier de 0.25 jusqu'à 0.80 NTU elle est dans les normes (<1 NTU)
- L'oxygène dissouts : varier entre 6.36 et 7.90 mg/l il est dans les normes ($5<O_2<8$ mg/l)
- TA : nulle car le pH et inférieur a 8.3
- TAC : varié entre 4.6 et 11.76 méq/l il est dans les normes
- TH : varié entre 8.24 et 16 méq/l il est dans les normes (2<TH<6 méq/l)
- Les kits de Fer, nitrite, manganèse sont presque nulle
- Ca^{2+} : varié entre 5.88 et 10.21 méq/l il n'a pas de norme précise
- Mg^{2+} : varié entre 0.84 et 5.79 méq/l il est dans les normes (< 8.33 méq/l)

Alors en constate que ces eaux sont généralement d'excellente qualité. Les eaux sont aptes à satisfaire les usages les plus exigeants.

En comparant les données physico-chimiques des eaux souterraines obtenues expérimentalement (Tableau 11) aux données physico-chimiques des eaux superficielles traitée (tableau 12) du Barrage Bab Louta, on constate que la plus part des paramètres (pH, MES, Turbidité, TA, TAC, oxygène dissouts, Fer, Mn , NO_2^-) ont presque les mêmes valeurs sauf que pour la conductivité qui présente des valeurs élevées chez les eaux souterrains (528 jusqu'à 714µs/cm) que celle des eaux superficielles (95µs/cm) ce qui signifie que les eaux souterraines sont plus minéralisées et riches en sels minéraux et pour le titre hydrotimétrique (TH) aussi il présente des valeurs élevées pour les eaux souterraines (8.24 jusqu'a 16 méq/l) par rapports aux eaux

superficielles (2.8 méq/l) qui donne une dureté a l'eaux souterraines mais un eau dure n'a pas des effets négative sur la santé humaine mais il nécessite l'emplois de beaucoup de savon pour obtenir la mousse.

Demande en chlore expérimentalement :

2,5	***2***	***1,5***	***1***	***0,5***	**Chlore injecté (mg/l)**
1	***0,3***	***0,6***	***0,4***	***0***	**Chlore résiduel (mg/l)**

Tableau 11 : Variation de la quantité de chlore résiduel en fonction de la quantité de chlore injecté

Détermination du Break point

La courbe d'évolution de la concentration en chlore résiduel en fonction de la concentration en chlore injecté permet de localiser le Break -Point. A partir de cette courbe ci-dessous, on constate que le chlore injecté réagit avec l'azote ammoniacal, ce qui produit des monochloroamine et ceci jusqu'à une valeur de chlore résiduel de 0.5 mg/l. A partir de cette teneur, les composés d'addition commencent à détruire pour une dose active introduite. La courbe montre également une valeur minimum en point de couple (2;0,3) mg/l appelé break point. Ce point correspond à la valeur optimale de la quantité de chlore nécessaire à la désinfection. Au delà du break point, le chlore ajouté est libre, donc très efficace pour la désinfection de l'eau.

Fig 15 : Demande en chlore

Jar test expérimentalement :

Observation pendant le déroulement du processus	1	2	3	4	5	6
Première estimation de la vitesse de sédimentation	L	M	M	R	R	R
Observation après décantation						
pH	7 .7	7.67	7.6	7.52	7.44	-
Turbidité(N.T.U)	1.28	1.98	0.46	0.40	0.40	-
Matière en suspension	0	0	0	0	0	0
Chlore résiduel	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
Observation après filtration						
Turbidité(N.T.U)	0.38	0.72	0.15	0.22	0.16	-
T.A.C en méq/l	2.4	2.5	2	2.1	2	-

Tableau 12 : Bulletin de saisie essai de floculation

V- *CONCLUSION :*

Au cours de notre stage à la station de traitement de bab louta on a effectué des différents analyses physico-chimiques journalières et hebdomadaires et bactériologiques sur les eau souterraines de la région et les eaux superficielles de barrage ces analyses sont pH, T, Conductivité, Turbidité, Oxygène dissouts Et nous permet de montrer que pendant la période 15/04/2013 jusqu'à 30/5/2013 la qualité des eaux souterraines et des eaux superficielles analysée était de bonne et ne présente aucun effet négative sur la santé humain et les écosystèmes de la région.

