

## Licence Sciences et Techniques (LST)

### Technique d'Analyse et Contrôle de Qualité « TACQ »

### PROJET DE FIN D'ETUDES

# Validation de la méthode de mesure de la conductivité de l'eau traitée d'OUED SEBOU

#### Présenté par :

- ◆ Sanae AIT OUHSSINE

#### Encadré par :

- ◆ Mme ANNOUH Fouzia (ONEE-Branche Eau-Fès)
- ◆ Pr CHAKROUNE Said (FST)

Soutenu Le **06 Juin 2018** devant le jury composé de:

- Pr KANDRI RODI Youssef
- Pr MISBAHI Houria
- Pr CHAKROUNE Said

Stage effectué à l'Office National de l'Electricité et de l'Eau Potable –

Branche Eau

Année Universitaire 2017 / 2018

---

FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES FES

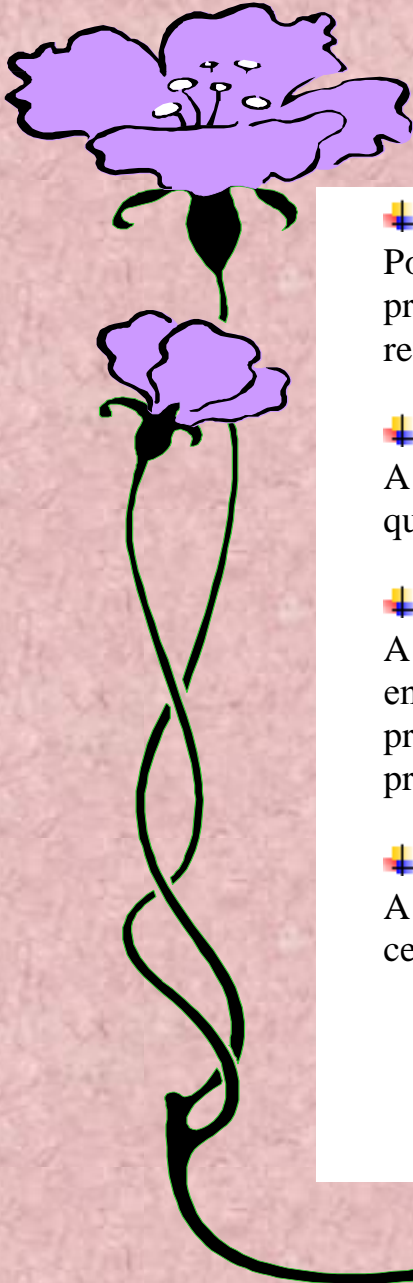
☒ B.P. 2202 – Route d’Imouzzer – FES

☎ Ligne Directe : 212 (0)5 35 61 16 86 – Standard : 212 (0)5 35 60 82 14

Site web : <http://www.fst-usmba.ac.ma>

# Dédicace

*Je dédie ce Modeste Travail :*



✚ **A ma Famille :**

Pour qui aucune dédicace n'exprimera la profondeur de mon amour et de ma reconnaissance.

✚ **A mes amis :**

A tous mes amis (es) en témoignage de l'amitié que nous partageons.

✚ **A mes chers Professeurs :**

A mes respectueux Professeurs pour les encouragements qu'ils n'ont cessé de me prodiguer, je les remercie vivement de leur aide précieuse et leurs conseils avisés.

✚ **Enfin :**

A toutes les personnes qui ont participé à ce que ce rapport puisse voir le jour.



# Remerciements

Je tiens à remercier tout particulièrement et à témoigner toute ma reconnaissance aux personnes suivantes, pour l'expérience enrichissante et pleine d'intérêt qu'elles m'ont fait vivre durant mon stage au sein de l'Office Nationale de l'Electricité et de l'Eau Potable – Branche Eau :

- **Monsieur Mohamed BERKIA** le Directeur de la région du Centre Nord qui m'a accepté au sein de son établissement.
- Je tiens à présenter mon respect, ma gratitude et mes remerciements à mes encadrants de stage, **Monsieur CHAKROUNE Saïd** Professeur à la FST de Fès, et **Madame ANNOUH Fouzia** responsable Technique à l'ONEE-Branche Eau, pour toute l'aide qu'ils m'ont apportés pour la réalisation de ce projet. Votre compréhension, votre accueil, vos remarques et vos conseils précieux m'ont beaucoup aidé.
- **L'ensemble du personnel du laboratoire régional de l'O.N.E.E – Branche Eau** : Mr BENTASSIL Driss, Mme OUALI ALAMI KALTOUM, Mr HAMDANI Driss, qui, en réalité, ont fait de leurs mieux pour me faire apprendre leur savoir-faire et leurs expériences.
- Je présente mes sincères remerciements à **Mr KANDRI RODI**, responsable de la filière TACQ et à **tous mes enseignants de la FST de Fès** pour leurs aides et leurs efforts.

