



République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université de Blida 1

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Biologie et physiologie cellulaire



# Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention du Diplôme de Master

Spécialité : Ecosystème et environnement

Option : Restauration des milieux aquatiques continentaux

## THEME

**Etude physico-chimique et bactériologique d'eau de forages destinées l'alimentation dans la région de Tipaza**

**Présenté par :**

Aissani Sabrina

Soutenu le : 28/06/2016

Devant le jury composé de

- |                                  |                   |              |
|----------------------------------|-------------------|--------------|
| ➤ Mr R. Mohamed Said             | M.C.B à l'U.S.D.B | Président    |
| ➤ M <sup>eme</sup> Belmeskine. H | M.C.B à l'U.S.D.B | Examinatrice |
| ➤ M <sup>eme</sup> khettar Sihem | M.A.A à l'U.S.D.B | Promotrice   |

# *Remerciements*

Avant tout, je remercie Allah tout puissant qu'il m'a guidé tout au long de ma vie, qu'il m'a donné le courage et la patience pour passer tous les moments difficiles, qu'il m'a permis d'achever ce travail et de pouvoir le mettre entre vos mains aujourd'hui.

Un travail de recherche, nécessite le concours d'un certain nombre de personnes. Ce mémoire est aujourd'hui l'occasion de remercier toutes les personnes qui ont collaboré à ce travail.

Je tiens à exprimer mes sincères remerciements ainsi que ma grande reconnaissance tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce projet de fin d'études et leur exprimer ma gratitude pour l'intérêt et le soutien qu'ils m'ont généreusement accordé, en particulier tous les enseignants de département science de la nature et de la vie.

Mes remerciements s'adressent à mes encadrants : Mme khadem Houda , Mme khettar Sihem pour avoir dirigé mon projet de fin d'étude, la confiance et le soutien qu'elles m'ont accordés , m'ont permis de mener à bien ce travail .

Aux membres du jury qui ont daigné laisser leurs multiples occupations pour se donner la peine d'examiner ce travail, nous leur sommes infiniment reconnaissants , leurs critiques et suggestions contribueront certainement à rehausser la valeur scientifique de ce travail.

Il est également de mon devoir de remercier et d'exprimer ma reconnaissance aux cadres de l'ADE , laboratoire SEAAL pour l'aide qu'ils m'ont accordé en particulier :  
Mmes : zoubida , Hayet, Salima, Fadhila.  
Messieurs : Aïd, Abdessalem, Tour, Madani, Ghodbane, Brahmi et Benrahla.

Je remercie aussi tous les habitants de la région de Bou Ismail d'avoir accepté avec gentillesse de faire les prélèvements.

Enfin, j'exprime ma profonde reconnaissance à tous qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

## Résumé

L'étude qui a duré 4mois s'est intéressée au contrôle de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux se forages destinées après chloration a l'alimentation de la région de Bou Ismail.

Plusieurs échantillons ont été prélevés et analysés au niveau de laboratoire de SEAL de la wilaya de Tipaza.

Après analyses, on constate que :

Les résultats physico-chimiques obtenus sont conformes aux normes requises par l'OMS sauf pour certains paramètres ou les valeurs ont dépassé les normes tel que la conductivité , les chlorures, le TH, les sulfates et la matière organique pour les eaux de forages et le réservoir principal ainsi que les chlorures , le TH et les sulfates pour les eaux potables destinées a la consommation.

Les résultats bactériologiques ont révélé la présence de bactéries ( germes totaux, coliformes fécaux , streptocoques fécaux) et l'absence totale des *clostridium* dans l'ensemble des forages et du réservoir. Toutefois une présence de coliformes fécaux est notée dans les eaux potables quand aux autres germes comme les germes totaux , les streptocoques fécaux et les *clostridium* sont absents.

Mots clés : forage, réservoir , eau potable, qualité physico-chimique , qualité bactériologique, Bou Ismail.

## Summary

The study which was long for 4 months is interested in the physicochemical and bactériological quality control of the water of drilling intended after chlorination for the water of the area of Bou Ismail .

Many samples were taken and analyzed on the level of the laboratory of SEAAL of Tipaza.

After analysis, we note that : the physicochemical results obtained are in conformity with the standards required by WHO safe for certain parameters. But , few values exceeded the standards such as conductivity, chlorides, TH, sulfates and the organic matter for water of drillings and the principal tank as well as chlorides, th and sulfates for drinking water intended for consumption.

The bacteriological results revealed the presence of bacteria ( total germs, coliformes fecal and streptocoque fecal) and absence of *clostridium* in the whole of drillings and the tank. However a presence of fecal coliformes is noted in drinking water. Other germs like the total germs, the streptocoques fecal and *clostridium* are absent.

Key word : drillings, tank, driking water , physicochemical quality , bacteriological quality , Bou Ismail.

## ملخص

الدراسة التي دامت مدة 4 اشهر اهتمت بمراقبة النوعية الفيزيوكيميائية و الجرثومية لمياه الحفر الموزعة بعد المعالجة بالكور في مدينة بوسماعيل.

العديد من العينات اخذت و حللت في مختبر سيال لولاية تيبازة .

بعد التحليل . وجدنا ما يلي

النتائج الفيزيوكيميائية التي تم الحصول عليها تتناسق مع المعايير المطلوبة من قبل منظمة الصحة العالمية . باستثناء بعض المعلمات حيث القيم تجاوزت المعايير. مثل المادة العضوية .الكبريتات .الكلوريد . الموصلية لحفر المياه و الخزان الرئيسي كذلك . اما بالنسبة للمياه الصالحة للشرب فنلاحظ تجاوز القيم ذاتها في مختلف العينات الماخوذة على مستوى المنطقة.

اما بالنسبة للتحاليل الجرثومية فالنتائج اظهرت وجود البكتيريا .الجرثومة الكلية .القولونية البرازية . المكور العقدي في مجموع مياه الحفر و الخزان و الغياب التام اكلوستريديوم . بالمقارنة نلاحظ عدم وجود هذه البكتيريا في مياه الشرب .

مفتاح الكلمات .. الحفر . الخزان . مياه الشرب . النوعية الفيزيوكيميائية .النوعية الجرثومية بوسماعيل

## Liste des Abréviations

**Alc** : Alcalinité

**ASR** : Anaérobies Sulfito-Reductrices

**BGN** : Bactéries Gram Négatif

**BGP** : Bactéries Gram Positif

**C** : Consommateur

**Coli.Totaux** : Coliformes totaux

**Coli.Fecaux** : Coliformes fécaux

**DPD** : diethyl-p-phénylène diamine

**E.D.T.A** : Acide Ethylène Diamine Tétracétique

**F** : Forage

**MES** :Matières en Suspension

**O.M.S** : Organisation Mondiale de la Santé

**P** : Prélèvement

**RSV** : Reservoir

**TH** : Titre Hydrométrique

**UCV** : Unité de Couleur Vraie

**UTN** : Unité Nephelométrique de Turbidité

## *Liste des tableaux*

Tableau N°I : Caractéristiques des forages .....	page 12
Tableau N°II : différentes analyses effectuées.....	page 13
Tableau N°III : Résultat de sondage sur les caractéristiques organoleptiques de l'eau de consommation	page 29
Tableau N°IV : Variation de quantité de fer dans les forages et le réservoir.....	page 35
Tableau N°V : Variation de quantité de manganèse dans les forages et le réservoir .....	page 35
Tableau N°VI : Variation de quantité de fer chez le consommateur .....	page 40
Tableau N°VII : Variation de quantité de manganèse chez le consommateur .....	page 41
Tableau N°VIII : Les normes de la qualité physico-chimique de l'eau de consommation .....	Annex I
Tableau N°IX : Les normes des facteurs bactériologiques .....	Annex I
Tableau N°X : les matériels utilisés.....	Annex I
Tableau N°XI : Résultat test chlore .....	Annex II
Tableau N°XII : résultats des analyses physico-chimiques.....	Annex II
Tableau N°XIII : Résultat des analyses bactériologiques.....	Annex II

## Listes des Figures

Figure 1	Situation géographique de Bou Ismail	11
Figure 2	Résultats de sondage	28
Figure 3	Différents utilisation de l'eau	28
Figure 4	Effets indésirables ressentis chez les consommateurs	29
Figure 5	Présence/absence de chlore résiduel dans l'eau de consommation	29
Figure 6	Variation du pH dans les forages et le réservoir	30
Figure 7	Variation de Température dans les forages et le réservoir	31
Figure 8	Variation de Turbidité dans les forages et le réservoir	31
Figure9	Variation de conductivité dans les forages et le réservoir	32
Figure10	Variation de chlorure dans les forages et le réservoir	32
Figure 11	Variation de TH dans les forages et le réservoir	33
Figure 12	Variation d'alcalinité dans les forages et le réservoir	33
Figure 13	Variation de sulfates dans les forages et le réservoir	34
Figure 14	Variation de nitrates dans les forages et le réservoir	34
Figure 15	Variation de matière organique dans les forages et le réservoir	36
Figure 16	Variation du pH dans les eaux de consommation	36
Figure 17	Variation de Température dans les eaux de consommation	37
Figure 18	Variation de Turbidité dans les eaux de consommation	37
Figure 19	Variation de conductivité dans les eaux de consommation	37
Figure20	Variation de chlorure dans les eaux de consommation	38
Figure 21	Variation de TH dans les eaux de consommation	38
Figure 23	Variation de sulfate dans les eaux de consommation	39
Figure 24	Variation de nitrate dans les eaux de consommation	40
Figure 25	Variation de matière organique dans les eaux de consommation	41
Figure 26	Evaluation des germes a 37°C dans les forages et le réservoir	42
Figure 27	Evaluation des Coliformes fécaux dans les forages et le réservoir	42
Figure 28	Evaluation des Streptocoques dans les forages et le réservoir	43
Figure 29	Evaluation des germes a 37°C dans les eaux de consommation	43
Figure 30	Evaluation des Coliformes fécaux dans les eaux de consommation	44



## Sommaire

Introduction Générale.....	01
----------------------------	----

### *Chapitre I : Généralité sur l'eau*

I-1- différentes origine de l'eau.....	03
I.2- cycle de l'eau.....	03
I-3- mode d'utilisation de l'eau.....	04
I-4 –eau souterraine.....	05
I-5- pollution des eaux.....	06
I-6-.traitement des eaux .....	07
I-7- critaires de la qualité des eaux. ....	08
I-8-Maladies a transmission hydrique.....	10

### *Chapitre II : Matériels et Méthodes*

II-1- description de la zone d'études.....	11
II-2-caractérisation des forages .....	12
II-3- Sondage .....	13
II-4- Matériels de prélèvement.....	14
II-5- test de chlore résiduel .....	15
II-6- analyse physicochimique .....	16
II-7- analyse bactériologique .....	24

### ***Chapitre III : Résultats et discussion***

III-1- Résultat de sondage .....	28
III-2- Test de chlore résiduel.....	29
III-3- Analyse physico-chimiques des eaux de forages et de reservoir .....	30
III-4 –Analyse physico-chimiques des eaux de consommation .....	36
III-4Analyses bactériologique des eaux de forage et de réservoir .....	42
III-4 Analyse bactériologiques des eaux distribuée.....	44
III-5- Discussion générale .....	45

Conclusion Générale.....	49
--------------------------	----

Référence bibliographique

Annexes

.  
.

L'eau est un élément indispensable à toute forme de vie. C'est le principal composant de la matière vivante (**Bouziari,2000**).

L'eau entre pour 60 à 90% en poids dans la constitution des animaux et végétaux, en effet, l'homme a besoin de 25 à 50g d'eau par kilogramme de son poids pour vivre dans les conditions normales, c'est-à-dire pour un adulte de 2 à 3 litres par jour.

Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), 30.000 personnes par jour environ (approvisionnement 10 millions par an) meurent en raison de l'insuffisance ou de la mauvaise qualité en approvisionnement en eau potable (**OMS,1997**).

La qualité d'une eau est définie par des paramètres physiques, chimiques et biologiques, mais également par son usage. Ainsi, une eau impropre à la consommation peut être adaptée à l'irrigation ou à la pisciculture (**Bouziari,2000**).

La question de la qualité de l'eau au sein des programmes humanitaires se pose essentiellement en termes de consommation humaine et d'irrigation. Lors des précipitations l'eau ruisselle ou s'infiltre et se charge en composants des sols et des roches mères. Ainsi elle peut acquérir des sels minéraux en grande quantité ( $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Mn^{+}$ , fer, sulfate ...) avec d'autres éléments liés à l'activité de l'homme (matière organique, nitrates, pesticides, micro-organismes). L'eau contient des substances ou des micro-organismes qui par leur nature et leur concentration peuvent être indispensables, acceptables, indésirables, voire toxiques ou dangereuses (**OMS,2010**).

L'eau prélevée dans le milieu naturel n'est généralement pas utilisable directement pour la consommation humaine. Elle doit subir des traitements pour pouvoir être consommée sans danger par la population, ou pour des usages spécifiques, industriels ou pour limiter l'impact de la pollution dans le milieu naturel pouvant causer des maladies d'origine hydriques qui représentent un taux de mortalité élevé en Afrique, soit 80% (**Igor 1983**).

Aujourd'hui, le contrôle et l'amélioration de la qualité de l'eau sont une préoccupation permanente pour la protection de l'environnement et la santé des consommateurs. De ce fait, l'eau potable doit être nécessairement analysée, surveillée et l'évaluation de sa qualité repose sur les paramètres physico-chimiques et bactériologique (**OMS,2010**).

Nous savons que les eaux souterraines sont une source essentielle et vitale pour tous les citoyens de la ville de Bou Ismail . elles sont leur source prioritaire en eau potable et ménagère , agricole et industrielle , et assurent tous leurs besoins quotidiens en eau. Après avoir exposé la problématique du sujet , les objectifs sont comme suit :

L'évaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de forages da la région de Bou Ismail.

L'étude de l'efficacité de la désinfection des eaux de forages par chloration dans le traitement de ces eaux.

Et enfin, l'évaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux destinées a l'alimentation dans la région de Bou Ismail.

L'eau constitue un élément vital, pour le développement et le maintien de la vie sur notre planète, pour cela il faut préserver et assurer la persistance continue de l'eau, non seulement pour fournir à l'homme une quantité de cette eau ; mais aussi pour l'équilibre de l'écosystème.

Les eaux des milieux aquatiques naturels ou artificiels, eau de surface ou eaux souterraines, l'apparence ou simplement le goût de l'eau ne suffit pas à établir sa potabilité.

## **I-Différentes origines de l'eau**

**a – Les eaux de pluie :** les eaux de pluie peuvent être collectées à partir des toitures des maisons dans des récipients ou dans des impluviums. A l'origine ces eaux sont pures sur le plan microbiologique, mais sur le plan chimique, il leur manque souvent certains éléments indispensables à la santé comme le sodium, magnésium, manganèse, fer, iode (**Christen.2006**).

**b – Les eaux de surface :** composées d'eaux de mer, de fleuve, de rivière, de marigot, ces eaux couvrent la terre . La terre « planète bleue » en raison de la présence d'eau , 97.5% de celle ci consiste toutefois en eau salée dont l'essentielle est dans les océans et 2,5% seulement en eau douce(**AMH journée mondiale de l'eau 2003**). Grossies par les eaux de ruissellement elles reçoivent toutes sortes de déchets contenant des germes nuisibles pour la santé.

**c – Les eaux souterraines :** formées par les eaux d'infiltrations, les eaux souterraines sont exemptes de pollution. Cependant elles peuvent, d'une part être contaminées par la technique de puisage, la proximité des latrines ou d'autres sources de pollution, le manque de protection d'autre part, elles peuvent être chargées par les éléments ; eaux saumâtres, (NaCl) . aussi par eau dure (Ca++) ; eau ferrugineuse (Fe++) (**Christen.2006**).

## **II-Cycle de l'eau**

L'eau, élément sous trois formes (liquide, l'état gazeux et solide), parcourt un cycle éternel.

L'évaporation lente est incessante des fleuves, des lacs et des mers provoque la formation dans la haute atmosphère, de nuages qui par condensation se transforment en pluie. Une fraction des eaux de pluie ruisselle à la surface du sol et va grossir les cours d'eau et les lacs, d'où elle est sujette d'une part à l'évaporation d'autre part à l'infiltration à travers le sol. Une partie des eaux d'infiltration est reprise par la végétation qu'elle alimente avant d'être rejetée dans l'atmosphère c'est l'évapotranspiration. L'autre partie s'accumule dans le sous sol pour former des nappes souterraines qui, à leur tour peuvent former des sources émergentes à la surface du sol (**Cardot,2002**).

### **III-Mode d'utilisation de l'eau**

L'eau est une nécessité de base pour toutes les espèces vivantes. Son importance s'est considérablement accrue avec l'augmentation des besoins alimentaires. Depuis l'antiquité, l'homme s'est concentré autour des rivières, des lacs et des réservoirs d'eau souterraine pour couvrir ses besoins hydriques afin de répondre à ses besoins domestiques, agricoles et industriels (Cardot,2002).

#### **- Usage domestique**

Au cours des dernières années, dans les pays industrialisés, chaque personne consomme environ 320 litres d'eau par jour : (en Amérique du Nord : 400 litres / personne / jour environ et en Europe : 200 litres environ) .

