



Licence Sciences et Techniques (LST)

# Techniques d'Analyse et Contrôle Qualité

## TACQ

### PROJET DE FIN D'ETUDES

**Suivi des mesures de pH, turbidité et conductivité par la carte de contrôle des eaux du réservoir sud**

Présenté par :

◆ **EL HAOUAT AIDA**

Encadré par :

- ◆ **Mme RACHIDA OUAZANI (RADEEF)**
- ◆ **Pr B. Ihssane (FST)**

**Soutenu Le 16 Juin 2015 devant le jury composé de:**

- **Pr. B. Ihssane**
- **Pr. A. Oulmekki**
- **Pr. H. Souha**

**Stage effectué à RADEEF**

**Année Universitaire 2014 / 2015**



## Remerciement

Avant d'entamer ce travail, je tiens à remercier Mr. A.Lahmimi chef de département EXEAS d'être intéressé aux activités des stagiaires et d'accepter nos demandes chaleureusement et ainsi pour son accueil.

Je remercie également Mme. R.Ouazzani pour m'avoir conseillé et aidé lors du développement du travail ainsi que Mme. G.faris, Mme N.Atmani, Mme. O.Saidi, Mme. R.Bouzbiba, Mme. Z.El mekkoudi, Mr. Rabie et le reste d'équipe pour leur aide, leur disponibilité dans tous les instants, pour leur suivi lors de la manipulation et la mise au point des différentes étapes du travail.

Mes remerciements au professeur B.IHSSANE pour ses conseils et informations tout le long du stage.

J'exprime également ma reconnaissance à tous mes collègues pour leurs commentaires et suggestions.

Enfin mes derniers remerciements à ma famille et mes amis qui ont largement contribué à l'amélioration de ce modeste travail.

# Sommaire

Introduction .....	1
--------------------	---

## **Avant propos : Présentation de la RADEEF**

1. Historique .....	2
2. Activité de la RADEEF .....	3
3. Laboratoire de contrôle de qualité de l'eau .....	4
3.1 Mission du laboratoire .....	4
3.2 Activités du laboratoire .....	4
3.3 Organigramme du laboratoire .....	4

## **Chapitre 1 : Désinfection de l'eau et prélèvement des échantillons**

1. Désinfection de l'eau par l'eau de javel .....	5
2. Détermination du degré du chlore de l'eau de javel .....	5
3. Prélèvement des échantillons .....	6
4. Détermination du chlore résiduel .....	7

## **Chapitre 2 : Contrôle qualité de l'eau potable**

1. Analyse organoleptique .....	8
• Odeur .....	8
• Goût .....	8
• Couleur .....	9
2. Analyse physicochimique .....	10
• Température .....	10
• Conductivité .....	10
• Turbidité .....	11
• Potentiel d'hydrogène (pH) .....	11
• Dosage des chlorures .....	12
• Dosages des nitrates .....	12
• Dosage des nitrites .....	13
• Dosage des sulfates .....	14



- Dosage de l'ammonium .....15

**Chapitre 3 : Suivi de contrôle de paramètres physicochimiques pH, turbidité et conductivité des eaux du réservoir sud :**

1. Introduction .....	17
2. Type de carte de contrôle.....	17
• Cartes de contrôle aux mesures .....	17
• Cartes de contrôle pour attributs .....	17
3. Etapes pour tracer une carte de contrôle de la moyenne .....	17
4. Résultat et discussion.....	18
4.1. Résultat du suivi du pH.....	19
4.2. Résultat du suivi de turbidité.....	21
4.3. Résultat u suivi de conductivité .....	23
Conclusion.....	25
Annexe	

# Introduction

Sur notre planète, l'eau est partout sous des formes diverses (liquide, gaz et solide). Elle circule en permanence sur toute la surface de la terre et sous terre depuis des milliards d'année et elle recouvre 72 % des 509 millions de Km<sup>2</sup> de la surface du globe c'est ainsi qu'on surnomme la terre la planète bleue.

L'eau est indispensable à la survie de tout être vivant, animal ou végétal. Elle a des propriétés physiques originales qui résultent de la composition de sa molécule et de la façon dont ces molécules se lient entre elles.

L'eau brute, c'est-à-dire l'eau qu'on trouve dans la nature est souvent impropre à la consommation. Pour devenir potable, l'eau puisée dans la nature subit de nombreux traitements qui diffèrent selon la nature et la qualité de la ressource et elle est contrôlée pour la boire en toute sécurité.

L'eau pompée dans les nappes profondes (eaux souterraines) est, dans la plupart des cas, bonne pour la consommation sans traitement particulier, excepté une filtration et une chloration. L'eau prélevée dans les rivières ou les lacs (eau de surface), est toujours traitée dans une usine de potabilisation.

L'eau distribuée pour consommation à Fès provient des eaux de surface d'oued Sebou. Ces eaux sont traités par l'ONEE, ensuite acheminées dans des conduites jusqu'au réservoir de stockage de la RADEEF, qui est responsable de leur distribution.

La RADEEF veille à ce que l'eau potable présente une qualité respectant des normes strictes pour être distribuée après comme étant une eau exempte de risques.

Dans ce rapport, j'ai traité toutes les analyses effectuées au sein de laboratoire du contrôle qualité de l'eau potable de la RADEEF. En plus, j'ai essayé de surveiller quelques paramètres physicochimiques en établissant des cartes de contrôle pour le suivi des mesures de conductivité, pH et turbidité.

## 1. Historique

La régie autonome intercommunale de la distribution d'eau et d'électricité de la wilaya de Fès (RADEEF) est un établissement public à caractère industriel et commercial, doté de la personnalité morale et de l'autonomie financière, placé sous la tutelle du ministère de l'intérieur.

La RADEEF a été créée en date du 28 août 1969, suite à l'expiration de la concession de la distribution d'énergie électrique exercée par compagnie Fassié d'électricité, par délibération du conseil municipal de la ville de Fès.

En 1990, la régie a été chargée de la distribution d'eau et d'électricité à l'intérieur de son périmètre. Elle est également chargée de l'exploitation des captages et adductions d'eau appartenant à la ville.

A partir du 1<sup>er</sup> janvier 1996, elle a été chargée de la gestion du réseau d'assainissement liquide de la ville de Fès.

Actuellement, la RADEEF assure la distribution de l'eau et de l'électricité ainsi que la gestion du réseau d'assainissement liquide de la ville de Fès et de la commune Ain Chkef. Elle distribue ainsi l'eau potable dans les communes urbaines de Sefrou et Bhalil ainsi que dans les communes rurales suivantes Tam-Tam, Ras tabouda, Sidi hrazem, Ain tingnai, Ouled tayeb, Douar ait taleb et Douar ait elkadi.

## 2. Activité de la RADEEF :

Actuellement la RADEEF exerce 3 activités :

### ➤ Activité d'alimentation en électricité :

La RADEEF assure la distribution de l'énergie électrique de moyenne tension et basse tension aux habitants réparties sur l'ensemble du territoire de la préfecture de Fès qui regroupe la commune urbaine de la ville partagée en arrondissements : AGDAL, ZOUAGHA, SAISS, Médina, JANATES, Mérinides, et les communes Ain CHKEF et MECHOIR.

### ➤ Distribution de l'eau potable :

La régie assure l'alimentation en l'eau potable pour une population dépassant les 1 .204 .000 personnes à l'intérieur des villes de FES, SEFROU, BHALIL, ainsi que des communes rurales ; BIR TAM-TAM, RAS TABOUDA, SIDI HRAZEM, AIN TIMGNAI, OULAD TAIB, DOUAR AIT TALEB, et douar AIN ALQUADI.

### ➤ Activité d'assainissement liquide :

Elle est chargée de l'exploitation et de l'entretien du réseau d'assainissement liquide et aussi l'étude et la réalisation de nouveaux équipements. Elle intervient au niveau du territoire de la commune urbaine de Fès et dans la zone EST nouvelle.

Par ailleurs, la régie procède actuellement à l'équipement de la commune rurale d'OULED TAYEB en réseau d'assainissement liquide.

### 3. Laboratoire de contrôle de qualité de l'eau :

#### 3.1 Mission du laboratoire :

La surveillance, la protection et le traitement de l'eau sont une nécessité absolue. C'est dans cet esprit que la régie dispose d'un laboratoire, créé en 1976, bien équipé et très moderne et qui réalise des analyses organoleptiques, physicochimiques et bactériologiques sur les ressources, les eaux de système de distribution et les réservoirs pour veiller sur la qualité de l'eau livrée par la RADEEF aux consommateurs et assurer la surveillance et la désinfection de l'eau potable sur l'ensemble du système de distribution.