*Enfin Merci à Tous*



## **LISTE DES ABREVIATIONS :**

**ER :** Eau du réseau (eau floculée, eau coagulée, eau décantée, eau filtrée)

**SST :** Sortie de station

**Tb :** Tombée de burette

**VMA :** Valeur maximale admissible

**Dév. Std :** Déviation standard (écart type) pour un échantillon.

**Ratio :** La moyenne sur la limite de détection

**Int. Conf :** Intervalle de confiance

**MES :** Matières en suspension

**NTU :** *Unité* de Turbidité Néphélométrique



**MR :** Matériel de référence

# Sommaire



- # DEDICACES
- # REMERCIEMENTS

# <u>Introduction</u> .....	1
# <u>Présentation de l'Organisme : ONEE-Branche Eau</u> .....	2
# <u>CHAPITRE I :</u> .....	3
<b>Station de traitement des eaux d'OUED SEBOU :</b> .....	4
<b>1-Station de prétraitement :</b> .....	4
1-1- Dégrillage .....	4
1-2-Relevage .....	5
1-3-Dessablage .....	5
1-4-Mélangeur .....	5
1-5-Débourbage .....	6
<b>2-Station de traitement :</b> .....	6
2-1-Ouvrage d'arrivée .....	6
2-2-Répartiteur (mélangeur) .....	6
2-3-Décanteur .....	7
2-4-Les filtres à sables .....	7
2-5-Les réservoirs .....	8
# <u>CHAPITRE II :</u> .....	9
<b>Contrôle de la qualité de l'eau :</b> .....	10
<b>1-Analyses bactériologiques :</b> .....	10
<b>2-Analyses physico-chimiques :</b> .....	10
2-1-Température .....	10
2-2-Turbidité .....	10
2-3-Détermination du pH .....	11
2-4-Détermination du pH de saturation .....	12
2-5-Chlore résiduel .....	12
2-6-Détermination du titre alcalimétrique et du titre alcalimétrique complet.....	12
2-7-Détermination de la dureté totale et du Calcium .....	13
2-8-Conductivité .....	14
<u>CHAPITRE III :</u> .....	15

<b>Validation de la méthode de mesure de la conductivité :</b> .....	16
<b>1-Assurance qualité :</b> .....	16
1-1-Définition de la validation .....	16
1-2-Objectif de la validation .....	16
1-3-Critères de la validation .....	16
<b>2-Préparation du matériel de référence (MR) :</b> .....	17
2-1-Solution mère de contrôle (1M de KCl) .....	17
2-2-Solution étalon de contrôle MR (0.01M KCl) .....	17
<b>3-Résultats :</b> .....	18
<b>4-Discussion et interprétation des résultats :</b> .....	21
<b>5-Carte de contrôle :</b> .....	21
<b>6-Discussion et interprétation de la carte de contrôle :</b> .....	22
 <b>CONCLUSION</b> .....	23
 <b>BIBLIOGRAPHIE</b> .....	24

# Introduction

L'eau est un élément essentiel pour la vie de tous les êtres vivants. Sans la présence de cette source naturelle précieuse et vitale, la vie serait extrêmement réduite car les êtres vivants sont composés en grande partie d'eau.

L'eau est essentielle pour la vie, cependant elle peut être aussi une source de maladie, c'est pour cela qu'on ne peut jamais consommer une eau brute, on doit procéder à une chaîne d'opérations que nous allons entamer dans cette présentation.

La production d'eau potable, se fait par l'exploitation d'une multitude de sources :

- + Les eaux souterraines ;
- + Les eaux de surfaces ;
- + Les eaux de mer.

L'eau est considérée comme potable lorsqu'elle ne présente aucun danger pour la santé, et afin d'assurer cela, des normes ont été établies pour fixer notamment les teneurs limites à ne pas dépasser pour un certain nombre de substances nocives et susceptibles d'être présentes dans l'eau.