Dans les pays en voie de développement, chaque personne utilise en moyenne 70 litres d'eau par jour. Ainsi que dans de nombreux pays sous-sahariens, le taux moyen par habitant est trop bas ( 10 à 20 litres / personne / jour).

#### **- Les besoins de l'irrigation et l'élevage**

L'agriculture et l'élevage sont de grands consommateurs d'eau douce. Ils ont un droit inaliénable sur l'eau car ils fournissent à l'homme ses aliments nutritionnels de survie : fruits, légumes, produits laitiers. Ils ont ainsi besoin de 1500 litres d'eau pour produire un kilogramme de blé et de seulement 400 litres pour un kilogramme de maïs. Ainsi, l'agriculture progresse grâce à l'irrigation qui utilise environ 70% de l'eau douce disponible sur terre (Gaujous,1995).

L'élaboration des produits animaux est fortement consommatrice d'eau. Roche et Zimmez (2006) rappellent ainsi qu'il faut 13m<sup>3</sup> d'eau pour produire 1 Kg de bœuf et 0,8 d'eau pour produire un litre de lait et estiment que près des deux tiers de cette eau sert au nettoyage des installations d'élevage et que moins d'un tiers est effectivement utilisé pour l'alimentation .

#### **-Usage industriel**

L'industrie utilise de grandes quantités d'eau, mais la majeure partie de celle-ci est recyclée dans le système hydrologique. Le principal problème réside dans le fait que cette eau retourne à la nature polluée, chargée de déchets, de produits chimiques et métaux lourds. Plus de 85% de l'eau consommée au total par l'industrie sont retournées à la nature sous forme d'eaux usées .

## **IV- l'eau potable**

Une eau est dite potable quand elle satisfait à un certain nombre de caractéristiques la rendant propre à la consommation humaine. Elle doit répondre à des normes établies soit au niveau national, ou international. C'est une eau qui ne doit pas porter atteinte à la santé humaine. La définition de ces eaux destinées à la consommation humaine est fournie par la Directive 98/83 du 3 novembre 1998, traduite en droit français dans le Code de la Santé publique.

### **IV-1- Eau souterraine**

Les eaux souterraines constituent une provision d'eau potable inestimable pour l'humanité. Dans plusieurs régions, c'est pratiquement la seule source d'approvisionnement. Leur pollution est le risque permanent de limitation des ressources hydriques dans un proche avenir. Fait que, une bonne gestion de la qualité des eaux souterraines paraît nécessaire pour conserver ces ressources (**Cardot,2002**).

Une nappe est une étendue d'eau en sous sol. Il y a formation d'une nappe lorsque l'eau, en s'infiltrant rencontre une couche de sol imperméable .

#### **IV-1-1-Les nappes souterraine**

##### **+ Nappe active (ou nappe libre)**

C'est une nappe due à la succession d'une couche imperméable surmontée d'une roche magasin . L'ensemble du dispositif peut être affecté d'une pente plus ou moins forte.

La nappe est alimentée directement par l'infiltration des eaux de ruissellement. Le niveau de cette nappe fluctue en fonction de la quantité d'eau retenue (**Cardot,2002**).

##### **+ Nappe captive**

Ce type de nappe est dû à l'enfoncement d'une roche magasin par suite de la pente des couches géologiques L'eau est enfuie dans le sol depuis un certain nombre d'années. Ces nappes sont exploitées par des forages profonds jusque 600 à 1000 m.

##### **+ Nappe alluviale**

Les plaines alluvionnaires sont souvent formées de matériaux détritiques, c'est-à-dire de débris, très poreux et gorgés d'eau. Il y a la une réserve importante à exploiter et qui est presque toujours entretenue par le débris des rivières ainsi que par les précipitations et éventuellement la nappe des côtes. Au voisinage de la mer, la nappe peut recevoir de l'eau salée (**Gaujous,1995**).

##### **+ Nappe phréatique :**

Lorsque le fond imperméable est pratiquement horizontal et peut profond, il existe une nappe dite phréatique dans laquelle on peut creuser des puits.

## **V-2-Pollution des eaux souterraines**

Une pollution par conséquent est un facteur physique, chimique ou biologique issu de l'activité humaine et provoquent sous une intensité ou une concentration anormales, une altération de la qualité de l'eau naturelle.

L'eau souterraine est considérée comme polluée, lorsqu'elle contient des substances autre que celle liées a la structure naturelle des terrains ou elle a séjournée et, en particulier, lorsque les concentrations des constituants dissous ou en suspension dépassent les concentrations maximales admissibles fixées par les standards nationaux ou internationaux (**Gaujous,1995**).

### **V-2-1-l'origine de pollution**

- **Urbaine** : eaux usées domestiques, eaux pluviales, eaux d'infiltrations les dépôts d'ordures, etc.
- **Industrielles** : eaux usées, eaux d'infiltration sous les stockages de déchets industriels, liquides dangereux, tels que hydrocarbures et solvants, eaux des bassins de lagunages.
- **Agricole** : (eau d'infiltration de drainages et épandages d'engrais, et de produits phytosanitaires).

### **V-2-2- Elements indicateurs de pollution**

Les éléments qui peuvent indiquer une pollution sont : les nitrates, l'ammoniac et les chlorures, selon leur provenance :

- $\text{Cl}^-$  les teneurs en chlorures des eaux sont extrêmement variées et liées principalement à la nature des terrains traversés. en zone côtière par des infiltrations d'eau de mer dans les nappes, en particulier lors des pompages excessifs :
- $\text{NH}_4^+$  peut provenir des matières organiques végétales ou animales.
- $\text{NO}_3^-$  peut provenir des matières organiques ou des nitrites.
- $\text{NO}_2^-$  provient soit par oxydation incomplète de l'ammoniaque, soit par réduction des nitrates.
- $\text{PO}_4^{3-}$  Des teneurs supérieures à 0,5 mg/l doivent constituer un indice de pollution.

Il suffit que la teneur de l'une de ces substances dépasse la limite, pour que cette eau soit déclarée, eau polluée.

## **V-3- traitement des eaux souterraines**

Les eaux souterraines qui ont une composition étroitement liée aux terrains qui les contiennent sont le plus souvent exemptes de germes pathogènes. C'est pourquoi on dit qu'elles sont naturellement pures. Néanmoins, la zone de captage doit être protégée par une réglementation efficace et prendre des précautions pour éviter une contamination de l'eau dans le réseau de distribution. Lorsque une protection continue ne plus être garantie du point de captage au point de consommation, il est impératif de procéder à une désinfection et de maintenir une concentration de chlore résiduel suffisant(**OMS,2004**).



Le traitement comportera l'une ou la totalité des étapes suivantes :

- \_\_Sédimentation : c'est le traitement le plus simple. Il consiste à stocker l'eau dans les réservoirs pendant un bout de temps plus ou moins long. Les matières en suspension se déposent.
- \_\_Floculation : la sédimentation est favorisée par l'addition de réactifs chimiques flocculants comme le sulfate d'alumine le « flocc » qui en résulte peut éliminer dans de bonnes conditions les bactéries présentes.
- \_\_La décantation et filtration : on avait autre fois recours à la filtration lente sur sable fin, directement appliquée à l'eau brute. Actuellement les eaux brutes subissent d'abord un traitement de coagulation puis de décantation et leur filtration devient alors très rapide.
- \_\_Stérilisation : elle constitue l'étape finale du traitement. Elle est destinée à inactiver les microorganismes , pathogènes ou non, qui n'ont pas été retenus au cours des opérations précédentes. Le procédé le plus répandu est la chloration.

## **VI-Critères de la qualité de l'eau potable**

### ➤ **paramètres organoleptiques**

Il s'agit de la saveur, de la couleur, de l'odeur et de la transparence de l'eau. Ils n'ont pas de signification sanitaire mais, par leur dégradation, peuvent indiquer une pollution ou un mauvais fonctionnement des installations de traitement ou de distribution.

### ➤ **Paramètre physico-chimiques**

- la turbidité : L'OMS recommande comme valeur limite 5 unités NTU et précise que dans le cas où l'on pratique la désinfection, il conviendrait que la turbidité soit inférieure à 1 NTU.
- Conductivité : Les directives du Conseil des communautés européennes relatives à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine indiquent pour la conductivité un niveau guide de 400  $\mu\text{S}/\text{cm}$  à 20 °C. Il est à noter que les directives ne font pas état de valeur maximale admissible mais si l'on retient une limite de 1,5 g pour les résidus secs, l'équivalent en conductivité serait de l'ordre de 2000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .
- Température : La température d'une eau potable devrait être inférieure en été et supérieure en hiver à la température de l'air. Pour que l'eau potable soit désaltérante, sa température doit se situer entre 8 et 15 °C; entre 20 et 25 °C, elle désaltère mal. Les directives du Conseil des communautés européennes fixent à 12 °C le niveau guide de la température de l'eau destinée à la consommation humaine, et à 25 °C, la température à ne pas dépasser(**OMS,2004**).

- Minéralisation globale : L'OMS recommande pour des considérations gustatives une teneur limite de 1000 mg / L dans l'eau destinée à la consommation humaine. Les directives du Conseil des communautés européennes et la réglementation française indiquent comme valeur limite 1 500 mg/ L après dessiccation à 180 °C(**OMS,2004**).
- Paramètres indésirable ; Sont dites indésirables certaines substances qui peuvent créer soit un désagrément pour le consommateur : goût (matières organiques, phénols, fer...), odeur (matières organiques, phénols...), couleur (fer, manganèse...), soit causer des effets gênants pour la santé (nitrates, fluor). On surveille donc prioritairement la contamination des eaux par des matières organiques (mesurée par l'oxydabilité au permanganate de potassium, la concentration en ammonium, témoin d'une pollution récente d'origine industrielle ou humaine, la présence de nitrites et de nitrates et la concentration en fer .
- Paramètres toxiques : Une pollution industrielle du captage ou une dégradation des réseaux de distribution peut entraîner la présence d'éléments toxiques dans l'eau, dangereux pour la santé en cas de consommation régulière. Ils sont essentiellement représentés par les métaux lourds (plomb, nickel, mercure, chrome, cadmium, arsenic...), et par le cyanure (**OMS,2004**).

➤ **Paramètres bactériologiques**

- coliformes totaux

Les coliformes totaux sont des bacilles à gram négatif, non sporulés, oxydase négatifs, aérobies ou anaérobies facultatifs et capables de se multiplier en présence de sels biliaries ou d'autres agents de surface. Ayant des propriétés équivalentes, elles sont capable de fermenter le lactose avec production de gaz et d'acide en 48h à une température de 30°C ou 37°C (**Lallahem,2002**).

- coliformes fécaux

Sont des organismes en forme de bâtonnets, non sporogones, à gram négatifs et capable de croître en aérobie à 44°C sur milieu lactose. Ils referment les espèces suivantes : Escherichia -coli, citrobacter, serratia (**Lallahem,2002**).

- germes totaux à 37°C et 22°C :

Sont des germes aérobies mésophiles se développant sur milieu aérobie à 37 °c pendant 48 heures ou 22°C pendant 72 heures certains d'entre eux anaérobies facultatifs. C'est la totalité des bactéries capables de former des colonies dans le milieu de culture spécifique dans les conditions citées (**Lallahem,2002**).

- clostridium (sulfite-réducteurs)

Ce sont des germes anaérobies stricts qui sont capables de produire de l'hydrogène sulfure (H<sub>2</sub>S) à partir du sulfite de sodium présent dans le milieu. Ils se développent bien à 37°C et sont souvent considérés comme des témoins de pollution fécale. La forme spore est beaucoup plus résistante que les formes végétatives des coliformes fécaux et des streptocoques fécaux. Elles permettent ainsi de déceler une pollution fécale ancienne ou intermittente (**Lallahem,2002**).

- streptocoques fécaux

Sont très abondants dans la flore fécale humaine. Ce sont des bactéries sphériques ou ovoïdes, groupées en paire ou en chaînettes, elles se caractérisent par leur appartenance au groupe sérologique 'D', mobiles, à gram positifs homofermentaire et aérobies facultatifs.

## **VII- Maladies à transmission hydrique**

Les maladies hydriques sont n'importe quelles maladies causées par la consommation d'eau contaminée par des fèces animales ou humaines, qui contiennent des microorganismes pathogènes.

La pleine image des maladies associées à l'eau est complexe pour un grand nombre de raisons. Sur la dernière décennie, l'image des problèmes de santé relatifs à l'eau est devenue de plus en plus vaste, avec l'émergence de nouvelles maladies d'infection relatives à l'eau et la réémergence de certaines déjà connues. Des données sont disponibles pour certaines maladies relatives à l'eau et l'hygiène (qui incluent les salmonelloses, le choléra) (**OMS,2010**).

### ➤ **Choléra**

Le choléra est une infection bactérienne aiguë de tractus intestinal. Le vibron cholérique est la bactérie responsable du choléra. La contamination est orale, d'origine fécale, par l'eau de boisson ou des aliments souillés. Il cause de graves crises de diarrhée qui, en l'absence de traitement, peuvent entraîner rapidement une déshydratation intense et la mort.

Le choléra est un problème mondial, surtout dans la situation d'urgence. Il peut être prévenu par l'accès à l'eau salubre, l'assainissement et un bon comportement en matière d'hygiène compris l'hygiène alimentaire (**Portos,1991**).

### ➤ **fièvre typhoïde**

La fièvre typhoïde est une infection bactérienne causée par l'ingestion d'aliments ou d'eau contaminés. Les symptômes sont des maux de tête, des nausées et l'anorexie. Environ 12 millions de personnes sont infectées par la typhoïde chaque année (**Portos,1991**).

### ➤ **Gastroentérites**

Les rota virus sont transmis par l'eau, ils sont responsables de gastro-entérites, en particulier chez le jeune enfant. Chez l'adulte, les infections sont le plus souvent inapparentes. Les gastro-entérites à Rota virus ont les caractères d'une toxi-infection intestinale, entraînant vomissements et diarrhée. Les particules virales sont en nombre abondant dans les matières fécales (**Portos,1991**).

### ➤ **La diarrhée**

La diarrhée est un problème fréquent. Elle se caractérise par des selles de consistance liquide ou molle, plus volumineuses et nombreuses qu'à l'habitude (plus de 3 selles par jour).

Il ne s'agit pas d'une maladie, mais d'un symptôme. Sa cause la plus fréquente est l'ingestion d'eau ou d'aliments contaminés. Elle dure 1 jour ou 2, puis disparaît sans nécessiter de traitement.

Pendant toute sa durée, il faut bien s'hydrater, car le corps peut perdre beaucoup d'eau et de sels minéraux par les selles. Cette mesure est particulièrement importante pour les enfants et les personnes âgées, pour lesquels la déshydratation peut avoir des conséquences plus sérieuses. En effet, après seulement 1 ou 2 jours de diarrhée, les jeunes enfants peuvent être déshydratés très gravement. Dans les pays industrialisés, il est très rare qu'une diarrhée entraîne le décès. Néanmoins, dans les pays sous-développés, il s'agit de la 2<sup>e</sup> cause de mortalité chez les enfants de moins de 5 ans (**Portos,1991**).

### ➤ **Hépatite**

Les hépatites virales est une inflammation du foie provoquée par l'un des 05 type de virus A, B, C, D et E. Si tous sont pathogènes pour le foie ces virus sont sensiblement différents tant du point de vue de leur épidémiologique de leur diagnostic et que de leur traitement.

### ➤ **L'hépatite E :( VHE)**

se transmet par la consommation d'eau fréquente de flambées d'hépatite dans les pays en développement. De plus en plus .il est reconnu comme une cause importante de maladies dans les pays développés. L'infection par le VHE est associée à une augmentation de la morbidité et de la mortalité chez la femme enceinte et le nouveau-né. Un vaccin sûr et efficace contre l'hépatite E a été homologué en janvier 2012, mais il n'est pas encore largement disponible(**Portos,1991**).

## I-Description de la zone d'étude

### ➤ Limites géographiques de la région de Bou Ismail

Bou Ismail, est située sur le littoral à 45km à l'ouest d'Alger et a 25km de la wilaya de Tipaza la commune est limitée à l'est par la commune de Fouka, au sud par les communes de Koléa et Chaïba et enfin à l'ouest par les communes de Khemisti et de Bouharoun (ADE).

- **Wilaya :** Tipaza
- **Population :** 41 684 habitants
- **Densité :** 2977hab/km<sup>2</sup>
- **Superficie :** 14 km<sup>2</sup>



**Figure n° 01 : Situation géographique de Bou Ismail**

La ville de Bou Ismail est située à cheval sur deux plaines, une basse largement inclinée vers la mer à 15 mètres d'altitude de moyenne et une haute à près de 110 mètres de hauteur, les deux se rejoignent par un ravin abrupt. Elle est bordée à l'ouest par l'oued Khmesmisti.

Bou Ismail se présente comme une ville pittoresque aux richesses agricoles, touristique et manufacturières multiples, suspendue au penchant nord du plateau qui surplombe la vallée de la Mitidja et le mont de Chéra du massif de l'Atlas tellien, la ville s'étend sur un énorme rocher de travertin aux contours abrupts qui se prolonge jusqu'au rivage de la ville domine à pic la mer, à l'est une vue globale sur la baie de Douaouda et Zéralda et à l'ouest une superbe vue sur le mont du Chénoua et sur la baie de Tipaza.