#### 3.2 Activité du laboratoire :

Les différentes activités du laboratoire de la RADEEF sont :

- ✚ Le contrôle et la réalisation des enquêtes sur la qualité de l'eau.
- ✚ Le contrôle des opérations de nettoyage et de désinfection des réservoirs et conduites.
- ✚ Le contrôle quotidien de la qualité de l'eau par des analyses physico-chimiques et bactériologiques.
- ✚ La détection de la source d'une fuite au niveau du réseau de distribution.

#### 3.3 Organigramme du laboratoire :

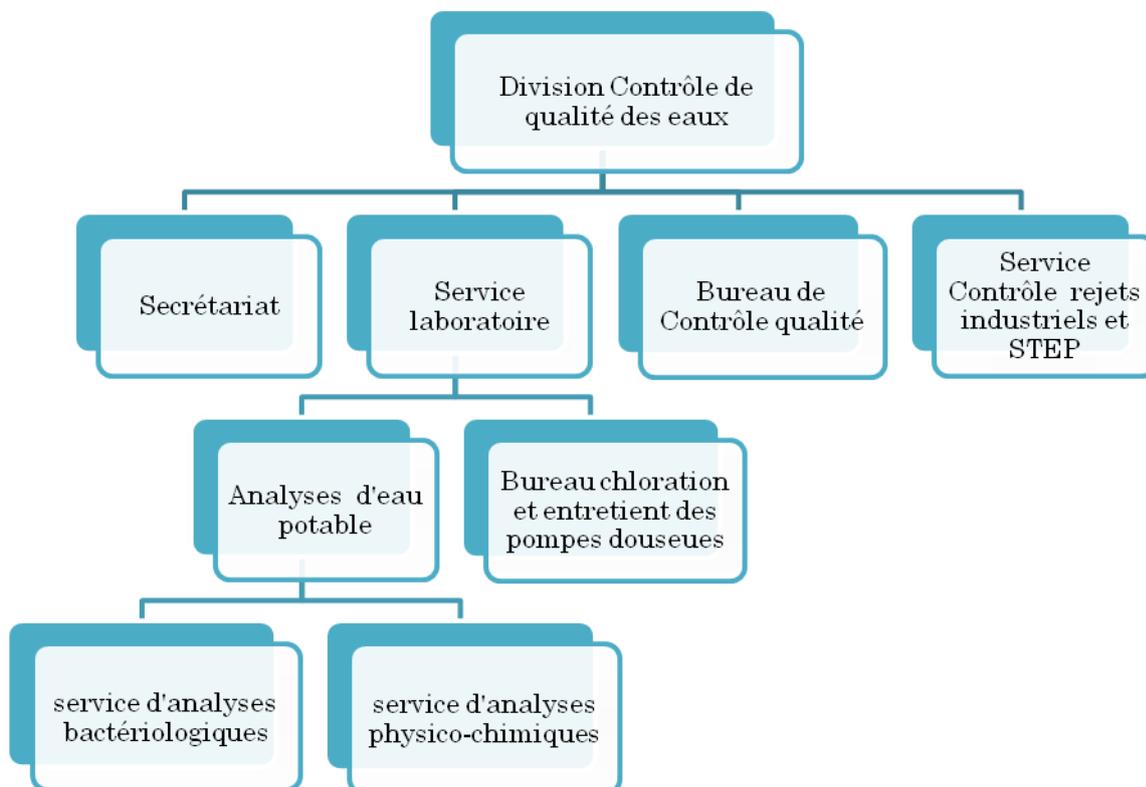


Figure 1 : organigramme du laboratoire

## 1. Désinfection de l'eau par l'eau de javel :

La désinfection de l'eau signifie l'élimination des microorganismes pathogènes ainsi que la matière organique présente dans l'eau et peuvent provoquer des maladies.

L'eau provenant de l'ONEE est déjà traitée et désinfectée. La RADEEF est responsable de la désinfection des eaux provenant des forages avant de les envoyer dans les conduites de distribution pour consommation.

La RADEEF utilise pour la désinfection de l'eau de javel. Elle en ajoute lors du pompage de l'eau du réservoir. Ensuite, les deux se mélangent dans les conduites d'eau, sauf que la concentration du chlore dans l'eau de javel doit être auparavant déterminée au laboratoire.

En effet, une concentration élevée du chlore rendait le goût de l'eau désagréable et l'eau serait pathogène et peut nuire à la santé de l'homme, tandis qu'une quantité faible n'assurerait pas la désinfection complète de l'eau.

La RADEEF doit s'assurer qu'il y a toujours une quantité suffisante du chlore qui circule avec l'eau dans les conduites.

## 2. Détermination du degré chlorométrique de l'eau de javel :

L'eau de javel utilisée ne doit pas dépasser un degré chlorométrique déterminé par la norme marocaine, c'est dans ce but qu'on fait le dosage des chlorures dans l'eau de javel.

Le mode opératoire suivi pour contrôler la teneur en  $\text{Cl}^-$  est le suivant :

- Mettre 5ml de l'eau de javel dans une fiole jaugée de 50 ml et compléter par l'eau distillée jusqu'au trait de jauge.
- prendre 10ml de cette solution, ajouter 3g de NaOH et quelques gouttes de la solution d'amidon.
- faire le dosage par une solution d'iodure de potassium (0,016mol/l).
- noter le volume lorsque la coloration devient bleue.
- calculer le degré chlorométrique : volume\*1,12.

⚡ Réactions :

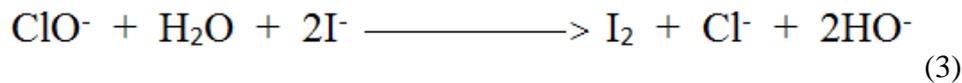
En milieu basique, les ions  $\text{ClO}^-$  se transforment en ions  $\text{Cl}^-$  comme indiqué dans la réaction (1) :



La demi-réaction d'oxydation est donnée par (2) :



La réaction globale est :



### 3. Prélèvement des échantillons :

Chaque jour, des échantillons d'eau de différents sources, réservoirs et quartiers de Fès sont prélevés avec une fréquence du prélèvement qui dépend du débit de l'eau et de populations bénéficiant de cette eau. Elle est déterminée par la norme marocaine 03.7.059.

Cette norme détermine aussi la fréquence d'analyse à effectuer sur chaque échantillon prélevé.

Selon cette norme marocaine, les analystes ont établi un planning de prélèvements et d'analyses.

Il y a deux types du prélèvement : prélèvement pour les analyses physico-chimiques et prélèvement pour les analyses bactériologiques

- Analyses physico-chimiques :

Des flacons en plastique, lavé trois fois par l'eau du robinet, sont remplis et conservés à 4°C dans une glacière.

- Analyses bactériologiques :

Un examen bactériologique ne peut être valablement interprété que s'il est effectué sur un échantillon correctement prélevé. Le prélèvement se fait dans un flacon stérilisé selon un mode opératoire précis évitant toute contamination accidentelle ou variation de la qualité et de la quantité des bactéries présentes lors du prélèvement.

Avant de procéder au prélèvement de l'eau, il faut laver les mains soigneusement et les rincer avec de l'alcool et flamber le robinet par une lampe à souder portative au gaz. Ensuite, le flacon est rempli d'eau tout en laissant la lampe près du robinet. Les échantillons sont conservés à 4°C dans une glacière et analysés dans les 6h qui suivent les prélèvements.



Figure 2 : Lampe à souder portative au gaz

Il y a 6 types d'analyses physicochimiques déterminées par la norme marocaine selon l'endroit d'où on prélève les échantillons :

- T1C et T1R sont réalisées sur les échantillons prélevés de l'intérieur du système (réseau de distribution de l'eau potable).
- T2C et T2R sont réalisées sur les échantillons prélevés de l'entrée du système (réservoir).
- T3S et T3P sont réalisées sur les échantillons prélevés des sources et des forages.

<b>T1R et T2R</b>	Température, pH, conductivité, turbidité
<b>T1C</b>	Température, pH, conductivité, turbidité, nitrates, nitrites, ammonium.
<b>T2C</b>	T1C plus le dosage des sulfates et chlorures.
<b>T3S et T3P</b>	La norme marocaine laisse l'analyste choisir les analyses qui paraissent nécessaires.

Tableau 1 : Types d'analyses

#### 4. Détermination du chlore résiduel :

Lorsque le chlore est ajouté à l'eau, il attaque la matière organique. Si on y ajout suffisamment, tout les microorganismes sensibles au chlore seront éliminer et il restera une partie dans l'eau, c'est le chlore résiduel.

Le chlore résiduel est déterminé par le test DPD (diéthyl-p-phénylènediamine) au moyen d'un comparateur visuel. Ce test consiste à ajouter un comprimé de DPD à l'échantillon. Ce dernier donne une coloration rose qu'on compare avec le disque coloré du comparateur à l'œil nue et on détermine enfin la quantité du chlore résiduel présent dans l'eau en mg/l.