Durant mon stage, effectué au sein de l'Office National de l'Electricité et de l'Eau Potable (ONEE-Branche Eau), je me suis intéressée, dans un premier temps, aux analyses physico-chimiques de l'eau, et dans un deuxième temps, à la validation de l'une des méthodes d'analyses de l'eau qui est la conductivité.

Le présent rapport est présenté comme suit :

- + Présentation de l'ONEE-Branche Eau
- + Traitement et analyses physico-chimiques de l'eau
- + Validation de la conductivité



# Présentation de l'Organisme ONEE-Branche Eau

---

L'Office National de l'Electricité et de l'Eau Potable (ONEE) est le pilier de la stratégie énergétique et bras armé de l'Etat dans le secteur de l'eau et de l'assainissement au Maroc. Depuis le milieu des années 1990, l'Office est sur tous les fronts : généralisation de l'accès à l'électricité et à l'eau potable, épuration des eaux usées et développement du service de l'assainissement liquide, modernisation et élargissement des réseaux de production, de commercialisation et de distribution des ressources électriques et hydrauliques, lutte contre le gaspillage et implémentation de nouveaux instruments et techniques d'économies de l'eau et d'électricité.

L'ONEE, né du regroupement en 2012 de l'Office National de l'Electricité (ONE) créé en 1963 et l'Office National de l'Eau Potable (ONEP) créé en 1972, s'investit pleinement dans de grands projets structurants pour le Maroc, le dotant d'infrastructures de production, transport et de distribution d'électricité et d'eau ainsi que d'épuration des eaux usées indispensables au développement durable du pays.

## Description du complexe de traitement des eaux d'OUED SEBOU :

- + Station de prétraitement ;
- + Station de pompage d'eau brute ;
- + Station de traitement ;
- + Station de pompage d'eau traitée.

## Le laboratoire régional de Fès dispose de 5 salles :

- + Une salle pour les analyses physico-chimiques ;
- + Une salle pour les analyses par spectrophotométrie d'absorption moléculaire et les analyses par chromatographie à phase gazeuse ;
- + Une salle pour les analyses par spectrométrie d'absorption atomique ;
- + Une salle d'analyses bactériologiques ;
- + Une salle de lave.



*Chapitre I :  
Station de traitement  
des eaux d'OUED SEBOU*

# Station de traitement des eaux d'OUED SEBOU

---

## 1-Station de prétraitement :

La station de prétraitement est située près de l'OUED SEBOU à 2,5 km de la station de traitement et elle est mise en service selon le taux des matières en suspension « M.E.S ».

- ✚ Si M.E.S est inférieure à 2 g/l, l'eau brute est pompée directement vers la station de traitement.
- ✚ Si M.E.S est comprise entre 2 g/l et 50 g/l, l'eau passe d'abord par un prétraitement avant d'être pompée vers la station de traitement.
- ✚ Si M.E.S est supérieure à 50 g/l on fait arrêter les 2 stations de traitement et on a recours à la nappe de Saïs pour alimenter en eau potable la ville de Fès.

Le prétraitement est une phase de traitement qui permet d'extraire de l'eau brute la grande quantité des matières en suspension, des gaz ou autres éléments qui gênent l'efficacité du traitement.

### 1-1-Dégrillage :

Le dégrillage a pour rôle de faire passer l'eau à travers des grilles qui retiennent les gros déchets et séparent les matières qui pourraient nuire à l'efficacité de l'eau. Il s'agit d'un système de protection de la station pour éviter un débouchage dans les différentes unités de l'installation.



Photo1 : Opération de dégrillage dans la station de prétraitement.

### 1-2-Relevage :

Le relevage est assuré par trois vis d'Archimède qui permettent le pompage de l'eau de l'oued vers les déssableurs.



**Photo 2 : Opération de relevage dans la station de prétraitement**

### 1-3-Dessablage :

Le dessableur sert à séparer le sable et les autres matières non dissoutes, des eaux usées par décantation.



**Photo3 : Opération de dessablage dans la station de prétraitement.**

### 1-4-Mélangeur :

Le mélangeur assure à la fois le mélange de l'eau brute avec un polymère (polyélectrolyte) pour casser la stabilité colloïdale et augmenter la taille des particules contenues dans les eaux brutes ainsi la répartition de l'eau dans les déboueurs. —

### 1-5-Débouage:

Il permet d'éliminer les boues et de supprimer les particules en suspension.