On a choisi la commune de Bou Ismail pour contrôler la conformité des eaux potables de cette région et est-ce-que elle réponds aux normes de potabilité fixées par l'OMS... c'est pour cela qu'on a choisi d'étudier ou bien d'analyser l'eau de 2 forages et d'un réservoir qui alimentent cette ville et de 3 sites différents de l'eau de consommation pour des analyses physico-chimiques et bactériologiques de l'eau de cette région.

L'eau à analysé est prélevé à partir de deux forages et un réservoir situé à la ville de Bou Ismail dans une zone protégé pas loin à la mer , cette zone au prés de la route et aussi pas loin a des cartiers populaires ou ces derniers la considèrent comme la source d'eau potable pour eu.

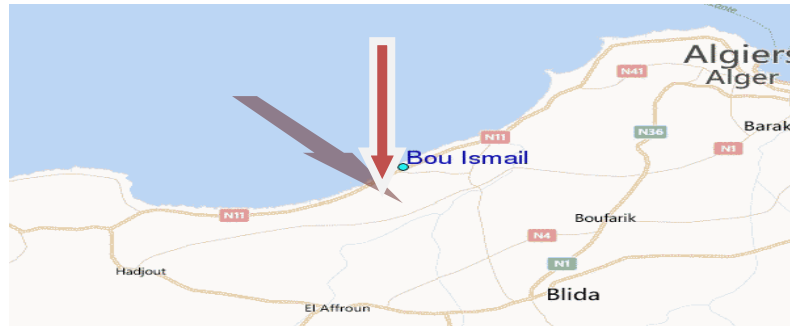


Tableau n°I : caractéristiques des forages (ADE)

Forages	Forage 1	Forage 2
Profondeur (m)	70	58
Débit de forage (m <sup>3</sup> /s)	30	20
Niveau statistique (m)	4,1	5
Niveau dynamique (m)	11,79	14
Coordonnées de lambert	441000 , 331650	443620 , 335000
Date de mise en service	1982	1994

## II-1-Matériel

### II-1-1-Matériel biologique

le matériel biologique est composé d'eau prélevée a partir des forages cités précédemment, du réservoir et chez différents consommateurs de la région de Bou Ismail , sur laquelle seront effectuées les différentes analyses physico-chimiques et bactériologiques .

### II-1-2-Matériel non biologique

Le matériel non biologique est consigné dans le tableau annexe I.

## II-2-Méthodes

### II-2-1-Sondage

Après avoir posé la problématique sur la qualité des eaux distribuées dans la région de Bou Ismail , un questionnaire a été remis à 30 consommateurs sur les caractères organoleptiques à savoir l'odeur, le gout, la couleur, la turbidité et les problèmes sanitaires liées à l'eau consommée .

### II-2-2-Echantillonnage et prélèvement

Afin d'effectuer le contrôle bactériologique et physico-chimique de l'eau des forages, du réservoir et chez les consommateurs. Nous avons réalisé au des prélèvements pendant un période de 4mois (les prélèvements sont effectués de 8h jusqu'à 10h) d'eau de Consommation.

**Tableau n°II** : Différentes analyses effectuées.

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Analyse physicochimique	8	8	8	8	8	8	8
Analyse bactériologique	8	8	8	8	8	8	8
Test de chlore	3	3	3	3	3	3	3

P : Prélèvement

### **II-2-3-Matériel de prélèvement**

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté. Il conditionne les résultats analytiques et l'interprétation qu'en sera donnée (**Rodier et al.,2005**).

L'échantillon doit être homogène représentatif et obtenu sans modifier les caractéristiques physico-chimique de l'eau.

Le matériel de prélèvement doit faire l'objet d'une attention particulière. Au moment du prélèvement pour l'analyse chimique, les flacons seront de nouveau rincés 3fois avec de l'eau a analyser puis remplis jusqu'au bord.

Pour les analyses bactériologiques et selon le protocole de **Rodier et al.,2005** , les flacons en verre seront stérilisés soit dans l'autoclave a 120°C pendant 1heure , soit au four pasteur a 180°C pendant 1h30.

Il donc nécessaire de mettre en place une organisation structurée de disposer d'un personnel qualifié ; de développer une méthodologie adaptée à chaque cas, de procéder à un choix des point de prélèvement et d'utiliser le matériel convenable (**Rodier et al.,2005**).

#### **Prélèvement pour analyses bactériologiques**

Les flacons utilisés pour prélèvement doivent au préalable être stérilisés à l'autoclave. On met une petite quantité de thiosulfate de sodium dans les flacons avant la stérilisation. Au moment du prélèvement, on flambe le robinet, on laisse couler l'eau pendant quelques minutes tout en gardant la flamme allumée à coté du robinet, puis on ouvre le flacon en prenant soin de ne pas contaminer l'échantillon, on le remplit au  $\frac{1}{4}$  de son volume et on referme immédiatement le flacon dans les conditions aseptiques requises jusqu'au moment de l'analyse (**Rodier et al.,2005**).

#### **Prélèvement pour analyses physico-chimiques**

Les flacons utilisés ne sont pas stérilisés. On laisse couler de l'eau pendant quelques minutes, on rince trois fois le flacon avec de l'eau à analyser puis on fait le prélèvements en remplissant le flacon jusqu'au bord et on referme le flacon de telle sorte qu'il n'y ait aucune bulle d'air et qu'il ne soit pas éjecté au cours du transport (**Rodier et al.,2005**).



## II-2-4-Transport et conservation

Après le prélèvement, le flacon doit lisiblement être étiqueté, puis mis dans une glacière et envoyé sans retard au laboratoire accompagné d'une note portant tous les renseignements nécessaires.

D'une façon générale, le transport des échantillons se fait à une température de 4°C et à l'obscurité dans des emballages isothermes permettant d'assurer une conservation satisfaisante.

La teneur des échantillons en coliformes peut se modifier entre le moment du prélèvement et celui de l'examen. Il importe donc de procéder à l'analyse le plus tôt possible après le prélèvement, de préférence dans l'heure qui suit.

Un délai de 8 heures est acceptable pour analyse bactériologiques et 24 heures pour les analyses physico-chimiques .

## II-3-Test de chlore résiduel

Avant de procéder a tout prélèvement en vue d'analyse bactériologique ou chimique, le test de chlore est obligatoire par la méthode a la DPD (Diethyl-P-phénylène Diamine) , en raison de sa sensibilité .

Elle se déroule comme suit :

-Prendre un tube à essais, ajouter une quantité déterminée d'eau a analyser.

-Ajouter un comprimé de DPD et bien mélanger le contenu du tube pendant 2 minutes. En présence de chlore , le DPD donne a ph 6,2-6,5 une coloration rouge rosâtre .

## II-4-Analyse physico- chimiques

### Mesure du pH

#### • *Principe*

Le pH est en relation avec la concentration des ions hydrogène  $[H^+]$  présent dans l'eau ou les solutions.

La différence de potentiel existant entre une électrode de verre et une électrode de référence (Calomel - KCl saturé). Plongeant dans une même solution, est une fonction linéaire du pH de celle-ci. Le potentiel de l'électrode est lié à l'activité des ions  $H^+$ .

- *Appareil* : pH Mètre
- *Electrode* : Electrode de pH combinée
- *Réactifs* : Tampon pH = 9

Tampon pH = 7

Tampon pH = 4

- **Mode opératoire**

- **Etalonnage de l'appareil**

- Allumer le pH Mètre.
- Rincer l'électrode avec de l'eau distillée.
- Prendre dans un petit bêcher, la solution tampon pH = 7
- Régler l'agitation à faible vitesse.
- Tremper l'électrode de pH dans la solution tampon pH = 7
- Laisser stabiliser un moment jusqu'à affichage du standard 2.
- Enlever l'électrode et la rincer abondamment avec l'eau distillée.
- Ré étalonner de la même manière avec les solutions tampon pH = 9 ou pH = 4.
- Puis rincer abondamment l'électrode avec l'eau distillée.

- **Dosage de l'échantillon**

- Prendre environ  $\approx$  100 ml d'eau à analyser.
- Mettre un agitateur avec une faible agitation.
- Tremper l'électrode dans le bêcher.
- Laisser stabiliser un moment avec une faible vitesse d'agitation.
- Puis noter le pH.

### **Mesure de température**

La température est mesurée par un thermomètre et les valeurs obtenues sont en degré Celsius au niveau de forage et au laboratoire .

#### **Mode opératoire**

Plonger le thermomètre dans l'eau à analyser et laisser l'appareil se stabiliser puis noter la valeur de la température.

### **Mesure de la turbidité**

- **Appareillage**: HACH 2100N

- Cuvette d'évaluation de la transparence constituée d'une cuvette de verre incolore de 50 mm. de diamètre

- **Mode opératoire**

Remplir une cuvette de mesure propre et bien essuyer avec du papier hygiénique avec l'échantillon à analyser bien homogénéisé et effectuer rapidement la mesure, il est nécessaire de vérifier l'absence de bulle d'air avant la mesure.

- ✓ **Expression des résultats**

La mesure est obtenue directement en NTU.

### **Mesure de la conductivité électrique**

- **Matériel**

Conductimètre.

- **Mode opératoire**

D'une façon générale, opérer de la verrerie rigoureusement propre et rincée, avant usage, avec de l'eau distillée.

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 en prenant soin que les électrodes de platine soient complètement immergées.

Agiter le liquide (barreau magnétique) afin que la concentration ionique entre les électrodes soit identique à celle du liquide ambiant. Cette agitation permet aussi d'éliminer les bulles d'air sur les électrodes.

- **Expression des résultats**

Le résultat est donné directement en  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

- **Détermination des chlorures ( $\text{Cl}^-$ )**

On fait agir en milieu neutre,  $\text{pH}=6.7$  ou  $7$ , une solution à titrer de nitrate d'argent sur une prise d'essai connue de solution titrée de chlorure de sodium.

La réaction se fait en présence de potassium.



- **Mode opératoire**

Prendre 5 ml d'eau à analyser,

Ajouter 2 gouttes de  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  (coloration jaunâtre).

Titrer avec  $\text{AgNO}_3$  à  $0,01\text{ N}$  jusqu'à coloration brun rougeâtre.

- **Expression des résultats**

$$F.G: \frac{V_{\text{AgNO}_3} \times N_{\text{AgNO}_3} \times M_{\text{Cl}}}{PE} = \frac{V_{\text{AgNO}_3} \times 0,01 \times 35,5 \times F \times 1000}{5}$$

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

$V_{\text{AgNO}_3}$  : Volume d' $\text{AgNO}_3$  nécessaire pour le dosage de l'échantillon.

$N_{\text{AgNO}_3}$  : Normalité d' $\text{AgNO}_3$

$M_{\text{Cl}^-}$  : masse des chlorures.

F : facteur de correction du titre d' $\text{AgNO}_3$ .

PE : prise d'essai.

- Pour le F :
- Prendre 5 ml de la solution mère à 71 mg/l.
  - Ajouter 2 gouttes de l'indicateur coloré.
  - Doser par AgNO<sub>3</sub> à 0,01 N jusqu'au virage.(couleur brun rougeâtre).

$$F = \frac{1}{V_{AgNO_3}}$$

### ✚ Détermination du calcium (Ca<sup>2+</sup>) et du magnésium (Mg<sup>2+</sup>)

- **Mode opératoire**

- (V1) Ca<sup>2+</sup> :
- Prendre 50 ml d'eau à analyser.
  - Ajouter 2 ml de NaOH à 2 N.
  - Ajouter du Murexide.
  - Et titrer avec l'E.D.T.A jusqu'au virage ( violet ).
- (V2) Ca<sup>2+</sup>+Mg<sup>2+</sup> :
- Prendre 50 ml d'eau à analyser.
  - Ajouter 2 ml de NH<sub>4</sub>OH ( 10,1 ).
  - Ajouter noir eriochrome.
  - Et titrer avec l'E.D.T.A jusqu'au virage ( bleu ).

- **Expression des résultats**\_ La détermination du mg/l de Calcium est donnée par la formule suivante:

$$mg/lCa^{2+} = \frac{V_1 * C_{EDTA} * F * M_{Ca^{2+}}}{P.E} * 1000$$

D'où :

V<sub>1</sub> : Volume d'EDTA nécessaire pour une concentration donnée.

C : Concentration molaire d'EDTA (0,01 M/l ).

M<sub>Ca<sup>2+</sup></sub> : Masse molaire du calcium en g.

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

F : Facteur

$$\text{mg/l Ca}^{2+} = \frac{V_1 * 0.01 * F * 40.08}{50} * 1000$$

Donc

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

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

$$\text{mg/l Mg}^{2+} = \frac{(V_2 - V_1) * C_{\text{EDTA}} * F * M_{\text{Mg}^{2+}}}{\text{P.E}} * 1000$$

d'où :

V<sub>2</sub>: Volume total d'E.D.T.A

V<sub>1</sub> : Volume d'EDTA nécessaire pour une concentration donnée.

C : Concentration molaire d'EDTA (0,01 M/l ).

MMg<sup>2+</sup> : Masse molaire du Magnésium en g.

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

F : Facteur

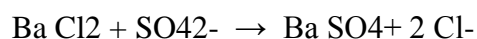
$$\text{mg/l Mg}^{2+} = \frac{(V_2 - V_1) * 0.01 * F * 24.3}{50} * 1000$$

Donc

$$\text{mg/l Mg}^{2+} = (V_2 - V_1) \times F \times 4.86$$

### 🚦 Détermination des Sulfates (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)

Les ions sulfates sont précipités et passés à l'état de sulfate de baryum en présence de Ba Cl<sub>2</sub>



#### ✓ Appareil

Spectrophotomètre UV Visible

- **Mode opératoire**

- \* Prendre 20 ml d'eau à analyser puis compléter à 100 ml d'eau distillée.
- \* Ajouter 5 ml de la solution stabilisante.
- \* Ajouter 2 ml de chlorure de baryum.
- \* Agiter énergiquement pendant 1 mn.
- \* Passer au spectrophotomètre  $\lambda = 420 \text{ nm}$ .

 **DOSAGE DES NITRATES (NO<sup>3-</sup>)**

- **Principe**

En présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du paranitrosoulate 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 au bain marie ou à l'étuve 75 - 88° C.
- \* ( ne pas surcharger ni surchauffer très longtemps ) laisser refroidir.
- \* Reprendre le résidu avec 2 ml. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> laisser reposer 10 mn.
- \* Ajouter 15 ml d'eau distillée.
- \* Ajouter 15 ml de tartrate double de sodium et de potassium puis passer au spectrophotomètre au 415 nm.

 **Dosage des nitrites (NO<sup>2-</sup>)**

**Principe**

Les nitrites réagissent avec le Sulfanilamide pour former un composé diazoïque qui, après copulation avec le N1 Naphtyléthylènediamine dichloride donne naissance à une coloration rose mesurée à 543nm .

- **Mode opératoire**

- Prendre 50 ml d'eau à analyser
- Ajouter 1 ml du réactif mixte.
- Attendre 10mn.

\* L'apparition de la coloration rose indique la présence des NO<sub>2</sub>-.

Effectuer la lecture à 543 nm.

- ✓ **Expression des résultats**

Le résultat est donné directement en mg/l.

- ✚ **Détermination de l'azote ammoniacal ( NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)**

**Principe** Mesure spectrométrique à environ 655nm du composé bleu formé par réaction de l'ammonium avec les ions salicylate et hypochlorite en présence de nitroprussiate de sodium..

- **Mode opératoire**

- Prendre 40 ml d'eau à analyser
- Ajouter 4 ml du réactif I
- Ajouter 4 ml du réactif II et ajuster à 50 ml avec H<sub>2</sub>O distillée et attendre 1h. 30.

\* L'apparition de la coloration verdâtre indique la présence de : NH<sub>4</sub><sup>+</sup>

Effectuer la lecture à λ=655 nm.

- ✓ **Expression des résultats**

Le résultat est donné directement en mg/l.



## Dosage de fer (Méthode spectrophotométrique a la phénanthroline )

### Principe

Addition d'une solution de phénanthroline 1.10 a une prise d'essai et mesurage photométrique du complexe rouge-orange a une longueur d'onde de 510nm. Pour le dosage du fer total et du fer totale dissous, du chlorhydrate d'hydroxylamine est ajouter pour reduire le  $Fe^{3+}$  en  $Fe^{2+}$  .

### Mode opératoire

- Introduire 50ml d'eau a analyser acidifiée dans une fiole conique .
- Ajouter 5ml de solution de peroxodisulfate de potassium, porter a l'ébullition pendant 40min environ.
- Ajouter 2ml de solution d'acétate d'ammonium.
- Ajouter 2ml de solution de phénanthroline.
- Ajuster le volume a 50ml dans une fiole jaugé .
- Préparer un témoin avec 50ml d'eau distillée traitée dans les même condition.
- Laisser a l'obscurité pendant 15min .

Effectuer la lecture au spectrophotomètre a la longueur d'onde de 510nm. Tenir compte de la valeur lue pour le témoin.se reporter a la courbe d'étalonnage.

### Expression des resultats

la courbe donne la teneur en fer exprimée en milligramme par litre .

## Dosage du manganèse

**Principe** le manganèse est oxydé en permanganate a l'aide de persulfate d'ammonium en présence de nitrate d'argent . le permanganate ainsi formé est dosé colorimétriquement .

### Mode opératoire

Opérer comme pour l'établissement de la courbe d'étalonnage, en ayant soin de traiter de la même manière un témoin constitué par de l'eau distillée. Effectuer les lectures au spectrophotomètre et tenir compte de la valeur lue pour le témoin.