Figure 3 : Comparateur visuel et DPD

Les échantillons des eaux reçues par le laboratoire de contrôle de qualité subissent plusieurs types d'analyses :

## 1. Analyses organoleptiques :

Considérés longtemps comme subjectifs, les analyses organoleptiques sont jugés aujourd'hui essentielles car c'est au travers que le consommateur se forge une idée sur la qualité de l'eau délivrée. Ces différents caractères doivent être appréciés le plutôt possible puisque certaines odeurs peuvent, par exemple, se modifier au cours du stockage (apparition d'une coloration, de précipités, etc.).

### ● Odeur :

L'odeur peut être définie comme l'ensemble des sensations perçues par l'organe olfactif en flairant certaines substances volatiles.

Une eau destinée à l'alimentation doit être inodore. En effet, toute odeur est un signe de pollution ou de la présence de matières organiques en décomposition. En fait, la molécule qui pose le plus de problème est, généralement, l'hydrogène sulfuré ( $H_2S$ ), qui possède une odeur caractéristique d'œuf pourri. Ces substances sont, en général, en quantité minime qu'elles ne peuvent être mises en évidence par les méthodes d'analyse ordinaire. Le sens olfactif peut seul, parfois, les déceler.

Les échantillons doivent être prélevés dans des récipients en verre hermétiques. Il faut bannir les récipients en plastique.

L'examen doit être pratiqué le plus rapidement possible après le prélèvement. L'échantillon peut éventuellement être conservé à 4°C en évitant toute mise en contact avec des odeurs étranges mais le temps du stockage ne doit pas dépasser 72h.

### ● Goût :

Le goût peut être défini comme l'ensemble des sensations gustatives et de sensibilités chimiques perçues par les organes gustatives.

Les échantillons à analyser doivent être prélevés dans des récipients en verre convenablement nettoyés. Les flacons seront rincés avec l'eau à prélever puis remplis complètement. Il est préférable de faire l'analyse le plus rapidement possible après le prélèvement mais les échantillons peuvent éventuellement être conservés sous réfrigération pendant 24h.

#### – Principe :

Cette mesure est basée sur une dilution de l'eau à examiner par une eau de référence. La dégustation est effectuée en commençant par les dilutions les plus grandes jusqu'à l'apparition du goût.

#### – Mode opératoire :

- Faire la dilution des échantillons dans des ballons de 250ml en ajoutant des volumes croissants de l'eau de référence.
- Avant chaque dégustation l'opérateur doit rincer sa bouche avec l'eau de référence.

- Effectuer les dégustations dans un local réservé à cet usage et s'assurer de la propreté rigoureuse de la verrerie employée.
  - Pour déguster, prendre un peu d'eau et la faire voyager d'un coté à l'autre puis rejeter, ne pas avaler les échantillons.
  - Lorsque le seuil d'apparition du goût est atteint, l'opérateur se rince la bouche et recommence la dégustation avec la dilution correspondante : ceci permet de vérifier la validité de son impression.
- **Couleur :**

La couleur de l'eau peut provenir de substances minérales comme le fer ou le manganèse et de substances organiques. En général, une eau potable doit être incolore. L'eau à examiner est mise dans un tube de nessler et comparée par des eaux de références de concentration de platine connue et noter sur les tubes de nessler. Faire la comparaison en regardant dans l'axe du tube, de haut en bas, au dessus d'une surface blanche.

Donner les résultats en unité de platine en mg/l de la solution de comparaison ayant la coloration la plus proche.

## 2. Analyses physico-chimiques :

L'eau destinée à la consommation humaine, doit satisfaire aux normes de qualité de l'eau potable. Les analyses physico-chimiques permettent la vérification de la concentration des substances inorganiques dans les eaux distribuées ainsi que leurs propriétés physiques.

### ▪ Température :

La température joue un rôle très important dans la solubilité des sels, elle agit aussi sur la conductivité et le pH. Elle permet ainsi d'obtenir des indications sur l'origine des eaux. Une baisse de la température entraîne un ralentissement des réactions chimiques, elle est mesurée au moment du prélèvement à l'aide d'un thermomètre. Pour faire les mesures du pH et de la conductivité, elle doit être comprise entre 20°C et 25°C.

### ▪ Conductivité :

La conductivité électrique d'une eau est la capacité à transporter le courant électrique. Elle dépend des substances dissoutes dans l'eau, sa mesure permet d'évaluer la quantité totale des sels dissous dans l'eau.

La conductivité dépend également de la température de l'eau, elle est importante lorsque la température augmente. Elle est mesurée par un conductimètre, mais avant d'introduire les électrodes dans l'eau à examiner, il faut bien les rincer par l'eau distillée. Les résultats sont exprimés en  $\mu\text{s}/\text{cm}$ .



Figure 4: conductimètre

pH=7	Neutre
7 < pH < 8	Neutralité approchée majorités des eaux de surfaces
5,5 < pH < 8	Eaux souterraines
pH > 8	Alcalinité, évaporation intense

Tableau 2 : pH des eaux

## ▪ Turbidité :

La turbidité est une expression des propriétés optiques d'une eau à absorber ou à diffuser de la lumière. Elle est utilisée comme indice de la présence de particules en suspension dans l'eau (débris organiques, argiles, organismes microscopiques...). L'appréciation de ces particules donne le degré de turbidité.

La turbidité est mesurée par un turbidimètre et basée sur la comparaison de l'intensité de la lumière diffractée par l'échantillon de référence.

L'eau à analyser est mise dans une petite cellule en verre qui doit être bien essuyer avant d'être mise à l'appareil présenté dans la figure 5.



Figure 5 : turbidimètre

## ▪ pH :

Le pH est indicateur sur l'acidité ou l'alcalinité de l'eau. L'acidité de l'eau provoque une corrosion des tuyauteries métalliques conduisant à une augmentation des concentrations de certaines substances métalliques tandis que la basicité de l'eau entraîne un dépôt de calcaire dans les canalisations.

Le pH dépend de l'activité des ions  $H_3O^+$  dans le milieu selon la relation  $pH = -\log[H_3O^+]$ . Sa mesure se fait par le pH-mètre présenté dans la figure 6.

Avant d'introduire les électrodes du pH-mètre dans l'eau à examiner, il faut toujours les rincer avec l'eau distillée.



Figure 6 : pH-mètre

▪ Dosage des chlorures :

✚ Principe :

La détermination de la concentration des chlorures se fait par **la méthode de mohr** qui consiste à doser les chlorures en milieu neutre par une solution titrée de nitrate d'argent en présence de chromate de potassium comme indicateur coloré. La fin de la réaction est indiquée par la l'apparition de la teinte rouge caractéristique du chromate d'argent.

✚ Réactifs du dosage :

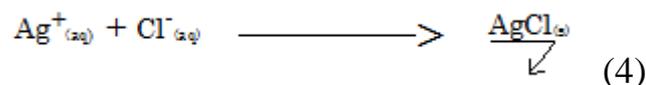
- Solution de nitrate d'argent (0,1mol/l).
- Chromate de potassium.
- L'eau distillée.

✚ Mode opératoire :

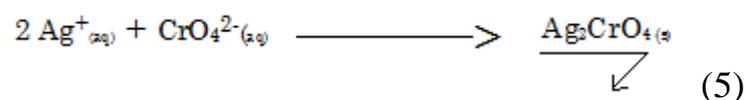
- Remplir la burette par la solution de nitrate d'argent (0,1M).
- Introduire 50ml d'eau à analyser dans un erlenmeyer.
- Ajouter quelque goutte du chromate de potassium.
- Doser le contenu d'erlenmeyer avec la solution nitrate d'argent (0,1M) jusqu'à l'apparition d'une coloration rouge brique.

✚ Réactions :

Réaction du dosage du  $\text{Cl}^-$  par  $\text{Ag}^+$  :



Lorsque tous les ions  $\text{Cl}^-$  réagissent selon la réaction (4), les ions  $\text{Ag}^+$  s'associent avec les ions chromates comme indiquer dans la réaction (5). Ceci se traduit par une coloration rouge brique :



▪ Dosage des nitrates:

Les nitrates, de formule  $\text{NO}_3^-$ , représentent la forme azotée souvent la plus présente dans les eaux naturelles. Leur présence est un indice de pollution d'origine agricole ou industrielle. D'un point de vue sanitaire, la présence des nitrates dans l'organisme humain pourrait provoquer des troubles (hypertension, anémie,...) auxquels s'ajoutent des précautions sur leur pouvoir cancérigène et leur implication dans des cas de cyanoses, notamment chez les nourissants.

### ✚ Principe :

En présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du paranitrosalicylates de sodium, coloré en jaune et susceptible d'être doser par spectrophotométrie.