**Photo4 : Opération de débouage dans la station de prétraitement.**

## **2-Station de traitement :**

La phase de traitement vient après les opérations de prétraitement qui permettent à l'eau d'être moins chargée en matière en suspension, la station comporte un ensemble d'ouvrages de traitement de l'eau brute pour devenir conforme aux normes définies par la réglementation selon les étapes suivantes :

### 2-1-Ouvrage d'arrivée :

Cet ouvrage reçoit l'eau brute en provenance de la station de prétraitement.

A la sortie de l'ouvrage d'arrivée se fait l'injection du :

**2-1-1-Chlore (pré-chloration) :** le traitement de l'eau par chloration permet d'éliminer de façon simple et à faible coût la plupart des microbes, bactéries, virus et germes responsables de maladies comme la dysenterie, la typhoïde et le choléra. Il ne peut toutefois détruire certains microorganismes. La chloration désinfecte donc l'eau mais ne la purifie pas entièrement.

**2-1-2-Sulfates d'alumine (la coagulation) :** consiste à déstabiliser les colloïdes en éliminant la charge électrostatique (négative) afin de favoriser leur rencontre par addition de sulfate d'alumine.

### 2-2-Répartiteur (mélangeur) :

C'est un ouvrage qui assure la répartition de l'eau brute sur les six décanteurs par l'intermédiaire des vannes manuelles. A ce niveau se fait l'injection du polymère (la floculation) : dont le but est l'agglomération de particules déstabilisées en micro floc et ensuite en floes qui seront décantés au niveau des décanteurs. Le flocculant utilisé est un polymère (le polyélectrolyte).

### 2-3-Décanteur :

Après l'étape de l'ajout des réactifs, l'eau est acheminée dans les bassins dits de décantation. Là, sous l'effet de leur poids, les particules gravitent vers le fond où elles se déposent.

Il existe de nombreux types de décanteurs, ceux utilisés à la station sont au nombre de six, chacun possède un débit à traiter de 900 m<sup>3</sup>/h.

La décantation permet aux floccs de s'agglomérer pour former de la boue qui sera récupérée au fond du cône, tandis que l'eau traitée est évacuée pour le haut, par débordement puis sera ensuite acheminée vers les filtres.



**Photo5 : Opération de décantation dans la station de traitement**

### 2-4-Les filtres à sables :

La filtration est un procédé physique qui permet de faire passer l'eau à travers un milieu poreux, on trouve la filtration par le sable qui est une méthode employée et très robuste pour enlever les solides en suspension de l'eau, le filtre se compose de plusieurs couches de sable de taille et de densité différentes.

Ce traitement doit réduire la turbidité de l'eau à des valeurs inférieures ou égales à 0.5 NTU (Unité de turbidité néphélométrique).



**Photo 6 :Filtres**

### 2-5-Les réservoirs :

A la fin du traitement, l'eau filtrée est stockée dans des réservoirs, elle va être stérilisée par une chloration finale si nécessaire, qui constitue une garantie supplémentaire pour sa potabilité, le chlore résiduel libre doit être maintenu dans l'ordre de 0.8 mg/l à la sortie de réservoir.

L'eau est devenue potable et prête à être acheminée vers le réservoir de BAB HAMRA de la RADEEF.

A decorative border in shades of blue and white, featuring stylized flowers, swirls, and circular patterns, framing the central text.

*Chapitre II :  
Contrôle qualité de l'eau*



# Contrôle qualité de l'eau

---

## 1-Analyses bactériologiques :

Les bactéries constituent le groupe le plus important des micro-organismes en raison du nombre et de variété des espèces rencontrées.

L'eau ne doit contenir ni microbes, ni bactéries pathogènes, ni virus qui pourraient entraîner une contamination biologique. Un certain nombre d'analyses doivent donc être effectuées afin de s'assurer de la potabilité de l'eau. Ces analyses consistent à réaliser un dénombrement bactérien sur l'eau brute et l'eau traitée pour contrôler la qualité bactériologique de l'eau. Parmi les micro-organismes recherchés on trouve : les bactéries coliformes, Escherichia coli, Entérocoques intestinaux, Clostridium.

## 2-Analyses physico-chimiques :

### 2-1-Température :

La mesure de la température doit être faite sur place au moment de prélèvement à l'aide soit d'un thermomètre soit d'une sonde (en °C). Le conductivimètre et le pH-mètre possèdent généralement une sonde de température intégrée.

Le changement de la température a une grande influence sur les eaux :

- ✓ Accélère les réactions chimiques et biochimiques ;
- ✓ Accélère la dissolution des métaux lourds ;
- ✓ Agit sur la densité et la viscosité ;
- ✓ Diminue l'effet du chlore résiduel.