## Matière organique

**Principe** Pour mesurer la teneur en matière organique présente dans l'eau, on oxyde l'échantillon par un excès de permanganate de potassium en milieu acide et chaud.

**Mode opératoire** On ajoute 5ml d'acide sulfurique dilué a 25ml d'eau a analyser. Porter à l'ébullition pendant une minute. On ajoute 5ml de permanganate de potassium 3,2g /l et on laisse a une ébullition régulière et douce pendant 10min, puis on ajoute 5ml d'oxalate de sodium 0,67g/l . En fin, on titre avec de permanganate de potassium jusqu'à l'apparition d'une couleur rose.

**Expression des résultats** les résultats sont exprimés en mg /l.

## II-5-Analyses bactériologiques

L'analyse bactériologique a pour but de mettre en évidence la présence des bactéries qui modifient l'aptitude d'une eau a une utilisation donnée, elle consiste en la recherche et la numération des germes de la flore totale de l'eau.

Cette flore est composée de micro-organismes banaux et de germes pathogènes. Ces derniers sont d'origine fécale dont le dénombrement est facilité par l'utilisation de germes indicateurs de pollution.

Concernant mon travail, les germes recherchés sont les suivantes : germes totaux, coliformes totaux et fécaux , streptocoques fécaux et enfin les clostridium sulfito-réducteurs . la méthode utilisée est la méthode par filtration qui consiste à une filtration d'un volume donné d'échantillon d'eau a travers une membrane filtrante de porosité 0,45 ou 0,22um suffisante pour retenir les bactéries, la membrane est placée ensuite sur un milieu gélosé. les modes opératoires sont fournis par le laboratoire qui suit les normes ISO(1988).

### II-5-1-Recherche et dénombrement des germes totaux a 37°C

A partir de l'eau à analyser , porter aseptiquement 1ml dans une boite de pétri vide , compléter ensuite avec environ 19ml de gélose TGEA fondue puis refroidie a 45-+2°C .Le temps qui s'écoule entre le moment ou l'on a distribué l'inoculum dans la boite et celui ou le milieu est coulé ne doit pas excéder 15min . faire ensuite des mouvement circulaire et de va-et-vient en forme de 8 pour permettre a l'inoculum de se mélanger a la gélose, sur une surface fraîche et horizontale. laisser solidifier les boites sur pailleasse, puis rajouter une deuxième couche d'environ 5ml de la même gélose , cette double couche a un rôle protecteur contre les contaminations externes diverses .

**Incubation** les boîtes seront incubées à 37°C pendant 72h avec 3 lectures à 3 temps différents (24, 48 et 72h).

**Lecture** les germes revivifiables se présentent sous forme de colonies lenticulaires poussant en masse.

**Dénombrement** il s'agit de dénombrer toutes les colonies, en tenant compte des remarques suivantes :

- Ne dénombrer que les boîtes contenant entre 15 et 300 colonies.
- Le résultat sera exprimé par millilitre d'eau à analyser à 37°C.

## **II-5-2-Recherche et dénombrement des Coliformes (norme ISO 9308)**

Il s'agit-là d'une méthode de référence qui consiste en la recherche et les dénombrements des *Escherichia coli* et des bactéries coliformes éventuellement présents dans les eaux destinées à la consommation humaine, par comptage des colonies obtenues en milieu solide après 24 à 48 heures d'incubation.

### **Mode opératoire**

La recherche des bactéries coliformes 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 benzène.
- Les refroidir tout de suite après, avec l'eau à analyser si on en dispose en quantité suffisante ou bien avec de l'eau distillée stérile.
- Mettre en place de façon aseptique une membrane de porosité nominale de 0,45µ 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 d'eau à analyser, selon les types d'eaux à analyser, devant un bec benzène.
- Actionner ensuite la pompe à vide pour absorber l'eau à travers la membrane.
- Retirer l'entonnoir puis transférer immédiatement et aseptiquement la membrane à l'aide d'une pince à bouts arrondis stérile, sur la surface d'une plaque de gélose TTC préalablement préparée. Cette dernière sera incubée couvercle en bas à 37°C pendant 24 heures voire 44 heures et servira à la recherche des bactéries coliformes.

- **Lecture et interprétation**

Après la période d'incubation spécifiée, dénombrer les colonies caractéristiques qui se présentent sous forme de petites colonies lisses légèrement bombées à contours réguliers et pigmentés en jaune orangé ou en jaune .

Le nombre de colonies trouvées sera exprimé dans 100ml d'eau à analyser.

### **II-5-3-Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux (Norme ISO 7899-2 et Norme NF T906416)**

Cette méthode de référence, consiste en la recherche et le dénombrement des entérocoques intestinaux ou streptocoques du groupe « D » de la classification de lance Field, ou encore streptocoques fécaux dans les eaux destinées à la consommation humaine, par filtration sur membrane.

#### **Mode opératoire**

La recherche des entérocoques intestinaux ou streptocoque 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 benzène.
- Les refroidir tout de suite après, avec l'eau à analyser si on en dispose en quantité suffisante ou bien avec de l'eau distillée stérile.
- Mettre en place de façon aseptique une membrane de porosité nominale de 0,45 $\mu$  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 selon les types d'eaux à analyser, devant un bec benzène.
- Actionner ensuite la pompe à vide pour absorber l'eau à travers la membrane.
- Retirer l'entonnoir puis transférer immédiatement et aseptiquement la membrane à l'aide d'une pince à bouts arrondis stérile, à la surface d'une plaque de gélose SLANETZ et BARTLEY préalablement préparée.
- Cette dernière sera incubée couvercle en bas 37°C pendant 48 heures.

### **Lecture et interprétation**

Après la période d'incubation spécifiée, les Streptocoques du groupe « D » apparaissent sous forme de petites colonies lisses légèrement bombées à contours réguliers et pigmentées en rouge, marron ou rose .

Compter le nombre de colonies et le rapporter a 100ml d'eau a analyser .

### **II-5-4-Recherche et dénombrement des spores de bactéries anaérobies sulfito-réducteurs (normes ISO 6461-2)**

La recherche des spores des bactéries anaérobies sulfito réductrices par filtration sur membrane nécessite une préparation au préalable, qui se déroule selon les étapes suivant :

- Tout d'abord, il faudrait stériliser l'entonnoir gradué en acier inoxydable ainsi que la membrane poreuse à l'aide d'un bec benzène.
- Les refroidir tout de suite après, avec l'eau à analyser si on en dispose en quantité suffisante ou bien avec de l'eau distillée stérile.
- Mettre en place de façon aseptique une membrane de porosité nominale de 0,45µ 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, devant un bec benzène.
- Actionner ensuite la pompe à vide pour absorber l'eau à travers la membrane.
- Retirer l'entonnoir, enlever la membrane à m'aide de pinces stériles puis la placer dans une boîte de façon à ce que la face quadrillée adhère au fond de la boîte tout en évitant les bulles d'air sous le filtre.
- Verser par la suite environ 18 ml de gélose TSC fondue puis refroidie à 48°C.

### **Lecture et interprétation**

Compter les colonies caractéristiques noires aussi bien après la première période d'incubation soit après 24 heures qu'après la seconde période d'incubation soit après 48 heures.

Rapporter le nombre total de colonies à 100 ml d'eau à analyser.

La période d'étude est étalée sur 4 mois dans le but d'un suivi et d'un contrôle de la qualité physico-chimique et microbiologique des eaux prélevées à partir des forages (F1,F2) et du réservoir situés dans la région de Bou Ismail ainsi que les eaux de consommation prélevées dans différents sites de la même région (C1,C2,C3) .

Les résultats des échantillons prélevés ( un prélèvement par quinzaine) , analysés au laboratoire de SEAAL sont présentés dans cette partie , ces résultats ont été comparés aux normes en vigueur (OMS) .

### III-1-Résultats du sondage

Les résultats du questionnaire par des 30 citoyens échantillonnés au hasard dans la région de Bou Ismail proviennent de quartier sont présentés dans la figure n°2.

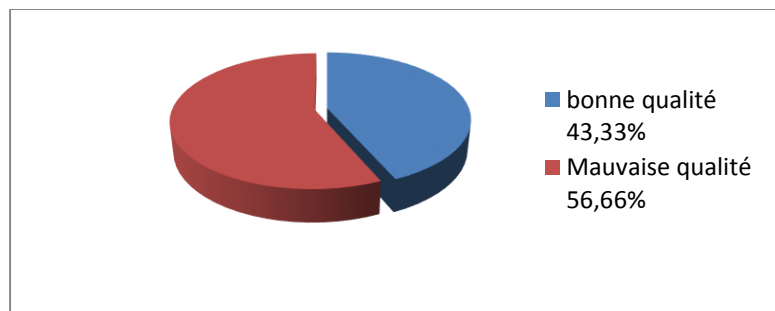


Figure n° 2: résultats du sondage

Parmi les abonnées questionnées, 43,33% déclarent que l'eau de robinet est de bonne qualité alors que 56,66% la jugent de mauvaise qualité par rapport aux paramètres organoleptiques.

Le taux d'utilisation de l'eau de robinet comme boisson par les consommateurs est de 40% , les 60% représentent le taux destiné à d'autres usages ( figure n°3 ) .

Parmi les citoyens qui utilisent l'eau comme boisson, seuls 20% incriminent cette eau dans l'apparition de leurs malaises (figure n°4) .

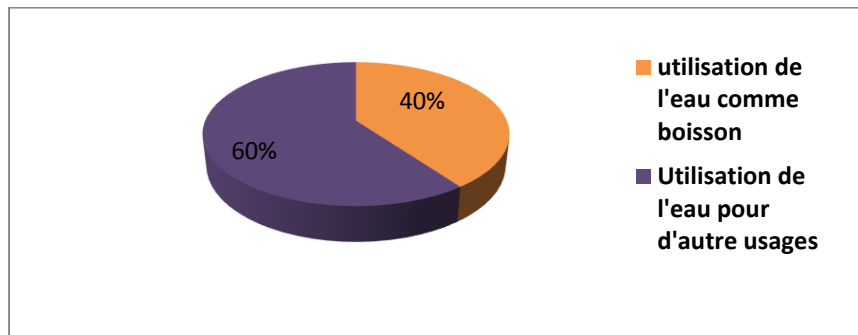


Figure n°3 : différents usages de l'eau

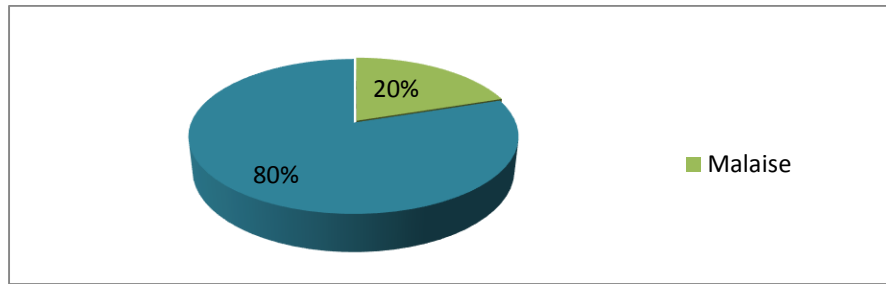


Figure n° 4: effets indésirables ressentis chez les consommateurs.

Selon les caractéristiques organoleptiques sur lesquelles les abonnés sont questionnés à savoir l'odeur, la couleur, la turbidité, et le goût.. il ressort que 40% des citoyens constatent la présence d'une odeur particulière dans l'eau distribuée. pour la turbidité de l'eau, on remarque que seulement 23,33% trouvent que c'est une eau turbide.

Tableau n°III ; résultats du sondage sur les caractéristique organoleptique de l'eau de consommation dans la region de Bou Ismail .

Paramètre	Présence d'odeur	Turbidité	Présence de couleur	Gout
Pourcentage	40%	23,33%	23,33%	20%

Concernant le paramètre de la couleur, 23,33% des abonnés questionnés jugent que l'eau n'est pas claire, le goût particulier n'est noté que chez 20% des consommateurs.

### III-2-Test de chlore résiduel

Le chlore est un désinfectant utilisé dans le traitement de l'eau dans le but de supprimer et d'enlever les organismes capables de donner une infection. il affecte le goût et l'odeur de l'eau. A forte dose, le chlore est toxique pour l'homme et les animaux (Maiga,2005). Les résultats obtenus sont rapportés dans la figure n°5 montrent la concentration de chlore de l'eau de consommation par rapport aux normes recommandé par l'OMS.

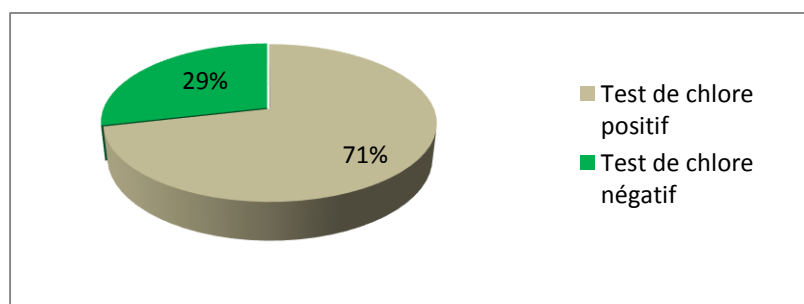


Figure n°5 : présence/absence de chlore dans l'eau de consommation

Après avoir réalisé le test de chlore résiduel , le résultat montre que 71,42% des échantillons d'eau prélevés chez les différents consommateurs indiquent sa présence dont le test ( résultat positif) alors que le reste révèle un résultat négatif .

L'insuffisance de l'eau de javel ajouté dans le réservoir et les anciennes canalisations des réseaux de distribution peuvent expliquer ce résultat négatif.

### III-3-Analyses physico-chimiques

L'analyse et les résultats des différents paramètres physico-chimiques des échantillons d'eau prélevés sont reportés dans des tableaux récapitulatifs ( voir annexe II) et sont comparés aux normes de l'OMS (1991-2004) (voir annexe I).

#### III-3-1-Analyses physico-chimiques des eaux des forages et du réservoir

##### ➤ pH

le pH de l'eau conditionne les équilibres physico-chimiques, en particulier l'équilibre calco-carbonique et donc l'action de l'eau sur les carbonates (**El wartiti,2002**). Pour l'ensemble des forages et du réservoir , les valeurs du pH voisinent la neutralité avec une valeur minimale de 6,55 et une valeur maximale de 7,10 . les valeurs du ph notées sont tous conformes à la norme Algérienne .Les terrains traversés sont riches en calcaire ce qui confirme le résultat obtenu .

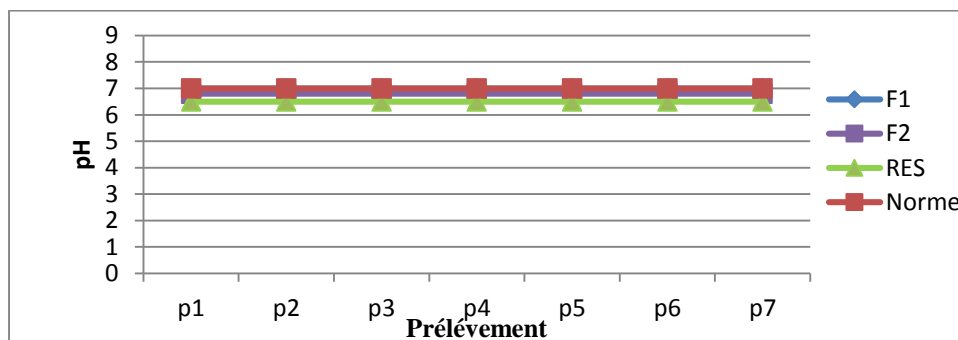


Figure n°6 : variation du pH dans les forages et le réservoir

##### ➤ Température (T°)

La température joue un rôle très important dans l'augmentation de l'activité chimique ou bactérienne et de l'évaporation des eaux . en effet , la T° de l'eau est un élément essentiel dans le fonctionnement des systèmes aquifères . elle varie en fonction de la T° extérieur (l'air) , des saisons , de la nature géologique et de la profondeur au niveau de l'eau par rapport à la surface du sol ( **Lallahem,2002**).

Les valeurs illustrées par la figure n°7 montrent que la température varie entre un minimum de 16,2°C et un maximum de 23,7°C. Ces moyennes sont conformes a la norme de l'OMS qui fixe cette valeur a 12°C et a 25°C comme valeur maximale limite.



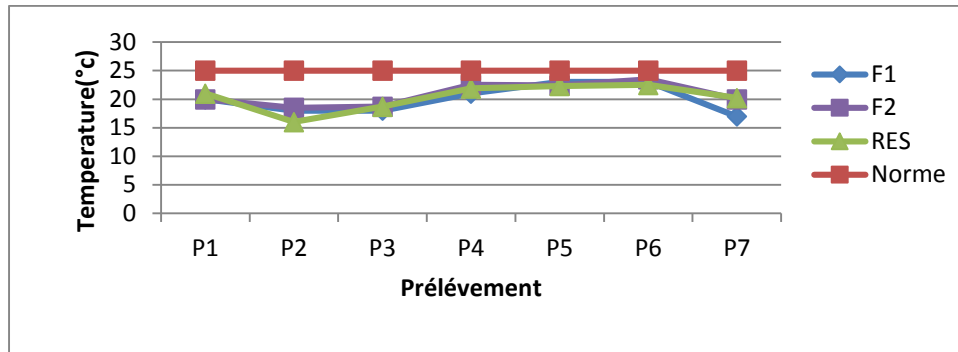


Figure n°7 : variation de la température dans les forages et le réservoir

### ➤ Turbidité

Parmi les indicateurs de la matière organique, la turbidité permet de déterminer les matières non dissoutes présentes dans l'eau. Elle est liée à la transparence de l'eau et traduit la présence des matières en suspension (Ladjel, 1994).