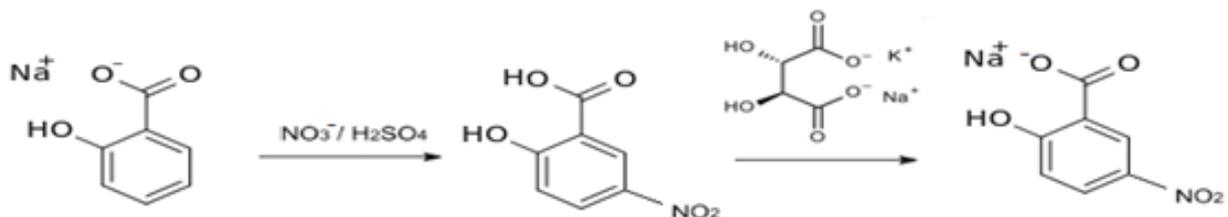
### ✚ Réactifs :

- Solution de salicylate de Na<sup>+</sup> à 0,5% (à renouveler tout les 24h).
- Acide sulfurique concentré.
- Solution d'hydroxyde de Na<sup>+</sup> et de tartrate double de Na<sup>+</sup> et K<sup>+</sup>.

### ✚ Mode opératoire :

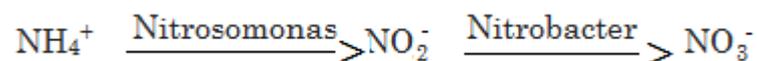
- Introduire dans un bécher 10ml d'eau à analyser et 1ml de salicylate de Na<sup>+</sup>.
- Evaporer au bain marie ou dans une étuve portée à 75°C ou 80°C.
- Laisser refroidir.
- Reprendre le résidu par 2ml d'acide sulfurique concentré.
- Attendre 10min.
- Ajouter 15ml d'eau distillée et 15ml du tartrate double Na<sup>+</sup> et K<sup>+</sup> qui développe la couleur jaune.
- Faire la lecture à l'aide d'un spectromètre à  $\lambda = 415\text{nm}$ .

### ✚ Réaction :



### ▪ Dosage des nitrites :

Suivant l'origine des eaux, la teneur en nitrites est assez variable. Les nitrites sont les sels de l'acide nitreux, de formule NO<sub>2</sub><sup>-</sup> et ils sont très nocifs pour la santé humaine, leur toxicité est identique à celle des nitrates. Sous l'action des phénomènes biologiques, l'équilibre entre l'ammoniaque, les nitrates et les nitrites peut évoluer rapidement. Il convient donc de procéder au dosage des nitrates le plutôt possibles après le prélèvement en le conservant à 4°C.



### ✚ Principe :

L'acide sulfanilique en présence du phénol, forme avec les ions NO<sub>2</sub><sup>-</sup> un complexe jaune dont l'intensité est proportionnelle à la concentration de NO<sub>2</sub><sup>-</sup>.

#### Réactifs :

- Réactif chloré.
- Eau distillée.

#### Mode opératoire :

- Introduire dans une fiole de 50ml, 40ml de l'eau à analyser.
- Ajouter 1ml du réactif chloré.
- Attendre 20 min.
- Mesurer la concentration par le spectromètre à  $\lambda = 540\text{nm}$ .

#### Dosage des sulfates :

Les sulfates proviennent du gypse et des roches volcaniques. La concentration élevée des sulfates dans un milieu aquatique est due aux rejets industriels.

#### Principe :

Les sulfates sont précipités en milieu chlorhydrique à l'état de sulfate de baryum. Le précipité ainsi obtenu est stabilisé à l'aide d'une solution de tween 20. Les suspensions homogènes sont mesurées au spectromètre à  $\lambda = 650\text{nm}$ .

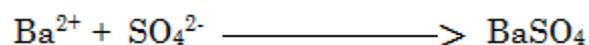
#### Réactifs :

- Solution d'acide chlorhydrique.
- Solution de tween 20 à 25%.
- Solution de chlore de baryum stabilisée.

#### Mode opératoire :

- Dans un bécher, introduire 39ml d'eau à analyser, 1ml de HCl et 5ml du chlore de baryum stabilisée.
- Agiter énergiquement et laisser reposer pendant 15min.
- Agiter de nouveau et faire la lecture à  $\lambda = 650\text{nm}$  par le spectromètre.

#### Réaction :



#### Dosage d'ammonium :

L'ammonium est un élément polluant lorsque sa concentration est supérieure à 4mg/l, car il favorise le développement des bactéries nitrifiantes.

En milieu oxydant, l'ammoniaque se transforme en nitrite puis en nitrates.

### + Principe :

En milieu alcalin et en présence de nitroprussiate qui agit comme catalyseur, les ions ammoniums traités par une solution de chlore et de phénol pour les transformer en monochloramine ( $\text{NH}_2\text{Cl}$ ) et donnent du bleu d'indophénol susceptible d'être doser par spectrophotométrie.

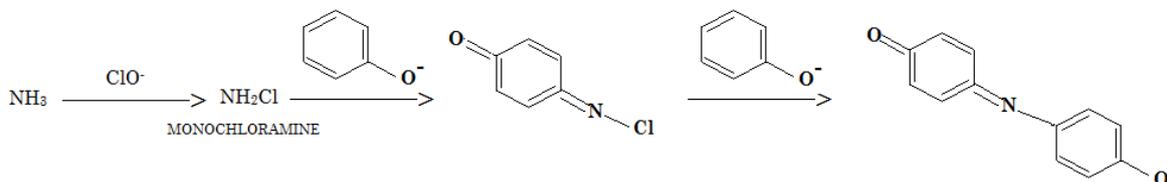
### + Réactifs :

- nitroprussiate de sodium et de phénol.
- solution chlorée : +20g de NaOH en pastille.
- +1000ml de l'eau distillée.
- +380g de citrate trisodique( $\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7, 2\text{H}_2\text{O}$ ).
- +4g de l'acide dichlorocyanurique  $\text{C}_3\text{HCl}_2\text{N}_3\text{O}_3$ .

### + Mode opératoire :

- Dans une fiole de 100ml, mettre 20ml d'eau à analyser, 1ml de nitroprussiate de sodium et de phénol et 1ml de solution chlorée.
- Agiter et placer les fioles à l'obscurité pendant au moins 6h.
- Effectuer la lecture à  $\lambda=630\text{nm}$  au spectromètre.

### + Réactions :



**\*Normes des paramètres physico-chimiques :**

Le tableau suivant présente les spécifications des paramètres physico-chimiques selon la norme marocaine 03.7.059.

<b>Paramètre</b>	<b>Expression des résultats</b>	<b>Valeur maximale admissible</b>
Odeur	Seuil de perception à 25°C	3
Saveur	Seuil de perception à 25°C	3
Couleur réelle	Unité Pt mg/l	20
Turbidité	Unité de turbidité néphalométrique(NTU)	5
Conductivité	µs/cm à 20°C	2700
pH	Unité pH	6,5<pH <8,5
Chlorures	mg/l	750
Nitrates	mg/l	0,5
Nitrites	mg/l	50
Sulfates	mg/l	400
Ammonium	mg/l	0,5

Tableau 3 : Normes physico-chimiques selon la norme marocaine 03.7.059.

## 1. Introduction :

Pour pouvoir faire le suivi de l'évolution des paramètres des eaux du réservoir sud, on a procédé comme suit :

A des intervalles de temps réguliers, on a fait des prélèvements.

Pour chaque échantillon, on a effectué des analyses physicochimiques, afin de pouvoir réaliser les cartes de contrôle de chacun des paramètres.

Ce chapitre, est donc consacré au suivi de l'évolution de la turbidité, pH et conductivité des eaux provenant du réservoir sud; pendant une durée de 31 jours, en se basant sur les cartes de contrôle de la moyenne.

Pour y parvenir, on a tracé les graphiques qui représentent, en fonction du temps, l'évolution de ces paramètres, ainsi que celle de la moyenne et des limites de surveillance et de contrôle.

## 2. Types de cartes de contrôle :

Il existe deux types de carte de contrôle :

### ▪ Les cartes de contrôle aux mesures :

But : s'assurer de la stabilité de la tendance centrale et de la dispersion d'une grandeur mesurable X. Elle est utilisée pour les variables quantitatives (poids, diamètre, épaisseur, température, volume, Puissance consommée, dosage, résistance thermique). Les différentes cartes de mesures sont les suivantes: moyenne, étendue et écarts-type.

### ▪ Les cartes de contrôle pour attributs :

Les cartes de contrôle par attributs permettent d'analyser des « produits non conformes » ou des « non conformités ». Ils sont utilisés pour contrôler la qualité avant livraison (produits fabriqués) ou la qualité à la réception (produits achetés).

## 3. Etapes pour tracer une carte de contrôle moyenne :

### ▪ Le recueil de données (mesures des paramètres) :

Dans des conditions de reproductibilité, c'est à dire sur plusieurs jours différents, collectez l'ensemble des résultats. Il est nécessaire de collecter au moins une trentaine de résultats.