### 2-2-Turbidité :

La turbidité a pour origine la présence des matières en suspension, tels que l'argile, le limon, les particules organiques, le plancton et d'autres organismes microscopiques.

Une turbidité élevée donne une mauvaise apparence à l'eau traitée et peut nuire aux procédés de désinfection. La turbidité est déterminée par néphélométrie.

Le principe de la néphélométrie consiste à mesurer la lumière dispersée par les particules en suspension présentes dans une cellule en verre 90° par rapport au faisceau de lumière incident. La VMA $\leq$ 5NTU, mais de préférence d'avoir une turbidité : TUB<0.5 d'après les bons pratiques du laboratoire.

### **Mode opératoire :**

- Agiter l'échantillon puis remplir la cuvette ;
- Essuyer et placer la cuve dans le puits et fermer le capot ;
- Presser sur ENTRER puis lire la valeur affichée.



*Figure 1 : Turbidimètre*

### **2-3-Détermination du pH :**

Le pH représente la concentration des ions hydrogènes dans une solution. Il est mesuré à l'aide d'une électrode de verre dont le potentiel varie en fonction de la concentration des ions hydrogène. Ce potentiel est mesuré par rapport à une électrode de référence à l'aide d'un potentiomètre à haute impédance communément appelé pH-mètre.

$$6,5 < \text{VMA pH} < 8,5$$

Pour que la désinfection de l'eau par le chlore soit efficace, le pH doit être de préférence inférieur à 8.

### **Mode opératoire :**

- Plonger l'électrode dans l'échantillon ;
- Attendre jusqu'à stabilisation du signal ;
- Noter la valeur affichée.



*Figure 2 : pH-mètre*

### **2-4-Détermination du pH de saturation :**

Le pH de saturation consiste à connaître la nature des eaux.

**Mode opératoire :**

- Dans un bécher introduire :
  - 250ml d'eau à analyser ;
  - Carbonate de calcium ;
- Agiter pendant 3h ;
- Laisser le bécher pour se décanter pendant 24h
- Prendre 200ml du surnageant ;
- Mesurer le pH de saturation.

⇒

Expression de résultat : -  
 $0.3 < \text{pH} - \text{pH}_s < +0.3$

Eau entartrante ← ————— → Eau agressive

**2-5-Chlore résiduel :**

Le test du chlore sert à détecter, par un dosage colorimétrique, la teneur du chlore résiduel de l'échantillon en mg/l. L'ajout du DPD N°1(di-éthylparaphénylène diamine), sous forme de comprimé donne en présence du chlore résiduel une coloration rose. Des disques colorés étalonnés spécifiques et un comparateur sont utilisés pour la déduction des différentes teneurs en chlore.

**Mode opératoire :**

- Placer l'échantillon dans un tube ;
- Ajouter le N°1 broyé ;
- Lire la valeur à l'aide du comparateur.

→0.1mg/l<ER<1mg/l

→0.5mg/l<SST<1mg/l



**Figure 3 : Comparateur**

**2-6-Détermination du titre alcalimétrique et du titre alcalimétrique complet :**

L'alcalinité complète d'une eau correspond à la présence des hydrogencarbonates, carbonates et hydroxydes. Cette méthode de dosage est destinée à l'analyse des eaux naturelles et traitées.

**TA** : le titre alcalimétrique ou TA correspond à la neutralisation des ions hydroxydes et à la transformation des ions carbonates en hydrogénocarbonates par un acide fort.

$$\text{TA} = [\text{OH}^-] + 1/2[\text{CO}_3^{2-}]$$

**TAC** : le titre alcalimétrique complet ou TAC. Correspond à la neutralisation par acide fort des ions hydroxydes, carbonates et hydrogénocarbonates.

$$\text{TAC} = [\text{OH}^-] + [\text{CO}_3^{2-}] + [\text{HCO}_3^-]$$

⇒

**Mode opératoire :**

**2-6-1-Détermination de l'alcalinité composite titrable (TA) :**

Prélever 100ml d'échantillon et la mettre dans un erlenmeyer de 250ml, ajouter 1 à 2 gouttes de phénophtaléine. Agiter. Si aucune coloration rose ne se développe l'alcalinité composite est nulle. Si une coloration rose est obtenue, titrer avec l'acide chlorhydrique 0.1N jusqu'à la disparition de la couleur rose.