La figure n°8 illustre des valeurs acceptables de la turbidité pour les forages et du réservoir étudiés. Ces valeurs obtenues sont similaires avec celles de l'OMS (5NTU).

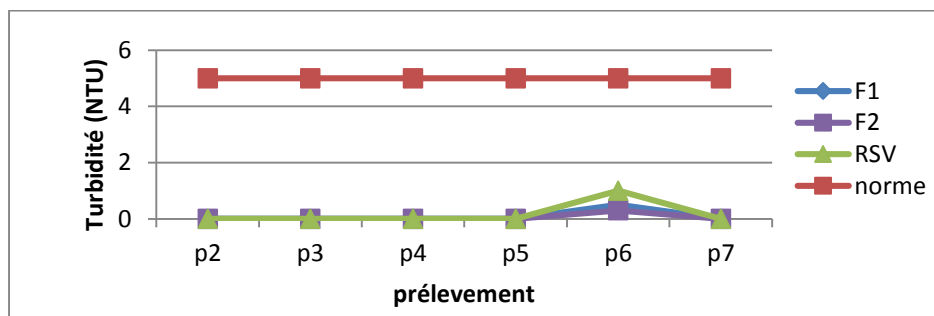


Figure n°8 : variation de la turbidité dans les forages et le réservoir

### ➤ Conductivité électrique

La conductivité mesurée à l'aide d'un conductimètre dépend de la qualité d'ions que renferme l'eau et aussi de sa température, elle nous renseigne sur sa propriété pour conduire le courant électrique.

À partir des résultats indiqués dans la figure n°9, on remarque que pour tous les points de mesure, les valeurs de la conductivité dépassent les 1200  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

Cette augmentation de conductivité est due à un taux élevé de la salinité des eaux qui peuvent s'expliquer par une teneur élevée en sels minéraux principalement les chlorures et les ions de magnésium. De plus la nature des couches géologiques de la nappe peut aussi contribuer à l'augmentation de la conductivité de nos échantillons.

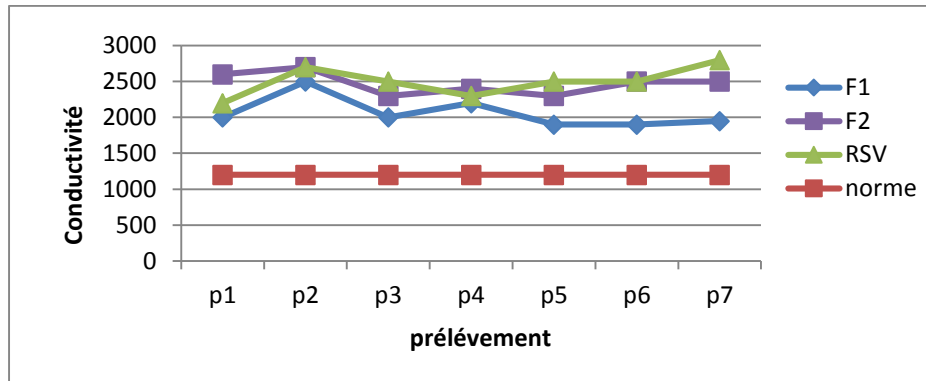


Figure n° 9: variation de la conductivité dans les forages et le réservoir

### ➤ Chlorures Cl<sup>-</sup>

On remarque que la concentration des chlorures de nos échantillons prélevés à partir des forages et du réservoir dépasse la concentration maximale recommandée par l’OMS (200mg/l). cela est expliquée par les sources naturelles , les effluents industriels , les rejets , les précipitation et la nature des terrains de la région .

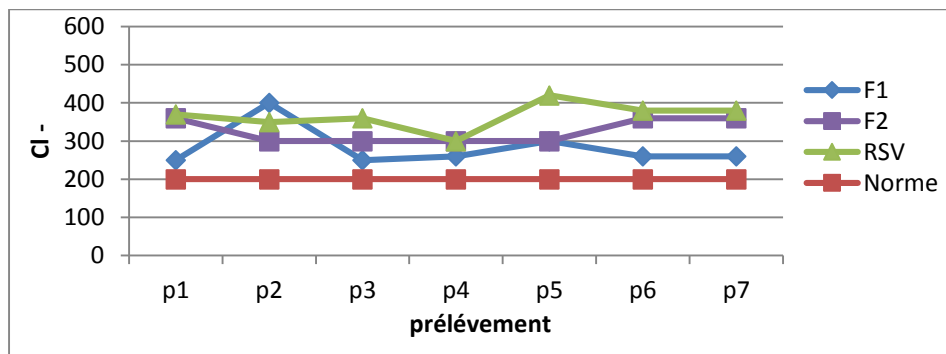


Figure n°10 : variation des chlorures dans les forages et le réservoir

### ➤ Calcium (Ca<sup>++</sup>) , Magnésium (Mg<sup>++</sup>) et Titre Hydrométrique (TH)

Le calcium et le magnésium sont également des éléments de la dureté , la mesure de ces variation est essentielle .

Les concentration obtenues du calcium sont conformes par rapport a la norme de l’OMS (200mg/l) .

En revanche pour le magnésium , on remarque que pour les forages ainsi que le réservoir présentent des concentrations conformes a la norme (150mg/l).

Les essais physico-chimiques illustrés dans la figure n°11, ont révélé l’existence d’une dureté élevée au niveau des forages et du réservoir avec des valeurs supérieures a la norme (50°F) sauf celles notées dans le forage F1 durant le premier et le cinquième prélèvement avec des valeurs respectives 48°F et 40°F.

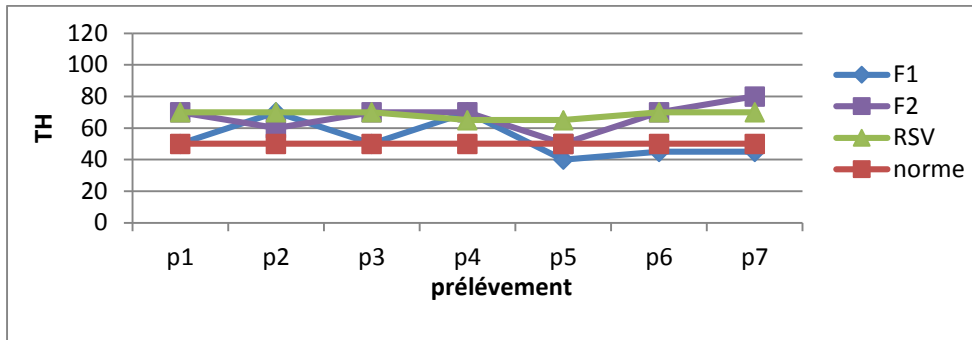


Figure n° 11: variation de TH dans les forages et le réservoir

### ➤ Alcalinité

Les valeurs illustrées dans la figure n°12 montre que la quantité de bicarbonates varie entre 22,7 et 252mg/l avec seulement trois échantillons dépassant légèrement la norme recommandée par l’OMS (250mg/l).

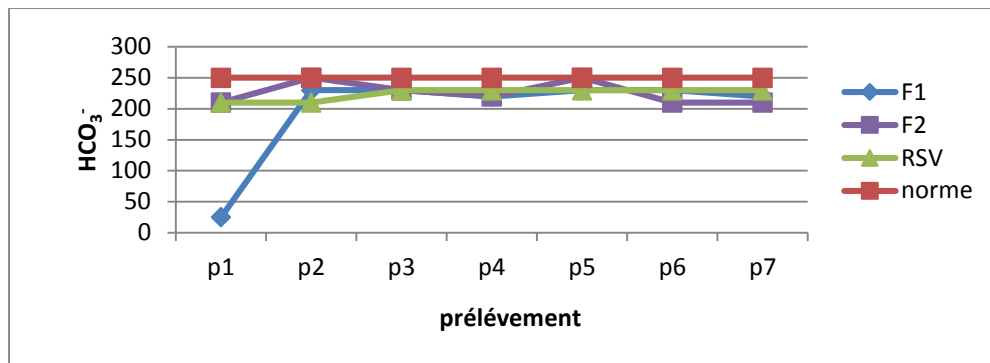


Figure n°12 : variation des bicarbonates dans les forages et le réservoir

### ➤ Sulfates (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)

Les sulfates sont présentes naturellement dans les eaux ou peuvent provenir des effluents industriels . les concentration les plus élevées souvent dans les eaux souterraines (OMS,1985).

Les teneurs en sulfate sont très élevées et ne semblent pas conformes aux normes recommandées (250mg/l), sauf pour les échantillons prélevés a partir de F2 et du réservoir durant le cinquième prélèvement .

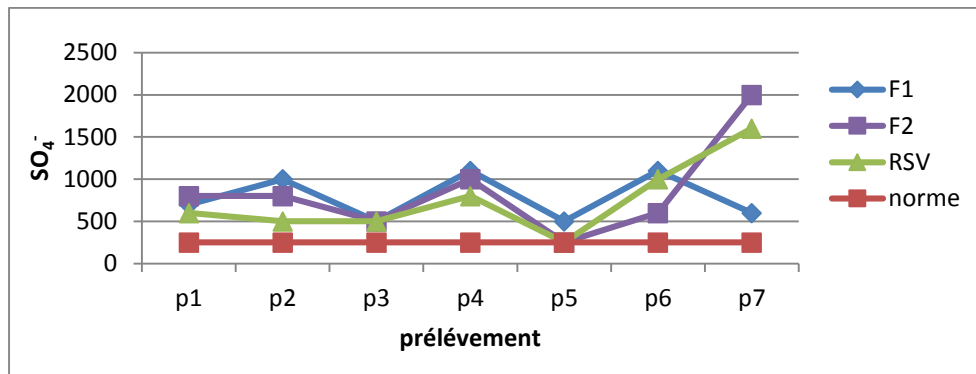


Figure n°13 : variation des sulfates dans les forages et le réservoir

### ➤ Nitrates ( $\text{NO}_3^-$ )

Il en ressort d'après les résultats obtenus que les forages ainsi que le réservoir étudiés présentent des valeurs acceptables aux normes de l'OMS (figure n°14).

Ces teneurs en nitrates des eaux des forages sont dues soit à des engrais déjà cités, soit à la matière organique enfouie dans le sol.. cette dernière ne fournit des nitrates qu'après avoir subi une minéralisation.

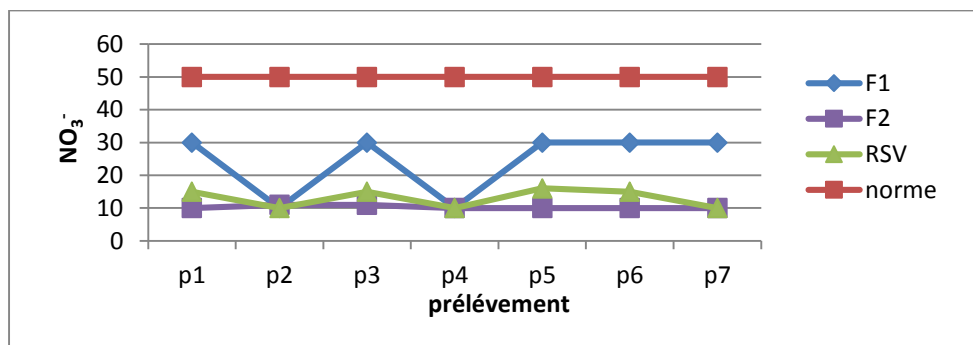


Figure n°14 : variation des nitrates dans les forages et le réservoir

### ➤ Nitrite ( $\text{NO}_2^-$ ) et Azote ammoniacal ( $\text{NH}_4^+$ )

Il a été observé des valeurs admissibles pour les eaux analysées des forages et du réservoir concernant les nitrites (0,02 mg/l) et l'azote ammoniacal (0,02 mg/l).

### ➤ Fer et manganèse

Le fer et le manganèse sont des minéraux sans effets appréciable sur la santé, cependant ils affectent les paramètres organoleptiques (Dégrémont, 1984).

D'après le tableau n°IV, les échantillons des eaux analysées présentent des valeurs conformes aux normes recommandées par l'OMS concernant la concentration de fer (0,3mg/l).

Tableau n°IV ; variation de la quantité de Fer dans les forages et le réservoir

	Forage 1	Forage 2	Réservoir
P1	0	0	0
P2	0,004	0,034	0
P3	0,005	0	0,037
P4	0	0	0
P5	0	0	0
P6	0,057	0,019	0,006
P7	0,032	0,012	0,016

Le manganèse accompagne généralement le fer et est présent en quantité moindre. dans l'eau, il provient essentiellement de la dissolution des roches et d'éventuels rejets industriels .

Les résultats obtenus de la quantité de manganèse apparaissent tous inférieur a la norme indiquée par l'OMS (0,1mg/l) ( voir tableau n°V ) .

Tableau n°V ; variation de la quantité de Manganèse dans les forages et le réservoir

	Forage 1	Forage 2	Réservoir
P1	0	0	0
P2	0,02	0	0
P3	0,02	0,02	0
P4	0	0	0
P5	0	0	0
P6	0	0	0
P7	0,02	0,02	0,02

### ➤ Matière organique

D'origine naturelle' provenant de la décomposition des organismes végétaux et animaux , favorisent le développement microbien , leur présence est un indice de souillure **(Cellerie,2002)**.

D'après la figure n°15, on constate que les résultats obtenus sont conformes à la norme de l'OMS sauf dans le premier et le septième prélèvement de F2.

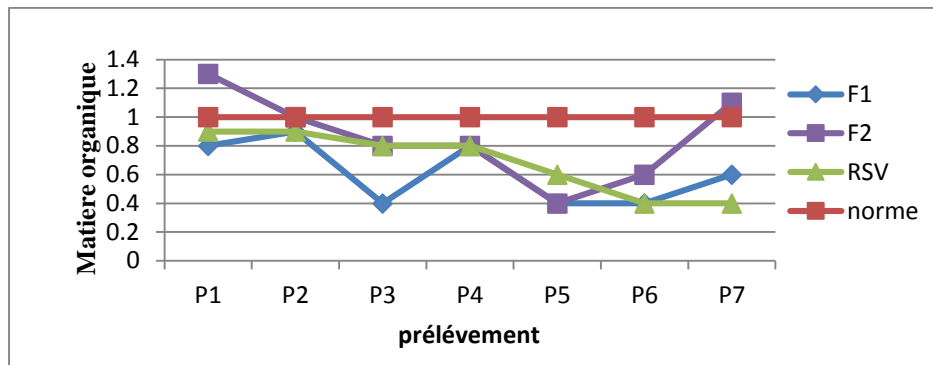


Figure n°15 : variation des matières organiques dans les forages et le réservoir .

### III-3-2-Analyses physico-chimiques de l'eau chez le consommateur

#### ➤ pH

ce paramètre est l'un des plus importants au cours de cette étude car non seulement il contrôle la corrosion mais aussi montre la stabilité de l'eau (**Hunter et al.,1980**).

A partir de la figure qui représente les variations du pH des eaux de consommation, on remarque que l'ensemble des valeurs mesurées du pH avoisinent la neutralité avec un caractère plus au moins alcalin . elle fluctuent entre 6,93 et 7,2 . les valeurs du pH sont toutes conformes a la norme de potabilité qui varie entre 6,5 et 8,5 selon l'OMS.

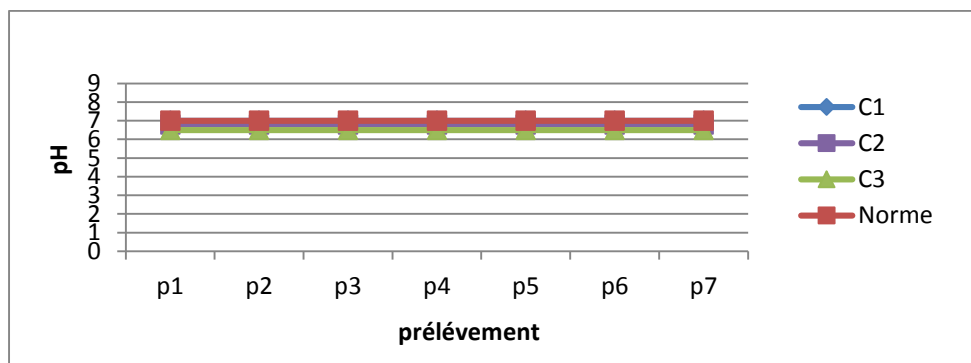


Figure n° 16: variation du pH dans l'eau de consommation

#### ➤ Température (°C)

Les valeurs représentées dans la figure n°17 montre que la T° varie entre un minimum de 19,4°C et 22,5°C.

Ces valeurs de température sont conformes a la réglementation de l'OMS qui fixe 25°C comme valeur maximale limitée .