- L'exploitation des résultats :  
Pour cet ensemble des résultats, on calcule :
  - La moyenne pour chaque échantillon ( $\bar{X}_i$ ) :

$$\bar{X}_i = \frac{\sum X_i}{n} ;$$

avec  $\left\{ \begin{array}{l} X_i : \text{la valeur du paramètre} \\ n : \text{nombre de répétition} \end{array} \right\}$

- La moyenne générale ( $\bar{\bar{X}}$ ) :

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum \bar{X}_i}{j} ;$$

avec  $\{j : \text{nombre d'opérations}\}$

- L'écart-type(S) :

$$S = \frac{\sum \sqrt{(X_i - \bar{X})^2}}{j-1} ;$$

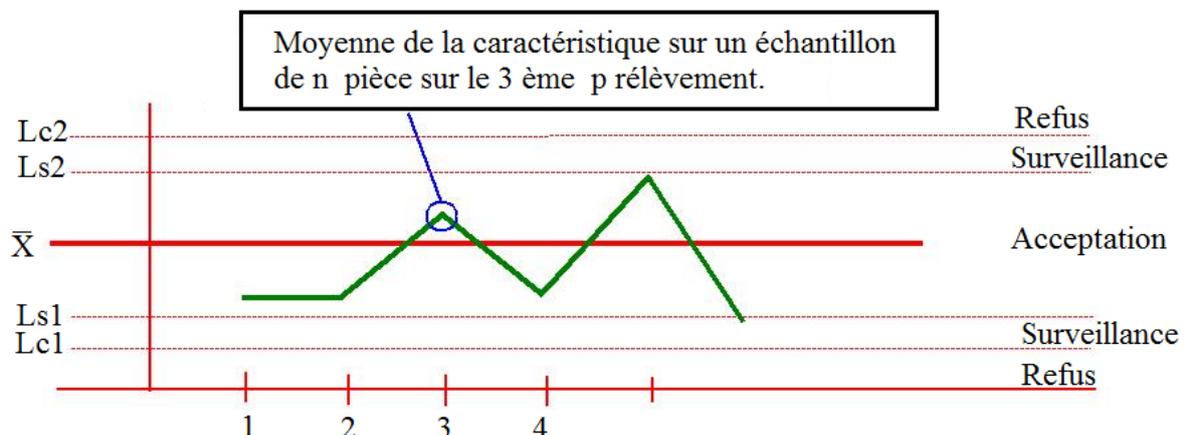
- Les limites de contrôle : l'intervalle où les mesures varient avec un niveau de confiance de 99,8%. Lorsqu'un point est en dehors de ces limites, il est considéré comme "anormal", il faut mettre en œuvre une action corrective.

- La limite de contrôle supérieure (LCS) :  $LCS = \bar{\bar{X}} + (3 * S)$
- La limite de contrôle inférieure (LCI) :  $LCI = \bar{\bar{X}} - (3 * S)$

- Les limites de surveillance : entre ces limites la variation des mesures est "normal" avec un niveau de confiance de 95%.

- La limite de surveillance supérieure (LSS) :  $LSS = \bar{\bar{X}} + (2 * S)$
- La limite de surveillance inférieure (LSI) :  $LSI = \bar{\bar{X}} - (2 * S)$

- La construction graphique de la carte sur un support papier ou informatique.



## 4. Résultats et discussion :

### 4.1. Résultat du suivi du pH :

Le tableau ci-dessous représente les mesures du pH du réservoir sud pendant 31 jours :

N°jour	Date	pH							
		x1	x2	moyenne	MG	LS inf	LS sup	LC inf	LC sup
jour1	04-mars	7,16	7,1	7,13	7,64	7,26	8,02	7,07	8,21
jour2	06-mars	7,17	7,73	7,45	7,64	7,26	8,02	7,07	8,21
jour3	09-mars	7,75	7,69	7,72	7,64	7,26	8,02	7,07	8,21
jour4	11-mars	7,99	7,8	7,895	7,64	7,26	8,02	7,07	8,21
jour5	13-mars	7,75	7,66	7,705	7,64	7,26	8,02	7,07	8,21
jour6	16-mars	7,9	7,85	7,875	7,64	7,26	8,02	7,07	8,21
jour7	18-mars	7,74	7,71	7,725	7,64	7,26	8,02	7,07	8,21
jour8	20-mars	7,83	7,72	7,775	7,64	7,26	8,02	7,07	8,21
jour9	23-mars	7,65	7,7	7,5	7,64	7,26	8,02	7,07	8,21
jour10	25-mars	7,87	7,76	7,815	7,64	7,26	8,02	7,07	8,21
jour11	27-mars	7,89	7,78	7,835	7,64	7,26	8,02	7,07	8,21
jour12	30-mars	7,74	7,65	7,695	7,64	7,26	8,02	7,07	8,21
jour13	01-avr	7,72	7,93	7,825	7,64	7,26	8,02	7,07	8,21
jour14	03-avr	7,77	7,65	7,71	7,64	7,26	8,02	7,07	8,21
jour15	06-avr	7,74	7,56	7,65	7,64	7,26	8,02	7,07	8,21
jour16	08-avr	7,56	7,61	7,585	7,64	7,26	8,02	7,07	8,21
jour17	10-avr	7,47	7,44	7,455	7,64	7,26	8,02	7,07	8,21
jour18	13-avr	7,7	7,58	7,64	7,64	7,26	8,02	7,07	8,21
jour19	15-avr	7,78	7,9	7,84	7,64	7,26	8,02	7,07	8,21
jour20	17-avr	7,67	7,45	7,56	7,64	7,26	8,02	7,07	8,21
jour21	20-avr	7,58	7,54	7,56	7,64	7,26	8,02	7,07	8,21
jour22	22-avr	7,74	7,88	7,81	7,64	7,26	8,02	7,07	8,21
jour23	24-avr	7,93	7,78	7,855	7,64	7,26	8,02	7,07	8,21
jour24	27-avr	7,42	7,19	7,305	7,64	7,26	8,02	7,07	8,21
jour25	28-avr	7,84	7,8	7,82	7,64	7,26	8,02	7,07	8,21
jour26	30-avr	7,73	7,76	7,745	7,64	7,26	8,02	7,07	8,21
jour27	04-mai	7,48	7,58	7,53	7,64	7,26	8,02	7,07	8,21
jour28	06-mai	7,36	7,33	7,345	7,64	7,26	8,02	7,07	8,21
jour29	08-mai	7,66	7,73	7,695	7,64	7,26	8,02	7,07	8,21
jour30	11-mai	7,37	7,4	7,385	7,64	7,26	8,02	7,07	8,21
jour31	13-mai	7,65	7,61	7,63	7,64	7,26	8,02	7,07	8,21

Tableau 4 : résultat du suivi du pH

Ecart-type (S) =0,189

MG : moyenne générale ( $\bar{X}$ )