VI – *ANNEXES :*

Paramètre	Unités	VMR	VMA	VmR
		Facteurs Organoleptique		
Odeur	Seuil de perception à 25 °C	0	2	
Saveur	Seuil de perception à 25 °C	0	2	
Couleur réelle	Unité Pt mg/l	5	20	
Turbidité	Unité de turbidité néphélométrique NTU	1	5	
		facteurs Physico-chimiques		
Potentiel hydrogène	Unité pH	6.5<pH<8.5	9.2	6.0
Conductivité	µs/cm à 20°C	1300	2700	110
Minéralisation Totale	Résidu sec à 105°C mg/l	1000	2000	100
Dureté Totale	Milliéquivalent par litre (méq/l)	6		2
Magnésium	Mg : mg/l	100		
Aluminium	Al : mg/l	0.05		
Ammonium	NH_4 : mg/l	0.05	0.5	

Nitrites	**NO_2^- : mg/l**		**0.1**	
Nitrates	**NO_3^- : mg/l**		**50**	
Chlorures	**Cl^- : mg/l**	**300**	**750**	
Oxygène	**O_2 : mg/l**	**5<O2<8**		
Sulfate	**SO_4 : mg/l**	**200**		

Tableau 13 : Grille de la qualité des eaux souterraines

Abréviations :

VMA : Valeur maximale admissible

VMR : Valeur maximale recommandée

VMR : Valeur minimale requise

		Classe de	**Qualité**		
Paramètres	**Excellente**	**Bonne**	**Moyenne**	**Mauvaise**	**Trés mauvaise**
Conductivité (us/cm)	**<400**	**400-1300**	**1300-2700**	**2700-3000**	**>3000**
Chlorures (mg/l)	**<200**	**200-400**	**300-750**	**750-1000**	**>1000**
Nitrates (mg/l)	**<5**	**5-25**	**25-50**	**50-100**	**>100**
Ammonium (mg/l)	**<=0.1**	**0.1-0.5**	**0.5-2**	**2-8**	**>8**
Matières organiques (mg/l)	**<3**	**3-5**	**5-8**	**>8**	**-**
Coliformes fécaux (mg/l)	**<=20**	**20-2000**	**2000-20 000**	**>20 000**	**-**

Grille de qualité des eaux souterraines :

VII- *REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :*

1- ABDELHADI LHASSANI ; 2013 cours de traitement des eaux.

2-HASLAY ; 1993 ; cours microbiologie de l'eau.

3-MOUNA ELLIOUA ; 2010 ; mémoire de fin d'étude pour l'obtention du Master spécialise en Mangement et ingénierie des services d'eau et d'assainissement. FST Marrakech.

4- ONEP ; janvier 1990 ; Normes marocain relative aux eaux d'alimentation humaine.

5- ONEP ; 2007 ; clarification de l'eau de Bab Louta. Rapport de la station

6- petite Larousse de la médicine/Eau.

7-ZAROUQI YOUSSEF ; 2013 ; ingénieur et Directeur de développent forestier de Tahla communication orale.

Résumé

Le maintien de la qualité des eaux potables de la sortie de la station de traitement Bab louta jusqu'au robinet du consommateur est une préoccupation majeure des responsables de la distribution des eaux de consommation. Du point de vue biologique, ce maintien est garanti Par la présence d'un taux de chlore suffisant pour inhiber la croissance bactérienne dans l'eau potable au cours de son séjour dans le réseau.

Dans ce cadre le présent travail consiste à étudier l'évolution de la qualité Physico-chimique et de la concentration de l'eau en chlore résiduel dans le réseau de Taza, pour cette fin, on a procédé à faire des analyses physico-chimiques, dans un nombre de point d'échantillonnage des eaux souterraines et superficielles, pour représenter la totalité du réseau. L'analyse statistique des résultats des mesures du des eaux, durant la période 15/04/2013-10/06/2013, a permis l'étude de l'évolution Spatiale et journalière de cet eau.

L'étude a fait preuve de la bonne qualité de l'eau dans la région de Taza distribuée par le Réseau de l'O.N.E.P,