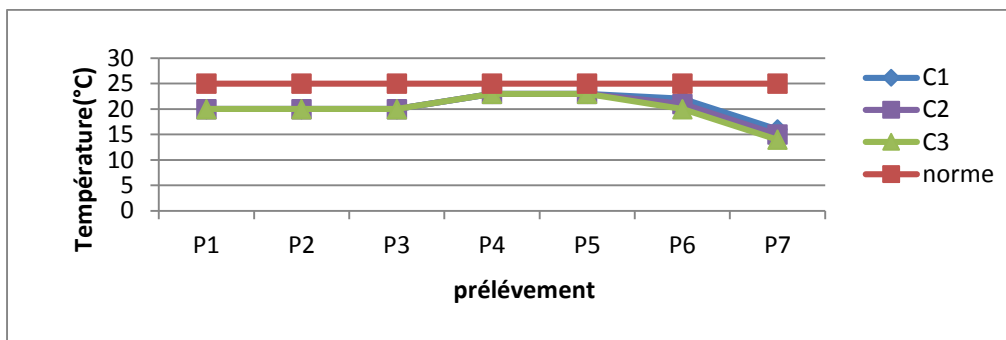


Figure n°17 : variation de la temperature dans l'eau de consommation

### ➤ Turbidité

Les résultats de mesure de la turbidité exprimé en NTU sont illustrés dans la figure n°18 on note que toutes les valeurs obtenues sont acceptables et conformes a la norme (5NTU) et la valeur maximale celle de l'échantillon C1 du prélèvement n°6 (0,7NTU).

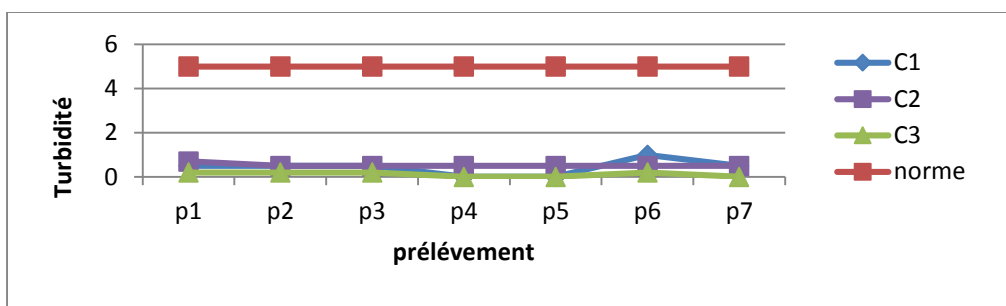


Figure n°18 : variation de la turbidité dans l'eau de consommation

### ➤ Conductivité électrique

Les résultats de mesure de ce paramètre sont illustrés dans la figure n°19 , les valeurs de la conductivité des prélèvement effectués varient entre 1950 et 2800  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Tous les résultats sont conformes a la norme recommandée par l'OMS (2800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).

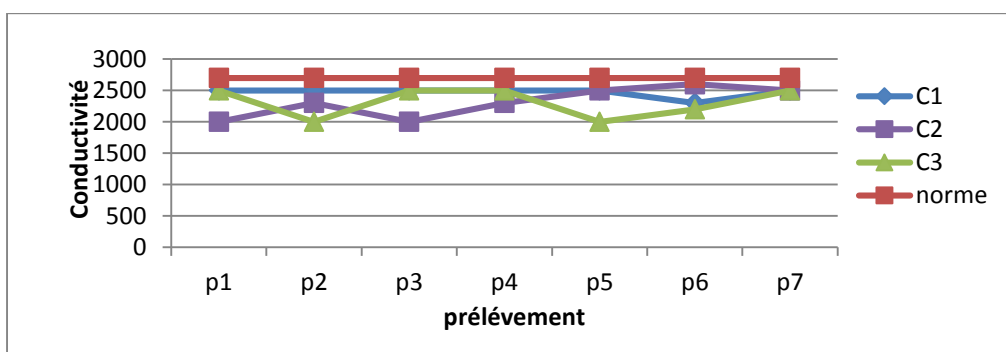


Figure n° 19: variation de la conductivité dans l'eau de consommation

## ➤ Chlorure (Cl<sup>-</sup>)

Concernant les chlorures, la figure n° 20 montre des concentrations qui varient entre 220,9mg/l et 427mg/l, ces valeurs dépassent la concentration maximale recommandée (200mg/l).

Ces fortes concentrations affectent le goût de l'eau et accélèrent la corrosion des métaux dans le réseau en fonction de l'alcalinité de l'eau. Cela peut entraîner une augmentation de la concentration de certains métaux dans l'eau (Dégrémont, 1984).

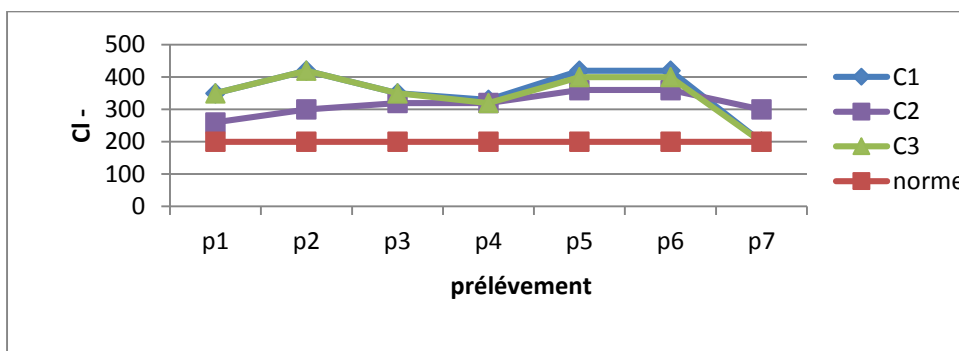


Figure n°20 : variation des chlorures dans l'eau de consommation

## ➤ Calcium (Ca<sup>++</sup>), Magnésium (Mg<sup>++</sup>) et Titre hydrométrique (TH)

D'après les résultats des analyses chimiques, on remarque que seules les concentrations en calcium de l'échantillon C2 du cinquième et sixième prélèvement (230mg/l, 203mg/l) dépassent les normes de l'OMS (200mg/l).

Les eaux de ces échantillons avec des concentrations variables en magnésium présentent une conformité à la norme (150mg/l).

Ainsi les résultats physicochimiques illustrés dans la figure ci-dessous ont révélé également l'existence d'une dureté élevée avec des valeurs de TH supérieures à la norme (50°F). Cette forte dureté est liée à la minéralisation globale.

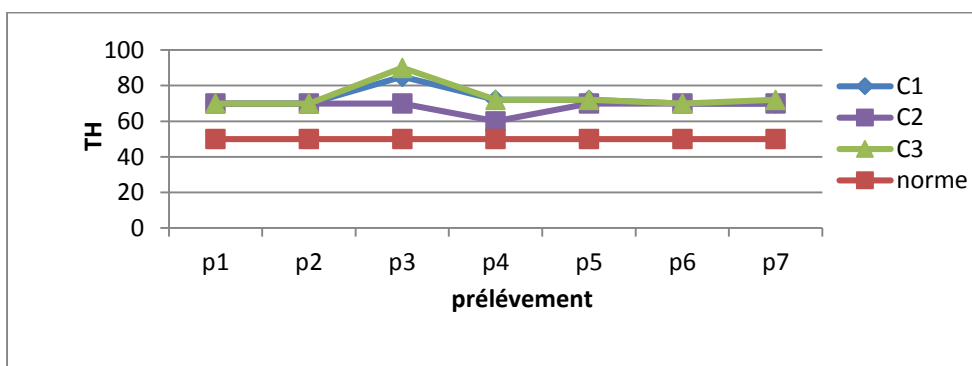


Figure n°21 : variation de TH dans les eaux de consommation



### ➤ Alcalinité

La figure n° 22 montre que les concentrations de bicarbonates sont conformes par rapport aux normes de l’OMS (250mg/l) . seuls les échantillons C1 et C3 de deuxième et septième prélèvement présentent de fortes concentration.

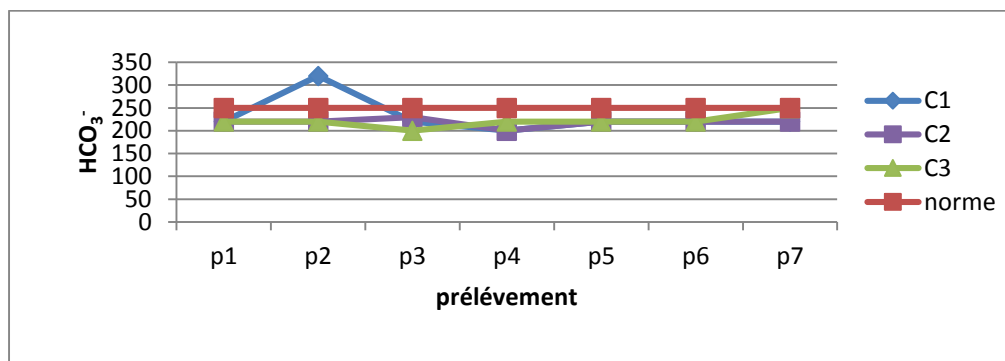


Figure n°22 : variation des bicarbonates dans l’eau de consommation .

### ➤ Sulfates (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)

Il apparait selon la figure n° 23 que les concentrations en sulfates obtenues durant la période d’étude sont très élevées par rapport aux normes (250mg/l) . on remarque que seul l’échantillon C1 de cinquième prélèvement est conforme a la norme avec une concentration de 160mg/l . les sels de sulfates sont capables d’augmenter la corrosion sur les tuyaux en métal dans le système de distribution , et des bactéries assimilant les sulfates qui peuvent produire de sulfate d’hydrogène en donnant à l’eau de robinet une odeur et un gout désagréable .

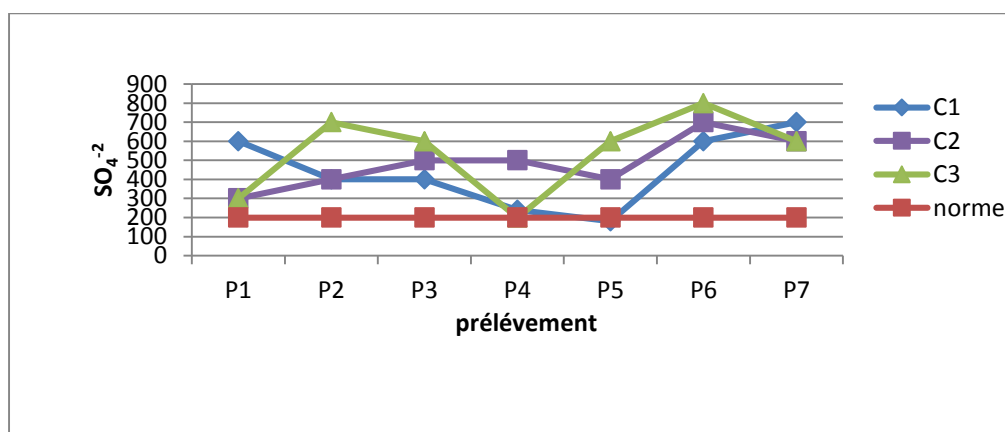


Figure n°23 : variation des sulfates dans l’eau de consommation

### ➤ Nitrates (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)

Les nitrates proviennent de l’oxydation complète de l’azote organique (OMS,1980) et leurs sources principales sont les rejets des eaux usées, les rejets industriels, les engrais, les effluents d’élevage (El wartiti et al.,2002). Les concentration des nitrates observées apparaissent acceptables et ne dépassent pas la norme adoptée par l’OMS (50mg/l).

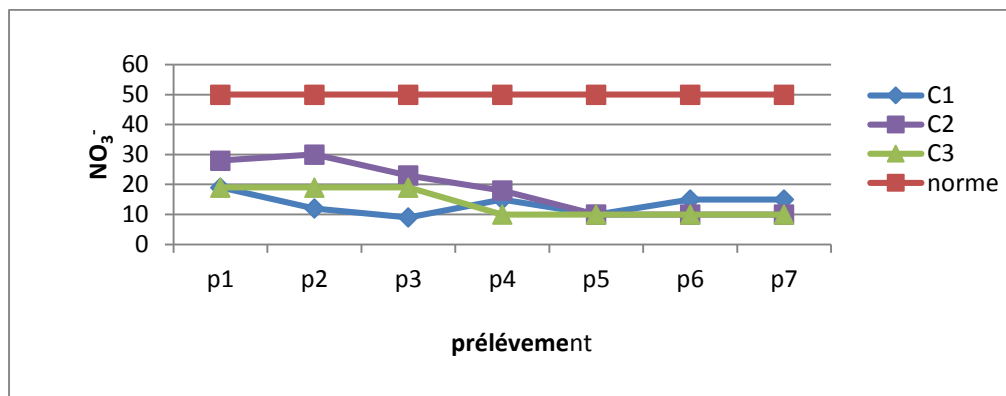


Figure n° 24: variation des nitrates dans l'eau de consommation

### ➤ Nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ) et Azote ammoniacal ( $\text{NH}_4^+$ )

A partir des résultats des analyses des indices de potabilité, nous avons constaté qu'aucun échantillon analysé ne dépasse les normes recommandées par l'OMS (0,1mg/l pour les nitrates et 0,5mg/l pour les  $\text{NH}_4^+$ ).

Ces faibles concentrations des nitrates sont dues probablement à leur transformation en nitrites par le processus d'oxydation en présence d'une quantité d'oxygène suffisante et de bactéries nitrifiantes telle que les nitrobactéries.

### ➤ Fer et manganèse

Le fer et le manganèse sont des métaux qui peuvent provoquer une coloration et sont à l'origine de dépôts dans les réseaux. Des corrosions peuvent en résulter. La lecture du tableau montre que les teneurs en fer mesurées aux niveaux des forages et du réservoir principal sont conformes à la norme recommandée par l'OMS (0,2mg/l).

Tableau n°VI : variation de la quantité de fer dans l'eau de consommation

	C1	C2	C3
P1	0	0	0
P2	0	0	0
P3	0	0,	0
P4	0	0	0
P5	0	0	0
P6	0	0	0
P7	0	0	0

Il ressort que de point de vue physico-chimique , les échantillons d'eau potable analysés sont dans l'ensemble , d'une bonne qualité au regard des normes en manganèse (0,1mg/l).

Tableau n°VII : variation de la quantité de manganèse dans l'eau de consommation

	C1	C2	C3
P1	0	0	0
P2	0	0	0
P3	0	0,	0
P4	0	0	0
P5	0	0	0
P6	0	0	0
P7	0	0	0

### ➤ Matières organique

La matière organique est un indice de potabilité , sa mesure donne les résultats représentés dans la figure n°25.

La matière organiques dans les eaux analysées se situes entre 0,2 et 1,8mg/l . on note une conformité a la norme de l'OMS (1mg/l) , sauf pour les échantillons C1 du prélèvement n°3 et n°7.

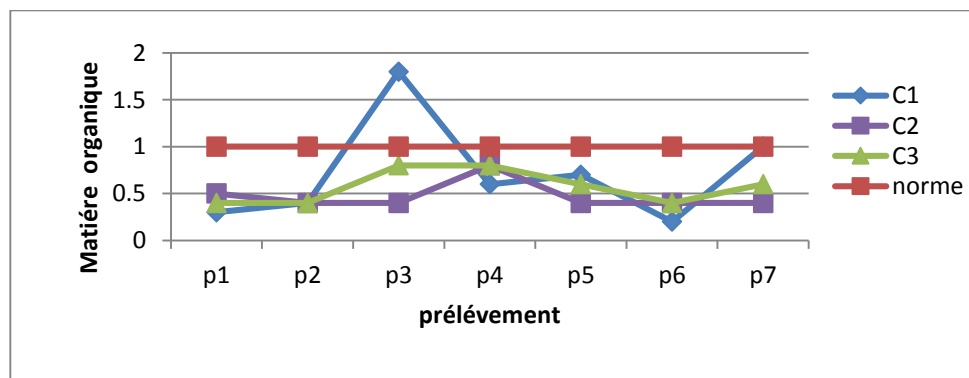


Figure n°25 : variation de matière organique dans l'eau de consommation

### III-4-Analyses bactériologiques

Les résultats des analyses bactériologiques obtenus sont mentionnées dans les tableaux (voir annexe II).

### III-4-1-Analyse bactériologique des eaux de forages et du réservoir

#### ➤ Germes révivifiables a 37°c

Concernant les résultats des analyses bactériologiques obtenues pendant toute la durée de notre travail , nous avons remarqué une présence des germes revivifiables totaux a 37°c dans le réservoir pour le prélèvement n°3 et n°4 .

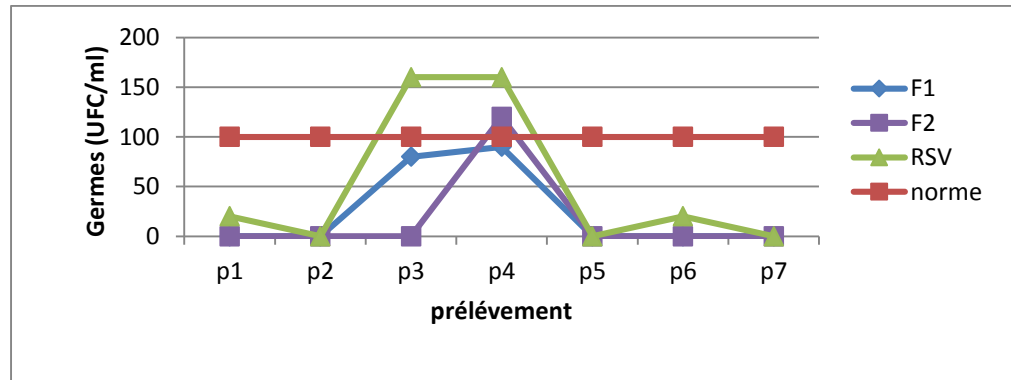


Figure n°26 : Evolution des germes totaux a 37°c dans les forages et le réservoir

#### ➤ Coliformes totaux

Concernant les coliformes totaux, nous avons enregistré l'absence totale de ces germes pour l'ensemble des prélèvements.