MG=7,64

X1= échantillon 1

X2= échantillon 2

LS= limite de surveillance

LC = limite de contrôle

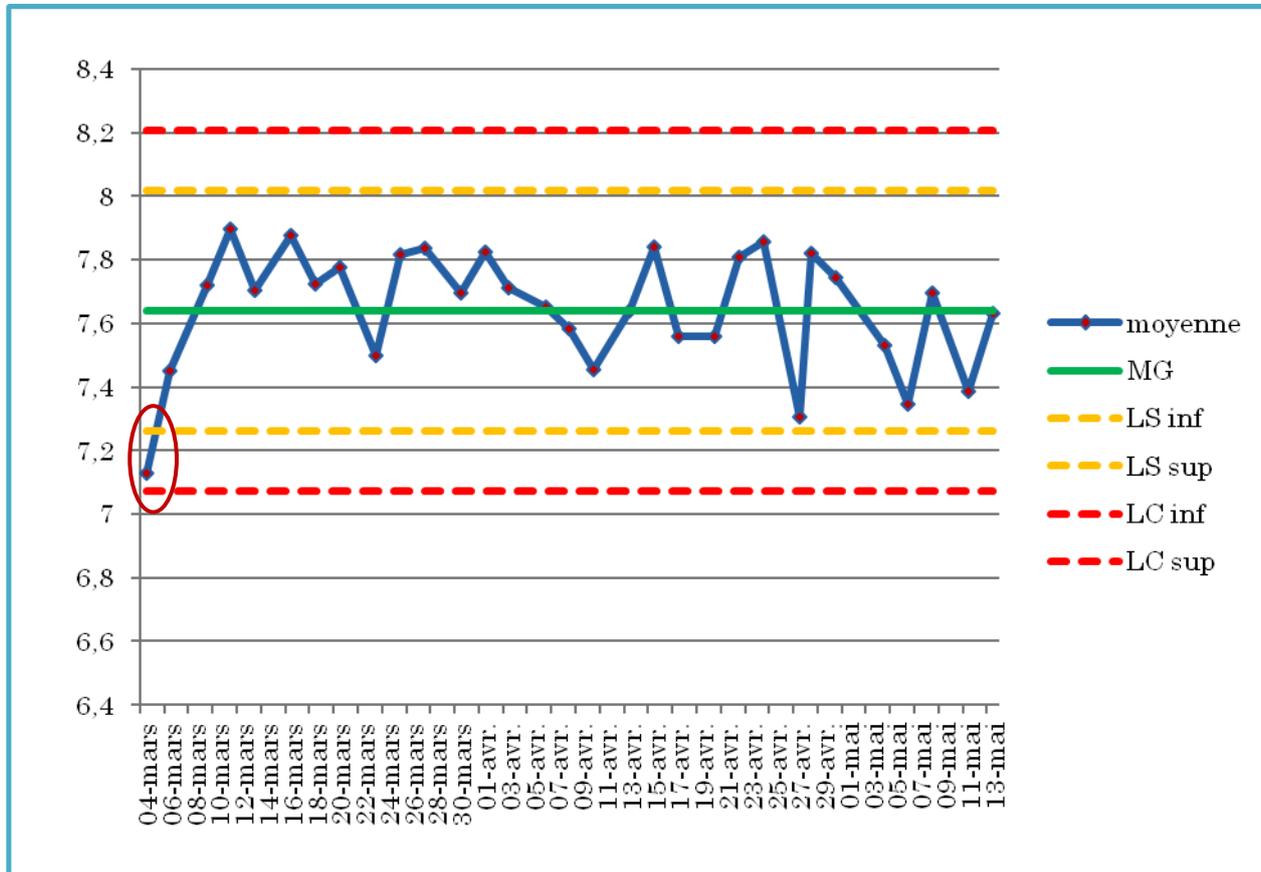


Figure 6 : carte de contrôle du pH

D'après la courbe du pH de la figure 6, on observe qu'il y a une dispersion des valeurs ainsi que tous les points ne dépassent pas les limites de contrôle, à l'exception d'un seul point qui dépasse la limite inférieure de surveillance qui correspond au 4 mars. Donc, on peut dire que le processus est sous contrôle statistique.

## 4.2. Résultat du suivi de turbidité :

Le tableau ci-dessous présente les mesures de la turbidité, pendant 31 jours, des eaux provenant du réservoir sud.

N° JOUR	Turbidité								
	date	X1	X2	moy	MG	LSI	LSS	LCI	LCS
jour1	04-mars	0,16	0,17	0,165	0,213	0,100	0,327	0,043	0,383
jour2	06-mars	0,41	0,13	0,27	0,213	0,100	0,327	0,043	0,383
jour3	09-mars	0,14	0,16	0,15	0,213	0,100	0,327	0,043	0,383
jour4	11-mars	0,209	0,501	0,355	0,213	0,100	0,327	0,043	0,383
jour5	13-mars	0,339	0,177	0,258	0,213	0,100	0,327	0,043	0,383
jour6	16-mars	0,279	0,222	0,2505	0,213	0,100	0,327	0,043	0,383
jour7	18-mars	0,191	0,26	0,2255	0,213	0,100	0,327	0,043	0,383
jour8	20-mars	0,1	0,12	0,11	0,213	0,100	0,327	0,043	0,383
jour9	23-mars	0,28	0,174	0,227	0,213	0,100	0,327	0,043	0,383
jour10	25-mars	0,15	0,215	0,1825	0,213	0,100	0,327	0,043	0,383
jour11	27-mars	0,234	0,202	0,218	0,213	0,100	0,327	0,043	0,383
jour12	30-mars	0,17	0,25	0,21	0,213	0,100	0,327	0,043	0,383
jour13	01-avr	0,094	0,185	0,1395	0,213	0,100	0,327	0,043	0,383
jour14	03-avr	0,13	0,15	0,14	0,213	0,100	0,327	0,043	0,383
jour15	06-avr	0,394	0,19	0,292	0,213	0,100	0,327	0,043	0,383
jour16	08-avr	0,184	0,265	0,2245	0,213	0,100	0,327	0,043	0,383
jour17	10-avr	0,298	0,192	0,245	0,213	0,100	0,327	0,043	0,383
jour18	13-avr	0,229	0,233	0,231	0,213	0,100	0,327	0,043	0,383
jour19	15-avr	0,187	0,204	0,1955	0,213	0,100	0,327	0,043	0,383
jour20	17-avr	0,222	0,155	0,1885	0,213	0,100	0,327	0,043	0,383
jour21	20-avr	0,22	0,307	0,2635	0,213	0,100	0,327	0,043	0,383
jour22	22-avr	0,215	0,166	0,1905	0,213	0,100	0,327	0,043	0,383
jour23	24-avr	0,319	0,33	0,3245	0,213	0,100	0,327	0,043	0,383
jour24	27-avr	0,287	0,151	0,219	0,213	0,100	0,327	0,043	0,383
jour25	28-avr	0,223	0,223	0,223	0,213	0,100	0,327	0,043	0,383
jour26	30-avr	0,205	0,203	0,204	0,213	0,100	0,327	0,043	0,383
jour27	04-mai	0,178	0,24	0,209	0,213	0,100	0,327	0,043	0,383
jour28	06-mai	0,373	0,204	0,2885	0,213	0,100	0,327	0,043	0,383
jour29	08-mai	0,188	0,179	0,1835	0,213	0,100	0,327	0,043	0,383
jour30	11-mai	0,344	0,349	0,322	0,213	0,100	0,327	0,043	0,383
jour31	13-mai	0,193	0,183	0,188	0,213	0,100	0,327	0,043	0,383

Tableau 5 : résultat du suivi de turbidité

Ecart-type (S) =0,057

MG : moyenne générale ( $\bar{X}$ )

MG = 0,213

X1= échantillon 1

X2= échantillon 2

LS= limite de surveillance

LC = limite de contrôle

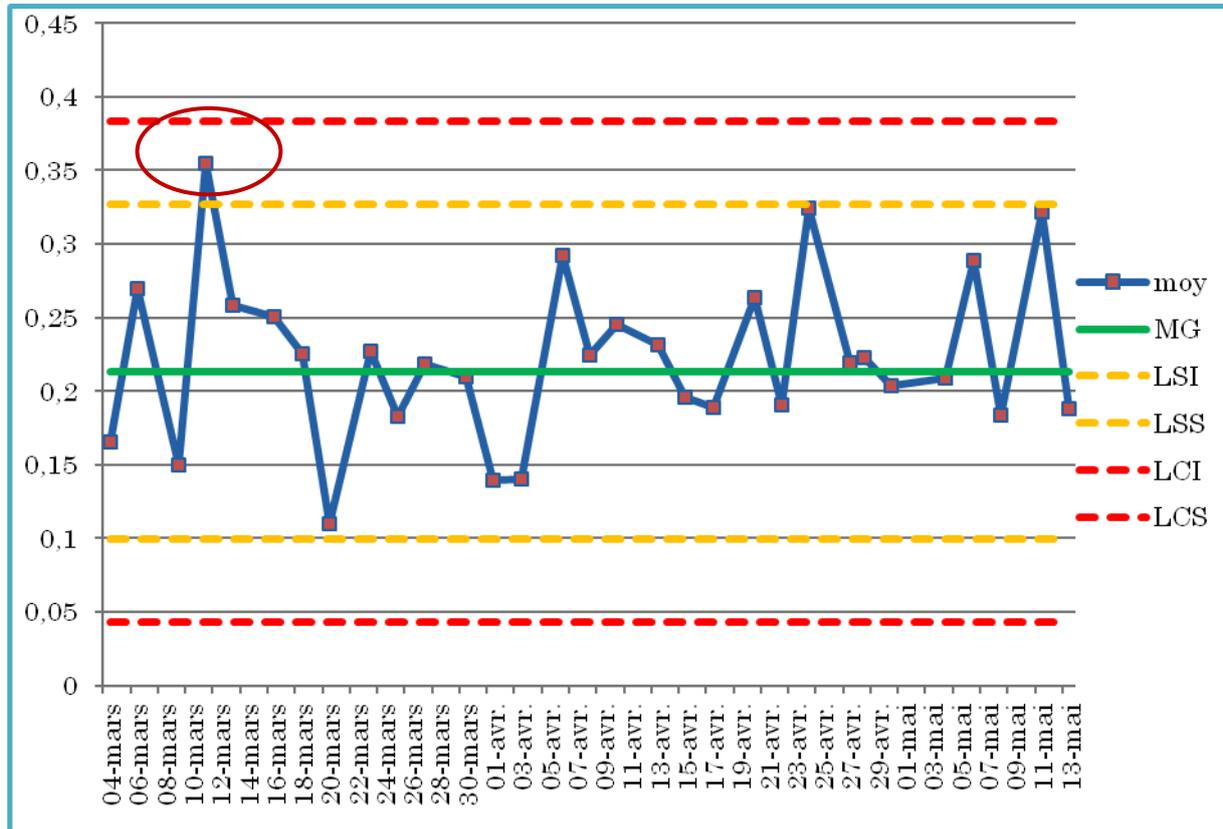


Figure 7 : carte de contrôle de turbidité

La courbe de la figure 7, construit à partir des valeurs du tableau de turbidité, présente une situation sous contrôle statistique car les points ne dépassent pas les limites de contrôle. A l'exception de point du jour 11 mars qui dépasse la limite inférieure de surveillance.