#### ➤ Coliformes fécaux

Par rapport aux coliformes fécaux, nous avons enregistré une absence totale de ces germes pour l'ensemble des échantillons sauf des eaux de F1 pour le premier prélèvement et F2 pour le troisième et cinquième prélèvement .

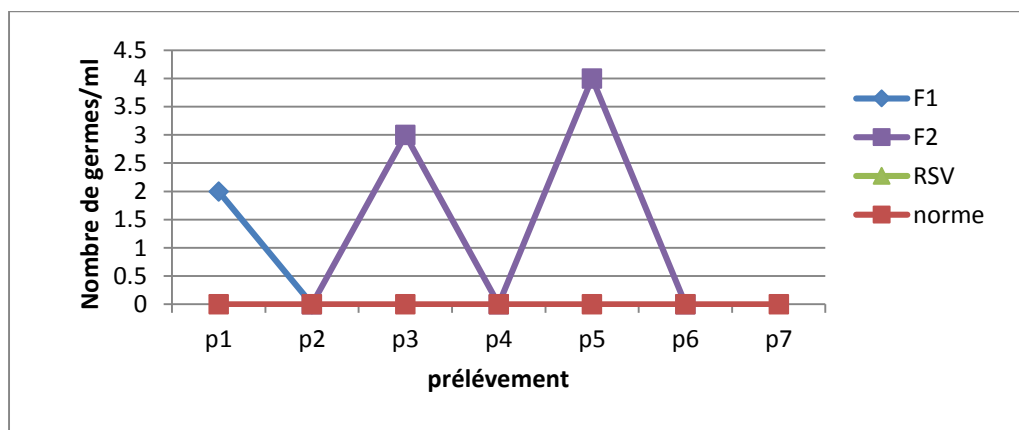


Figure n°27 : Evolution des coliformes fécaux dans les forages et le reservoir

### ➤ Streptocoques fécaux

Les résultats de la recherche des streptocoques fécaux dans les eaux des forages et du réservoir sont présentés dans la figure n°28 , il apparait que la presque totalité des échantillons analysés sont exemptes de ces germes . seul le forage F2 du cinquième prélèvement et le réservoir durant le troisième prélèvement présentent des contaminations d'origine fécale .

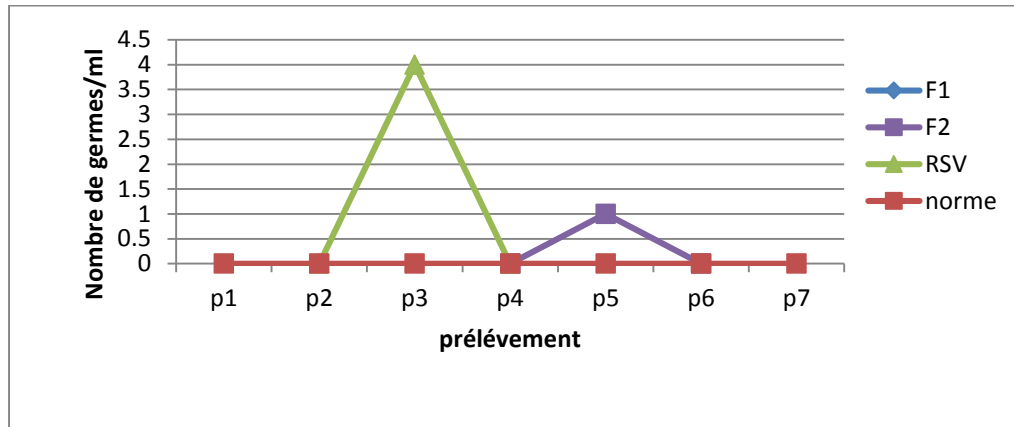


Figure n°28 : Evolution des streptocoques fécaux dans les forages et le réservoir

### ➤ Clostridium sulfito-réducteurs

Concernant les spores d'anaérobies sulfito-réducteurs , nous avons enregistré l'absence totale de ces germes pour l'ensemble des prélèvements effectués .

## III-4-2-Analyses bactériologiques des eaux distribuées

### ➤ Germes révivifiables à 37°C

Concernant les résultats des analyses bactériologiques obtenus, la figure n° 29 montre que tous les échantillons d'eau analysés présentent des valeurs admissibles et conformes aux normes recommandées par l'OMS ( 20germes/1ml).

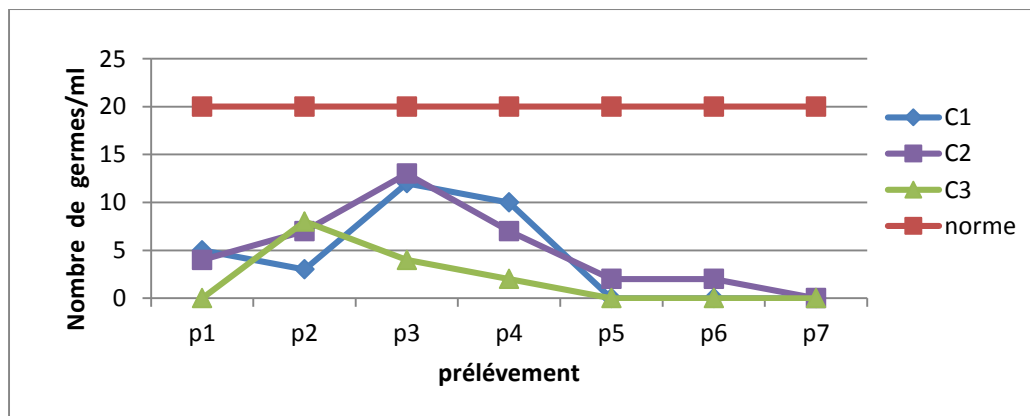


Figure n°29 : Evolution des germes totaux à 37°C dans l'eau de consommation

### ➤ Coliformes totaux

Concernant les coliformes totaux, nous avons enregistré l'absence totale de ces germes pour l'ensemble des prélèvements.

### ➤ Coliformes fécaux

D'après la figure n°30, on remarque l'absence totale des coliformes fécaux pour tous les échantillons dans différents prélèvements sauf pour les échantillons C2 du premier prélèvement, C1 du quatrième prélèvement et C3 du septième prélèvement avec des valeurs respectives de 2UFC/100ml, 1UFC/100ml, 1UFC/ml.

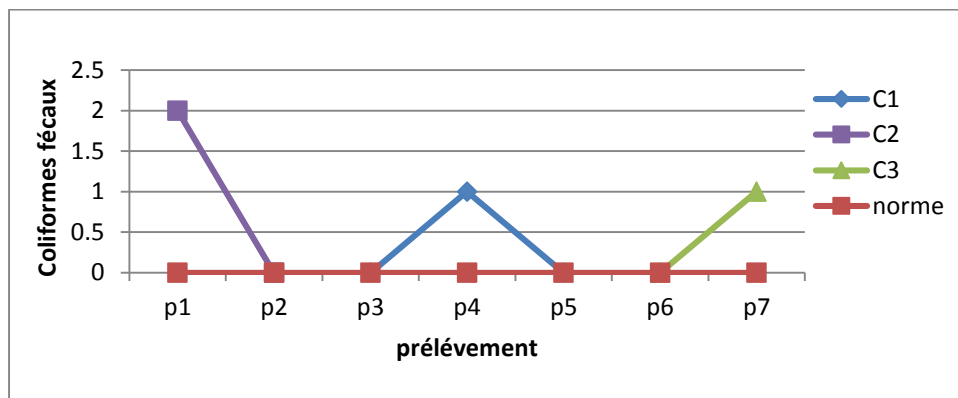


Figure n°30 : Evolution des coliformes fécaux dans l'eau de consommation

### ➤ Streptocoques fécaux

Pour les streptocoques fécaux, nous avons constaté l'absence totale de ces germes dans l'ensemble des points de prélèvements auprès des consommateurs, ceci indique une conformité aux normes de l'OMS (00/100ml).

### ➤ Clostridium sulfito-réducteurs

Les résultats des analyses effectuées révèlent une absence totale des clostridium sulfito-réducteurs dans les eaux potable distribuées dans la région de Bou Ismail.

Les résultats de cette étude concernent la physico-chimie et la bactériologie des eaux destinées à l'alimentation dans la région de Bou Ismail la wilaya de Tipaza.

Du fait de son pouvoir oxydant rémanent, le chlore est le réactif le plus utilisé pour la désinfection de l'eau. Le traitement de l'eau d'alimentation par le chlore soulève assez souvent chez le consommateur un problème organoleptique. L'eau issue du traitement peut avoir des qualités organoleptiques inférieures à celles de la ressource (**Rodier et al.,2005**).

Le test de chlore a permis d'obtenir les résultats négatifs qui peuvent être expliqués soit par l'inefficacité des traitements de désinfection ou par le mauvais entretien des canalisations des réseaux de distribution.

La qualité organoleptique de l'eau de consommation peut être influencée par certains paramètres physico-chimiques et bactériologiques. Le mauvais goût de l'eau n'est pas grave au point de vue hygiénique, mais il est désagréable quand on emploie cette eau comme boisson (**El wartiti et al.,2002**). Les odeurs sont causées par la présence dans l'eau des substances relativement volatiles. Ces substances peuvent être inorganiques comme le chlore ou bien organiques comme les nitrites résultant de la décomposition de matière animales ou végétales ou encore due à la pollution. En plus, les goûts et les odeurs désagréables peuvent être favorisés par une température élevée (**Tardat,1991**).

D'après les résultats de la mesure du pH, les valeurs obtenues se trouvent dans l'intervalle de la norme de l'OMS pour les eaux des forages distribuées dans la région d'étude.

La température a une grande importance dans l'étude de la surveillance des eaux souterraines qui gardent généralement une fraîcheur constante.

Les températures sont presque identiques et ne dépassent pas 25°C du fait que les prélèvements ont été réalisés durant la même saison.

La température des eaux souterraines est généralement constante durant toute l'année entre 12°C et 15°C lorsque l'environnement n'est pas modifié. En pratique elle n'a pas d'action directe sur la santé de l'homme. Sa diminution entraîne une augmentation de la viscosité de l'eau et également une diminution de l'efficacité des traitements dont la désinfection.

La turbidité mesurée dans les eaux des forages et celles de consommation sont largement inférieures aux normes. Selon (**Rodier et al.,2005**), la turbidité est liée à la présence de particules organiques diverses, d'argile, plancton, etc. Dans les eaux profondes, la turbidité empêche la propagation de la lumière et donc la diminution de l'intensité a pour conséquence de limiter et même d'éliminer la végétation.

La turbidité peut être considérée comme un excellent indicateur de la qualité générale d'une eau. Elle peut aussi servir « d'indice d'efficacité » de traitement de l'eau et de sa conservation dans le réseau de distribution (**Degremont,2005**).

la conductivité électrique peut également avoir pour origine l'activité humaine causée par les effluents agricoles , industriels ou domestiques qui contiennent des sels contribuant eux aussi a l'accroissement de la conductivité (**Rodier et al.,2005**) .

lorsque les valeurs de la conductivité électrique dépassent  $2000 \text{ S/cm}$  , les eaux présentent des effets laxatifs chez les consommateurs ( **Diop et tandia,1997**).

Les teneurs en chlorures des eaux sont extrêmement variées et liées principalement a la nature des terrains traversés (**Rodier et al.,2005**).

Mais selon **Tadat et Beaudry (1992)** , l'eau contient presque toujours des chlorures, mais en proportion très variable . Ainsi les eaux provenant des regions sédimentaires en contiennent des concentration élevées en chlorures . D'ailleurs, la teneur en chlorures augmente généralement avec le degré de minéralisation d'une eau . Selon **Degremont (1978)**, leurs origines c'est l'infiltration des eaux marines dans les nappes. C'est un element qui affecte le gout et la rend corrosive vis-à-vis des canalisation avec des valeurs élevées ce qui affectera la santé des consommateurs .

Généralement , les chlorures rencontrés dans les eaux proviennent essentiellement de la dissolution des sels naturels par le lessivage des terrains salés , de l'utilisation des engrais et des rejets des eaux d'origine industrielle et deomestique (**Degremont,1978**).

La teneur en calcium varie en fonction de la nature des terrains traversés. **Degremont (1978)** a rapporté que les eaux chargées en calcium sont dures et celles qui faiblement chargées sont denses .

**Rodier (2005)**, l'eau dure n'a pas d'effets nocifs sur la santé mais la formation de calcaire peut générer des désagréments materiels (entartrage des canalisations notamment ) .

D'après les normes de potabilité des eaux établies par l'OMS , on remarque que pour l'ensemble des échantillons prélevés , le titre hydrométrique dépasse généralement  $54^{\circ}\text{c}$  ; ce qui montre que les eaux de la region sont très dures. Cette valeur élevée de TH d'une eau s'explique par sa correspondance a la présence des sels de calcium et de magnésium (**Polisset et Salle,2003**). La dissolution de calcium et du magnésium resulte principalement de l'infiltration des eaux de surface a travers le sol (**Diop et tandia,1997**).

Les concentrations élevées des sulfates obtenues donnent un gout amer a l'eau, et la rend désagréable , cela explique le résultat de sondage concernant le gout .

Les concentrations des sulfates dans l'eau de consommation supérieures a  $250\text{mg/l}$  peuvent la rendre laxative et provoquer des diarrhées surtout chez l'enfant. Selon l'intolérance des consommateurs, il est susceptible d'en résulter des troubles gastro-intestinaux ,en particulier chez les sujets sensibles .

Selon **Kane(2005)**, les sulfates qui sont très solubles dans l'eau peuvent être utilisés par les bactéries comme source d'oxygène et les convertissent en hydrogène sulfaté toxique et dans ce cas la saveur de l'eau devient alors désagréable.



Les sulfates ont un effet corrosif vis-à-vis des canalisations si leurs teneurs dépassent 300mg/l (**Kane,2005**), ce qui a été le cas dans cette étude.

Les nitrates proviennent des rejets collectifs et occasionnellement de certaines industries, des élevages et des eaux de pluies(**Rodier,2005**).

**Rodier (2005)**, affirment qu'une faible teneur en azote ammoniacal peut être expliquée par le fait que l'ammonium est un élément peu stable car il se transforme rapidement par l'oxydation en nitrates et nitrites avec les variations de la température et de l'O<sub>2</sub> dissous.

L'ammonium doit être éliminé dans les eaux de consommation, car c'est un constituant qui peut permettre à certaines bactéries de proliférer dans les réseaux de distribution (**Degremont,2005**).

**Selon Monique et Beaudry(1992)**, la présence du fer dans les eaux naturelles peut être attribuée à la dissolution de roches et de minéraux ou à la corrosion des canalisations. La présence du fer dans l'eau de boisson n'a aucun inconvénient du point de vue physiologique. Les sels ferreux sont instables et se précipitent sous forme d'hydroxyde ferrique insoluble qui forme un limon de couleur rouille qui peut tacher les tissus et donner un goût métallique désagréable. D'après les résultats obtenus le fer ne présente aucune contre-indication dans cette étude.

Le manganèse accompagne généralement le fer dans les roches. Il est présent, en quantité moindre que le fer, dans les roches, son origine dans l'eau provient essentiellement de la dissolution des roches. La présence de manganèse est gênante car elle peut donner à l'eau une couleur noire et un goût métallique désagréable, ce qui n'a pas été le cas dans cette étude.

Les eaux destinées à la consommation humaine ne doivent pas contenir une teneur supérieure à 1mg/l en matière organique. Les matières organiques constituent une source nutritive pour la prolifération bactérienne. Certaines matières organiques sont à l'origine de couleur et de mauvais goût car elles favorisent le développement des algues, champignons et des bactéries. Elles peuvent également donner avec le chlore de désinfection des composés malodorants ce qui probablement a été à l'origine du mauvais goût ressenti par les consommateurs.

De nombreux micro-organismes, virus, bactéries et protozoaires, voire les champignons et les algues sont présents dans l'eau. Les conditions anaérobies généralement rencontrées dans les eaux souterraines en limitent cependant la diversité (**Degremont,2005**).

Les *Escherichia coli*, coliformes fécaux et streptocoque ont longtemps été considérés comme des germes d'origine fécale. Pour les autres espèces comme les *Clostridium sulfitoreducteurs* qui ne sont pas exclusivement fécaux mais peuvent avoir une origine tellurique. Toutefois, si les matières fécales proviennent d'un individu sain, possèdent alors une nocivité pratiquement nulle.

Selon **Rodier et al.,(2005)**, la recherche des streptocoques est associée à celle des coliformes qui constituent un bon indice de contamination fécale. Les streptocoques

témoignent d'une ancienne contamination fécale alors que les coliformes fécaux témoignent d'une contamination fécale récente souvent une contamination de la nappe phréatique .

Si une eau destinée a l'alimentation est de mauvaise qualité bactériologique, il convient d'instaurer alors un traitement qui vise a éliminer les bactéries indésirables soit a les détruire a l'aide d'un antiseptique.

## Conclusion Générale

Au terme de notre travail qui a porté sur le suivi et le contrôle de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau de consommation ou l'eau potable dans la ville de Bou Ismail la wilaya de Tipaza a partir d'un réservoir principal et de 2 forages .

Les analyses effectuées ont eu pour but de déterminer les facteurs susceptibles d'influencer la qualité de cette eau et les résultats obtenus sur une période d'observation d'environ quatre mois nous amène aux conclusions suivantes :

Du point de vue physicochimique, les eaux des forages, du réservoir ainsi que l'eau distribuée apparaissent comme plus ou moins neutres, claires et fortement minéralisées.

Une dureté élevée a été constatée.ainsi, l'ensemble des prélèvements a révélé que les eaux sont chlorurées et sulfatées.

Les résultats des paramètres indicateurs de pollution sont faibles et révèlent une absence de pollution.

Les analyses bactériologiques de l'eau prélevée chez les consommateurs montrent une bonne qualité de cette eau vis-à-vis des germes totaux avec absence des streptocoques fécaux et des coliformes totaux et des clostridium.

Les principaux facteurs qui ont influencés la qualité de l'eau sont principalement la nature des terrains de la région ainsi que la profondeur des forages.

Cependant, et selon le sondage fait par les consommateurs sur la qualité organoleptique , l'eau est désignée comme « une eau médiocre , avec une saveur désagréable » du fait probablement de la présence d'une concentration élevée en chlorures et en sulfates.

A l'avenir , il serait souhaitable de poursuivre cette étude en vue d'une comparaison des paramètres physico-chimiques qui ne respectaient pas les normes dans le souci est de préserver la santé des consommateurs dans cette région .

- ✚ **Bonvoisin ,N.2001.** Transfert des polluants a la nappe : cas de picardie « qualité et gestion de l'eau » . mémoire de magister . université de lille.75p
- ✚ **Bouziari,M.2000.** L'eau de pénurie aux maladies « Edition Ibn-khaldoun ».247p
- ✚ **Cardot,C.2002.** Génie de l'environnement :les traitements de l'eau . « Edition ellipses ». 247p
- ✚ **Cellerie,J.J.2002.** La dégradation de la qualité se l'eau dans le réseaux, paris.
- ✚ **Christen,R.2006.** les pathogènes humains et leur virulence dans les eaux de distribution. 88p
- ✚ **Dégremont,1978.**Mémento technique de l'eau , 8<sup>ème</sup>éditions , paris « Edition lavoisier,reuil-malmaison »,1200p.
- ✚ **Dégrenont,1984.** Memento technique de l'eau , 9<sup>ème</sup>éditions, tom 1, paris « Edition lavoisier « tec et doc » 1788p.
- ✚ **Dupont Morral,L.2005.** Micro-organismes : la corrosion microbienne a la loupe .p 85,86.
- ✚ **El wartiti, M.,Malaki, A.,El mahmouhi,N.2002.** Hydrochimie et vulnérabilité des aquifères souterrains.25p.
- ✚ **Gaujous,D.1995.** la pollution des milieux aquatiques, 2<sup>ème</sup> édition « Edition Québec Griffon d'argile » 987p.
- ✚ **Igor,R.1983.** décennie ; pas seulement une question de pompe ou de tuyaux ; Santé du monde, OMS.
- ✚ **Lallahem,S.2002.** Structure et modélisation Hydrodynamique des eaux souterraines ; application a l'aquifère crayeux de la bordure nord du bassin de paris. Thèse de doctorat.129p. université des sciences et technologies de Lille.
- ✚ **Ladjel,S.1994.** Contrôle des paramètres physico-chimiques et microbiologiques de l'eau de consommation . Mémoire de magister. Université de tizi ouzou.114p.
- ✚ **Mabillot,J.1995.** le forage d'eau potable « edition OPU ».63p.
- ✚ **Maiga ,2005.** Qualité organoleptique de l'eau de consommation produite et distribuée par l'EDM.SA dons la ville de Bamako : Evaluation saisonnière . thèse de doctorat en pharmacie . université de Bamako,77p.
- ✚ **OMS,1977.**Surveillance de la qualité de l'eau de boisson.Genève.

- ✚ **OMS,1980.** Nitrates, nitrites et composés N-nitroso. OMS série critères d'hygiène de l'environnement, Genève.
- ✚ **OMS,1985.** Directives de la qualité pour l'eau de boisson . Vol 1
- ✚ **OMS,1991.** Guide pour l'eau potable et assainissement.
- ✚ **OMS,1994.** Guideline for drinking-water quality . vol.1. Recommandation , 3rd Ed. World health organisation . Geneva .
- ✚ **Portos,JL.1991.** Encyclopédie médicale de la famille, Larousse, sélection des Reader's digest 1151p.
- ✚ **Rodier,J.,Bazin ,C.,Broutin,J.P.,Chambon,P. et Champsaur ,H.2005.** L'analyse de l'eau, 8<sup>ème</sup> édition « Edition DUNOD » 1384p.
- ✚ **Roland,V,2003.** Eau , environnement et santé publique « édition tec et doc ».198p.
- ✚ **Sigg,L.,BehraP.,Stumm,W.2006.** Chimie des milieux aquatiques : chimie des eaux naturelles. Et des interfaces dans l'environnement « Edition Dunod » 564p.
- ✚ **Singleton,P,1999.** Bactériologie, 4<sup>ème</sup> éditions, 415p.
- ✚ **Thierry,E.1997.** Les infections microbiennes , tom1. «édition Nathan ».128p.
- ✚ <http://www.Qualité des eaux souterraines.htm>
- ✚ <http://www.staff.amu.edu.pl/~pawula/BRGM.htm>
- ✚ <http://www.danger-sante.org/category/pollution>
- ✚ [www. SPD.htm](http://www.SPD.htm)

**Tableau N° VIII : Les Normes de la qualité physico-chimique des eaux de consommation.**

<b>Paramètres</b>	<b>Unité</b>	<b>Concentration max admissible</b>
Turbidité	UNT	5
Ph	----	6.5 – 8.5
Conductivité	µs/cm	2800 (en correspondance avec la minéralisation des eaux)
Résidus secs	mg/L	2 000
TH	° F	50
Ca <sup>+2</sup>	mg/L	200
Mg <sup>+2</sup>	mg/L	150
Na <sup>+</sup>	mg/L	200
K <sup>+</sup>	mg/L	20
SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	mg/L	400
Cl <sup>-</sup>	mg/L	500
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/L	50
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	mg/L	0.1
PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup>	mg/L	0.5
Oxydabilité (KMnO <sub>4</sub> )	mg/L	3
Oxygène dissous	mg/L	8

<b>Paramètres</b>	<b>Unités</b>	<b>Niveau Guide (NG)</b>	<b>Concentration Maximale Admissible (CMA)</b>
Odeur	Seuil de perception à 25°C	0	4
Gout	Seuil de perception à 25°C	0	4
Couleur	Echelle pt	-	25
Turbidité	NTU	1	5
pH	-	6.5- 8	-
Conductivité	µs/cm	-	2800
TDS	Mg/l	-	<100
Salinité	Mg/l	-	-
TAC	Mg/l	-	-
Dureté Totale	Mg/l	200	500
Sodium	Mg/l	-	200
Potassium	Mg/l	10	15
Calcium	Mg/l	75	200
Magnésium	Mg/l	50	150
Chlorure	Mg/l	200	500
Sulfate	Mg/l	200	400
Fer	Mg/l	-	0.3
Aluminium	Mg/l	-	0.2
Manganèse	Mg/l	-	0.5
Nitrite	Mg/l	-	0.1
Nitrate	Mg/l	-	50
Ammonium	Mg/l	0.05	0.5
Phosphate	Mg/l	-	0.5
Matière Organique	Mg/l	-	3
Oxygène Dissous	Mg/l O2	5	10
Coliformes Totaux	Nbre/100ml de UFC	-	<10
Coliformes Fécaux	Nbre/100 ml de UFC	-	0
Strep. Fécaux	Nbre/100 ml de UFC	-	0
Clostridium Sulfito-réducteurs	Nbre/20 ml de UFC	-	0

**Tableau N° IX :** les Normes des facteurs bactériologiques.

<b>Paramètres</b>	<b>Unité</b>
Coliformes fécaux	Nombre/100ml
Coliformes totaux	Nombre/100ml
Streptocoques fécaux	Nombre/100ml
Streptocoques totaux	Nombre/100ml
Clostridium Sulfite réducteur	Nombre/100ml
Salmonelle	Absence

**Tableau n°X :** Matériel utilisé pour les analyses physico-chimique et bactériologique

Analyse physico-chimique	Analyse microbiologique
-Flacon de 500 ml	-Tubes à essai
- Fioles en verre et plastique	- Portoir pour tubes à essai
- Ballons de 100 ml	- Pipettes pasteur
- Bechers de 50 ml	- Pipettes graduées
- Erlenmeyers	- Plaquons stériles pour échantillons
- Burette de 10 ml ou 25 ml	- Boîtes de pétri stériles.
- Cuvette de 10 ml ou 25 m	- Lames et lamelles
- Pipette de 2 ml	- Pincés stériles
- Eprouvette de 50 ml	- Anse d'inoculation et support
- Agitateur magnétique	- Bec Bunsen
- Baguette et papier hygiénique	- Papier buvard



Tableau n°XI : résultats de test de chlore

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
C1	+	+	+	-	+	+	+
C2	-	+	+	+	-	-	-
C3	+	+	-	+	+	+	+

Tableau n°XII : Résultats des analyses physico-chimiques

➤ Temperature

	F1	F2	Rsv	C1	C2	C3
P1	21.6	20.3	21	20.4	20.8	21.2
P2	18.4	18.5	16.5	19.9	21.1	20.3
P3	18	18.7	18	20.1	21	20
P4	21	55.5	21.9	21.8	21.7	22
P5	21	22.4	22.3	21	22.5	22
P6	23	23.5	22.5	22	21.5	20.9
P7	21	23.7	20.2	22.1	21.9	20.1

➤ Turbidité

	F1	F2	Rsv	C1	C2	C3
P1	0.329	0.144	0.209	0.474	0.576	0.223
P2	0.213	0.148	0.149	0.42	0.32	0.321
P3	0.289	0.291	0.12	0.474	0.21	0.19
P4	0.127	0.23	0.125	0.126	0.123	0.13
P5	0.108	0.119	0.124	0.123	0.32	0.29
P6	1.1	0.131	0.329	0.72	0.144	0.32
P7	0.318	0.213	0.196	0.213	0.114	0.157

➤ Conductivité

	F1	F2	Rsv	C1	C2	C3
P1	1940	2520	2300	2430	2040	2440
P2	2550	1848	2840	2400	2300	1950
P3	1940	2530	2470	2450	1950	2520
P4	2200	2190	2240	2440	2420	2590
P5	1916	2540	2410	2440	2540	1960
P6	1910	2490	2440	2300	2900	2350
P7	1910	2500	2930	2400	2290	2800

➤ pH

	F1	F2	Rsv	C1	C2	C3
P1	6.8	6.67	6.75	7.17	7.14	7.1
P2	6.8	6.75	6.68	7.01	6.9	7.1
P3	6.89	6.8	6.92	7.1	6.9	7.1
P4	6.68	6.87	6.99	7.2	7.1	6.9
P5	6.92	6.89	7.1	7.13	7.1	6.90
P6	6.93	6.88	7.08	7.02	7.1	7
P7	6.68	6.65	6.78	7.11	7	7

➤ chlorure

	F1	F2	Rsv	C1	C2	C3
P1	268	377	364	357	274	345
P2	390	290	357	427	297	317
P3	268	287	377	352	323	302
P4	281	293	287	332	323	293
P5	287	293	447	420	390	287
P6	268	383	370	420	390	358
P7	268	383	376	220	317	321

➤ alcalinité

	F1	F2	Rsv	C1	C2	C3
P1	268	377	364	357	274	345
P2	390	290	357	427	297	317
P3	268	287	377	352	323	302
P4	281	293	287	332	323	293
P5	287	293	447	420	390	287
P6	268	383	370	420	390	358
P7	268	383	376	220	317	321

➤ TAC

	F1	F2	Rsv	C1	C2	C3
P1	18.5	19	19	18	17.5	18
P2	18	17.5	18	19	17.5	19
P3	19	19	18.75	18.5	17.5	19
P4	18	18.5	18.9	16	17	18.5
P5	19	18.6	19.5	19	18	16.5
P6	19	17.5	19	18	19	19.5
P7	16.5	19	17	18.5	19	16

➤ Sulfates

	F1	F2	Rsv	C1	C2	C3
P1	851.36	816	655	626	325	365.28
P2	1002	897	590.14	392	420	700.04
P3	416.13	409	463	426	532	629
P4	1204.6	879	937.6	280	520.3	267.1
P5	416	167	168.57	130	450.9	620.7
P6	1249	720	1004.5	620	750.2	1005.1
P7	605	2213	2209.9	720	620.1	530.8

➤ Magnésium

	F1	F2	Rsv	C1	C2	C3
P1	26.4	88.8	76.8	79	60	64.8
P2	46.5	84.1	79.2	60	53	70
P3	48.6	97.2	72.9	86.2	79.1	69.3
P4	78	68.9	71.52	76.8	77.2	68.7
P5	24.3	48.6	72	60.02	70.11	69.9
P6	36	76.8	69.6	57	57	65.8
P7	48	84	72	70	69.9	64.5

➤ Calcium

	F1	F2	Rsv	C1	C2	C3
P1	148	144	176	148	164	180
P2	156	133	149	126	162	151
P3	128	136	152	148	174	197
P4	176	173	164.2	172	169	156
P5	121.5	132.16	140.17	150.7	230.17	152.02
P6	156	172	188	176	203	156
P7	140	180	176	149	157	180

➤ La dureté totale

	F1	F2	Rsv	C1	C2	C3
P1	48	73	76	70	66	72
P2	72	57	75	68	72	74
P3	52	74	76	86	73	57
P4	74	72	68	75	63	79
P5	40	53	65	76	69	57
P6	54	75	76	70	70	75
P7	55	80	74	74	76	68

➤ Nitrate

	F1	F2	Rsv	C1	C2	C3
P1	28.15	9.09	17.11	17.31	28.28	18.56
P2	12.4	12.19	9.06	13	30.4	18.09
P3	29.91	11.46	19.62	7.05	23.6	18.7
P4	11.12	9.61	9.79	16.64	17.1	11.2
P5	29.89	9.04	18.75	8.09	9.02	11.2
P6	28.25	9.74	19.14	17.34	10.74	9.65
P7	30.55	11.89	11.9	17.01	12.09	13

➤ Le fer total

	F1	F2	Rsv	C1	C2	C3
P1	0	0	0	0	0	0
P2	0.004	0.03	0	0	0	0
P3	0.005	0	0.037	0	0	0
P4	0	0	0	0	0	0
P5	0	0	0	0	0	0
P6	0.05	0.01	0.006	0	0	0
P7	0.03	0.012	0.016	0	0	0

➤ Matière organique

	F1	F2	Rsv	C1	C2	C3
P1	0.84	1.3	1.84	0.3	0.46	0.46
P2	0.96	1.03	1.84	0.39	0.38	0.46
P3	0.36	0.81	1.54	1.8	0.39	0.86
P4	0.86	0.93	0.89	0.61	0.83	0.9
P5	0.38	0.38	0.61	0.7	0.41	0.67
P6	0.29	0.66	0.36	0.21	0.4	0.35
P7	0.54	1.09	0.21	1.09	0.39	0.57

Tableau n° XIII; résultats des analyses bactériologiques

➤ Germes totaux

	F1	F2	Rsv	C1	C2	C3
P1	3	2	17	5	4	0
P2	1	4	9	3	7	10
P3	78	4	167	12	14	4
P4	88	120	176	10	4	1
P5	4	5	7	0	1	0
P6	0	21	21	0	1	0
P7	0	0	5	0	0	0

➤ Coliformes fécaux

	F1	F2	Rsv	C1	C2	C3
P1	2	0	0	0	2	0
P2	0	0	0	0	0	0
P3	0	3	0	0	0	0
P4	0	0	0	1	0	0
P5	0	4	0	0	0	0
P6	0	0	0	0	0	0
P7	0	0	0	0	0	1

➤ Streptocoque fécaux

	F1	F2	Rsv	C1	C2	C3
P1	0	0	0	0	2	0
P2	0	0	0	0	0	0
P3	0	0	4	0	0	0
P4	0	0	0	0	0	0
P5	0	1	0	0	0	0
P6	0	0	0	0	0	0
P7	0	0	0	0	0	0

## Milieux de culture

### Tergitol 7 agar au TTC

· Peptone de viande .....	5g
· Extrait de levure .....	3g
· Lactose.....	10g
· Haptadecylsufate de sodium.....	0.1g
· Bleu de bromothymol.....	0.025g
· Agar.....	12g
· Eau distillée.....	1000 ml

### m-Enterococcus

- Peptone de caséine .....	15 g
- Extrait de levure .....	5 g
- Peptone de soya .....	5 g
-Glucose .....	2 g
-Agar	
- Gélose .....	10g
-Eau distillée.....	1000ml

### Milieu LB

- Peptone.....	10g
- Extrait de levure.....	5g
- Chlorure de sodium.....	10g
- Agar.....	15g