### 4.3. Résultat du suivi de conductivité :

Le tableau suivant représente les résultats des mesures de la conductivité du réservoir sud pendant 31 jours.

N°jours	DATE	Conductivité							
		X1	X2	moyenne	MG	LSI	LSS	LCI	LCS
jour1	04-mars	684	710	697	675,60	558,45	792,74	499,87	851,32
jour2	06-mars	779	775	777	675,60	558,45	792,74	499,87	851,32
jour3	09-mars	781	769	775	675,60	558,45	792,74	499,87	851,32
jour4	11-mars	684	662	673	675,60	558,45	792,74	499,87	851,32
jour5	13-mars	681	683	682	675,60	558,45	792,74	499,87	851,32
jour6	16-mars	682	684	683	675,60	558,45	792,74	499,87	851,32
jour7	18-mars	707	710	708,5	675,60	558,45	792,74	499,87	851,32
jour8	20-mars	654	640	647	675,60	558,45	792,74	499,87	851,32
jour9	23-mars	745	688	716,5	675,60	558,45	792,74	499,87	851,32
jour10	25-mars	594	553	573,5	675,60	558,45	792,74	499,87	851,32
jour11	27-mars	445	506	475,5	675,60	558,45	792,74	499,87	851,32
jour12	30-mars	754	796	775	675,60	558,45	792,74	499,87	851,32
jour13	01-avr	577	603	590	675,60	558,45	792,74	499,87	851,32
jour14	03-avr	593	616	604,5	675,60	558,45	792,74	499,87	851,32
jour15	06-avr	636	668	652	675,60	558,45	792,74	499,87	851,32
jour16	08-avr	658	675	666,5	675,60	558,45	792,74	499,87	851,32
jour17	10-avr	654	661	657,5	675,60	558,45	792,74	499,87	851,32
jour18	13-avr	684	660	672	675,60	558,45	792,74	499,87	851,32
jour19	15-avr	671	706	688,5	675,60	558,45	792,74	499,87	851,32
jour20	17-avr	658	653	655,5	675,60	558,45	792,74	499,87	851,32
jour21	20-avr	668	663	665,5	675,60	558,45	792,74	499,87	851,32
jour22	22-avr	673	682	677,5	675,60	558,45	792,74	499,87	851,32
jour23	24-avr	687	676	681,5	675,60	558,45	792,74	499,87	851,32
jour24	27-avr	692	678	685	675,60	558,45	792,74	499,87	851,32
jour25	28-avr	722	680	701	675,60	558,45	792,74	499,87	851,32
jour26	30-avr	715	688	701,5	675,60	558,45	792,74	499,87	851,32
jour27	04-mai	704	678	691	675,60	558,45	792,74	499,87	851,32
jour28	06-mai	678	715	696,5	675,60	558,45	792,74	499,87	851,32
jour29	08-mai	711	728	719,5	675,60	558,45	792,74	499,87	851,32
jour30	11-mai	698	677	687,5	675,60	558,45	792,74	499,87	851,32
jour31	13-mai	689	646	667,5	675,60	558,45	792,74	499,87	851,32

Tableau 6 : résultat du suivi de conductivité

Ecart-type (S) =58,57

MG : moyenne générale ( $\bar{X}$ )

MG= 675,60

X1= échantillon 1

X2= échantillon 2

LS= limite de surveillance

LC = limite de contrôle

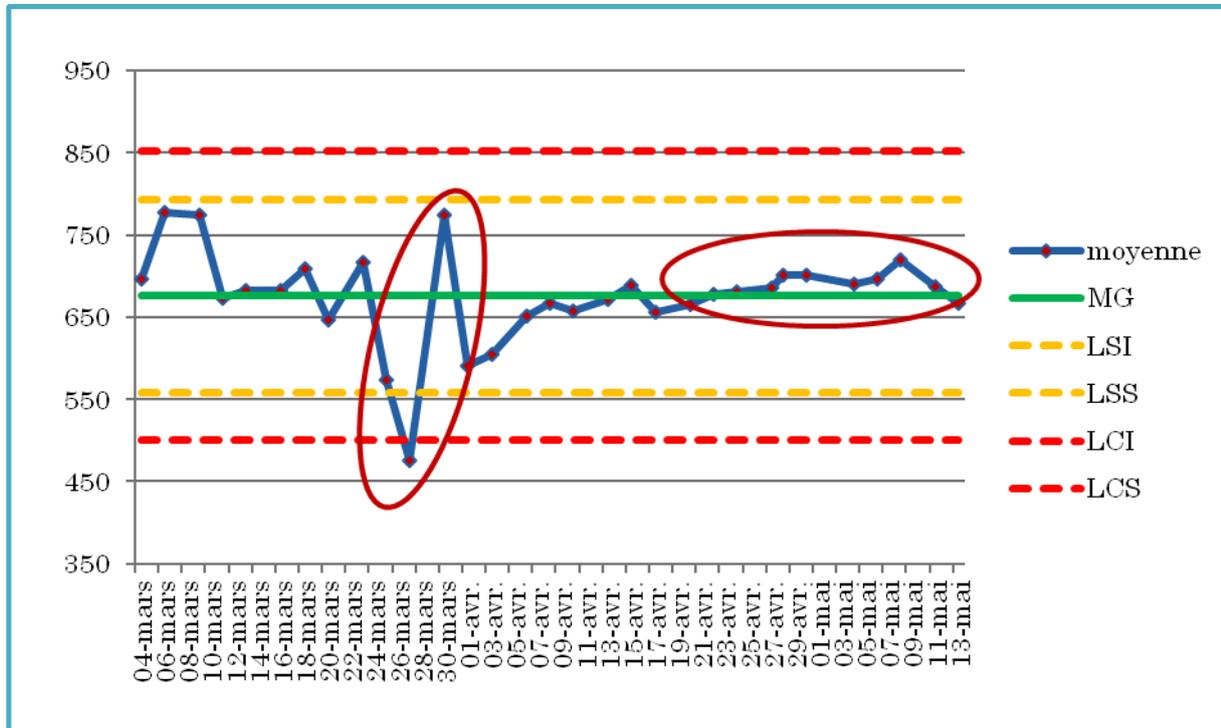


Figure 8 : carte de contrôle de conductivité

La courbe de conductivité de la figure 8 présente un point qui dépasse la limite inférieure de contrôle cela peut être due à l'ajout d'une quantité insuffisante du désinfectant ce qui a favorisé le développement des bactéries. Ces derniers ont consommé les minéraux ce qui provoque une diminution de la conductivité. On remarque qu'après cette diminution il y a une augmentation brusque de la conductivité qui est due au changement du forage qui alimente ce réservoir. Le graphe présente aussi 8 points consécutifs au-dessus de la ligne centrale et par conséquent l'appareil doit être étalonné.

En revanche, au 13 mai, on peut considérer que le processus est bien réglé.

## Conclusion

En conclusion, l'eau potable est une donnée précieuse qui ne doit pas être gaspillée et nécessite un traitement complexe et coûteux.

Il a été question dans ce projet de faire le suivi, pendant un mois, des mesures de pH, de turbidité et de conductivité du réservoir sud et l'établissement des cartes de contrôle de ces trois paramètres.

Les interprétations de ces cartes ont montré que le pH et la turbidité du réservoir sud ne présentent aucune anomalie, par contre on remarque que la carte de conductivité présente des anomalies qui sont due soit à la variété des forages qui alimentent le réservoir soit à des erreurs d'étalonnages.

Ce stage constitue certainement une étape importante dans le parcours de notre formation professionnelle. Il nous offre l'accès au monde du travail pour renforcer notre autoformation et développer notre sens d'initiative.

## Annexe

### \*Analyses bactériologiques :

Comme les bactéries, les parasites et les virus sont invisibles à l'œil nu, l'eau peut avoir un goût agréable, mais elle n'est pas forcément potable. Les microbes qui vivent parfois dans les eaux souterraines et de surface peuvent causer des maladies chez les humains qui consomment l'eau sans traitement.

L'objectif des analyses bactériologiques n'est pas d'effectuer un inventaire de toutes les espèces présentes dans l'eau, mais de chercher celles qui sont susceptibles d'être pathogènes, car l'eau potable ne doit contenir ni bactéries pathogènes ni virus qui pourraient entraîner une contamination.

Les analyses réalisées au sein du laboratoire de la RADEEF permettent de mettre en évidence la pollution fécale de l'eau. Elles représentent également un bon moyen pour contrôler l'efficacité des mesures de protection ou du traitement. Toutefois l'examen bactériologique n'est considéré correcte que si l'endroit et le matériel avec lequel on travaille sont stériles.

- Stérilisation :

La stérilisation est une méthode permettant la destruction de tous les microorganismes, elle est indispensable lors de la préparation du matériel et des milieux de culture ainsi qu'au moment de manipulation.

Le laboratoire de la RADEEF réalise la stérilisation par la chaleur. C'est un moyen physique le plus couramment employé pour la stérilisation de routine en raison de son efficacité, de la simplicité d'opération de stérilisation et de l'absence de danger pour le personnel puisqu'elle n'entraîne pas la formation de composé toxique.

La stérilisation à la chaleur est réalisée à l'aide de l'autoclave ou de la flamme :

- **Autoclave** : est un récipient à fermeture hermétique destiné à la stérilisation. Le chauffage a lieu sous pression de vapeur d'eau à une température de 100°C à 130°C pendant une durée qui varie en fonction de la température utilisée et de la pression. Il est utilisé pour stériliser tout le matériel de la microbiologie ainsi que les milieux de culture.



Figure 1: Autoclave

- **Flambage** : cette méthode est basée sur l'emploi d'un bec benzène, elle est utilisée pour la stérilisation immédiate du matériel ainsi que l'endroit du travail. Le bec benzène, réglé avec une flamme bleu, crée une zone de stérilisation d'un diamètre d'environ 20cm, toutes les manipulations d'ouverture des boîtes de pétries, d'ensemencement devront être réalisées dans ce diamètre.

- Milieux de culture :

Dans leur habitat naturel, les microorganismes se développent généralement en population mélangée et complexe contenant plusieurs espèces, ceci présente un problème pour les microbiologistes car un seul type de microorganismes ne peut pas être étudié dans une culture mélangée, donc on a besoin d'une culture pure pour caractériser une seule espèce.

Au laboratoire de la RADEEF on prépare 3 milieux de culture :

- **Tergitol-7-agar au TTC** : c'est un milieu sélectif des coliformes totaux et fécaux.

Mode opératoire :

On prend 2,46g du tergitol, on le dissout dans 400ml d'eau distillée puis on le met à l'autoclave à  $T=120^{\circ}\text{C}$  ensuite on le rajoute 2ml du réactif TTC dans 100ml du tergitol préalablement préparé et on le verse dans les boîtes de pétries qui seront par la suite conserver dans le réfrigérateur.



Figure 2 : milieux tergitol



Figure 3 : Réactif TTC

- **Slanetz** : c'est un milieu de culture utilisé pour mettre en évidence la présence des streptocoques fécaux.

Mode opératoire :

On prend 16,8g de slanetz, on le dissout dans 400ml d'eau distillée puis on le met au bain marie jusqu'à sa dissolution totale, ensuite on le verse dans les boites de pétries et on les met au réfrigérateur.

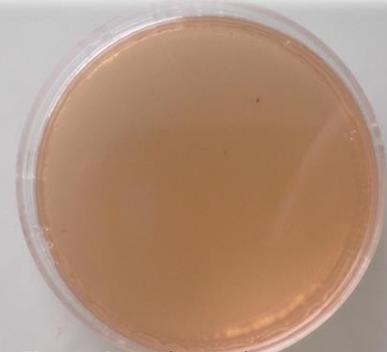


Figure 3 : milieux slanetz

- **Gélose nutritive** : on mesure 9,2g de nutriment agar, on le dissout dans 400ml d'eau distillée, on le met au bain marie à  $T=80^{\circ}\text{C}$  jusqu'à sa dissolution totale ensuite dans l'autoclave, puis on le met dans le réfrigérateur. Si on veut l'utilisée il faut la laisser dissoudre au bain marie à  $T=50^{\circ}\text{C}$ .

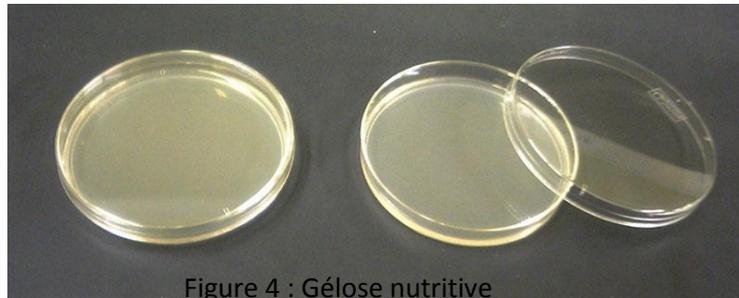


Figure 4 : Gélose nutritive

- les germes recherchés :

Les principaux germes recherchés en analysant une eau destinée à l'alimentation sont les coliformes fécaux, les coliformes totaux, les streptocoques fécaux et les germes totaux.

- Coliformes : désignent des microorganismes très réponsus, présents dans les intestins des humains et des animaux ainsi que dans le sol. leur présence dans l'eau indique une pollution fécale.
  - Coliformes totaux : cette famille comprend les microorganismes en bâtonnets, non sporogones, Gram négatifs, oxydase négatifs qui sont capables de croitre en 48h en fermentant le lactose avec production d'acide et d'aldéhyde à  $T=37^{\circ}\text{C}$
  - Coliformes fécaux : sont capables de se développer à  $44^{\circ}\text{C}$  alors qu'aucune croissance n'est observée à cette température pour les souches non fécales. La principale bactérie coliforme d'origine fécale est Escherichia-coli. Les coliformes fécaux constituent un bon test de contamination des eaux par les matières fécales. Il est à noter que les coliformes fécaux et totaux possèdent les mêmes caractéristiques avec la seule différence observée au niveau du degré de T.

- Streptocoques fécaux : sont des bactéries de formes arrondies, capables de se développer en présence d'azote de sodium à 37°C pendant 48h sans oublier que ce type de germes est un indicateur de contamination d'origine fécale ancienne tandis que les coliformes fécaux témoignent une contamination d'origine fécale récente.

Bactéries	Milieux de culture	Température d'incubation
Germes totaux	Gélose nutritive	37°C et 22°C
Coliformes fécaux	Térgitol au TTC	44°C
Coliformes totaux	Térgitol au TTC	37°C
Streptocoques fécaux	Slanetz	37°C

Tableau 1 : les bactéries recherchées et leur température d'incubation

Pour détecter ces germes on utilise deux méthodes :

- Filtration sur membrane : cette méthode consiste à filtrer un volume d'échantillon à travers une membrane stérile contenant des pores de 0,45 µm de diamètre. Les germes sont retenus sur la membrane, celle-ci est alors déposée sur le milieu de culture sélectif et incubé pendant un temps et à une température requise, selon la bactérie recherchée, permettant la croissance des colonies.



Figure 5 : filtration sur membrane

La démarche de filtration est la suivante :

1. Préparer une zone stérile par nettoyage de la paillasse par l'alcool et utilisation d'un bec benzène.
2. Mettre en place les milieux de culture.
3. Rincer le système de filtration par l'eau distillée.

4. Déposer la membrane filtrante sur le support acier de l'appareil de filtration à l'aide d'un pince qu'on flambe toujours avant l'utiliser.



Figure 6 : membrane filtrante

5. Flamber le flacon avant le verser.
6. Verser 100ml de l'échantillon.
7. Flamber le flacon avant de le fermer.
8. Lorsque tout l'échantillon est filtré soulever soigneusement la membrane à l'aide d'un pince flambé et refroidi.
9. Placer la membrane sur le milieu approprié et fermer les boites de pétries.
10. Enlever les bulles d'air qui se trouve entre le milieu de culture et la membrane.

Cette méthode est utilisée pour la détection des coliformes fécaux, les coliformes totaux et les streptocoques fécaux.

- Ensemencement en profondeur : cette méthode est utilisée pour mettre en évidence les germes totaux, elle permet le dénombrement des bactéries anaérobies, elle s'effectue en plaçant dans des boites de pétries stériles 1ml de l'échantillon et en ajoutant par la suite une quantité suffisante de la gélose nutritive, on agite doucement pour homogénéiser le milieu et l'eau à analyser, de cette manière on incorpore facilement les bactéries anaérobies. Il faut les laisser refroidir pour se solidifier ensuite incuber la moitié des boites à 37°C et l'autre moitié dans 22°C.

Bactéries	Valeur maximale admissible
Coliformes fécaux	0/100ml
Coliformes totaux	0/100ml
Streptocoques fécaux	0/100ml
Germes totaux 22°C	100/1ml
Germes totaux à 37°C	20/1ml

Tableau 2 : Normes bactériologiques