**2-6-2-Détermination de l'alcalinité totale (TAC) :**

Ajouter 2 gouttes de solution hélianthine à la solution sur laquelle a été déterminée l'alcalinité composite titrée. Continuer à titrer avec la solution d'acide jusqu'au changement de couleur de jaune à jaune orangé.

$$\text{TAC} = \text{Tb (még/l)}$$

**2-7-Détermination de la dureté totale et du Calcium :**

La dureté totale ou titre hydrotimétrique d'une eau est la concentration totale en ions calcium, magnésium et autre cations bivalents et trivalents dans cette eau.

Cette méthode s'applique à la détermination de la dureté totale dans les eaux superficielles et les eaux souterraines.

⇒

Titration complexométrique molaire des ions calcium et magnésium avec une solution disodique de l'acide éthylène diamine tétra acétique (EDTA) à pH 10.

⇒

**Mode opératoire :**

**2-7-1-Détermination de la dureté du Calcium :**

- Introduire successivement dans un erlenmeyer :
  - 100ml d'eau traitée ;
  - 5ml de la solution tampon (NaOH) ;
  - Une spatule de Calcone ;

- Titrer par la solution EDTA jusqu'à l'apparition d'une coloration rouge.

$$[Ca^{2+}] = Tb * 8(mg/l)$$

### 2-7-2-Détermination de la dureté totale :

- Introduire successivement dans un erlenmeyer :
  - 100ml d'eau traitée ;
  - 5ml de la solution tampon (NH<sub>4</sub>Cl+NH<sub>3</sub>) ;
  - Une spatule du Noir Eriochrome ;
- Titrer par la solution EDTA jusqu'à l'apparition d'une coloration bleu foncée.

$$TH = Tb * 0,4(méq/l)$$

### 2-8-Conductivité :


La conductivité d'une solution est la mesure de la capacité des ions à transporter le courant électrique. Ce passage du courant électrique s'effectue par la migration des ions dans un champ électrique produit par un courant alternatif.

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre des électrodes métalliques de 1 cm<sup>2</sup> de surface et séparées l'une de l'autre de 1 cm. L'unité de conductivité est  $\mu S/cm$ .

$$VMA \geq 2700\mu S/cm \text{ à } 20^{\circ}C$$



Figure 4 : Conductivimètre

A decorative border in shades of blue and white, featuring stylized flowers, swirls, and circular patterns, framing the central text.

*Chapitre III :  
Validation de méthode de mesure  
de la conductivité*

# Validation de la méthode de mesure de la conductivité

---

## 1- Assurance qualité :

Dans cette partie nous avons étudié la validation de la méthode de mesure de la conductivité pour évaluer les performances de la méthode par l'étude d'un certain nombre de paramètres appelés « critère de validation » au moyen d'outils statistiques appropriés.

### 1-1-Définition de la validation :

La validation des méthodes d'analyse figure parmi les mesures universellement connues comme faisant nécessairement partie d'un système exhaustif d'assurance qualité dans le domaine de la chimie analytique. Elle est l'étape ultime du développement d'une nouvelle méthode analytique avant son application en analyse de routine.

La validation est fondée sur une analyse statistique basée sur un certain nombre de critères aboutissant à des méthodes analytiques permettant de donner des résultats fiables.

### 1-2-Objectif de la validation :

La validation est un processus d'évaluation d'une méthode, pour déterminer s'il est approprié pour le travail en cours et s'il répond aux espérances et aux besoins des analystes.

### 1-3-Critères de la validation :

La validation est basée sur plusieurs critères telles que : la limite de détection, la limite de quantification, la fidélité, et la justesse.

Ces critères sont définis comme suit :

**1-3-1-La limite de détection :** est la concentration minimale qui peut être décelée à l'aide d'une méthode d'analyse avec une fiabilité définie. Elle est équivalente à 3 fois l'écart type  $S$  calculé à partir d'au moins 10 mesures effectuées sur des solutions témoins ou des solutions étalons ayant une concentration aussi près que possible de la limite de détection prévue.

**1-3-2-Limite de quantification d'une méthode LQM :** la Limite de quantification est la concentration équivalente à 10 fois l'écart type obtenu lors de l'établissement de la LDM.

**1-3-3-La fidélité :** est l'étroitesse de l'accord entre les résultats obtenus en appliquant le procédé expérimental à plusieurs reprises dans des conditions déterminées. Selon les conditions d'exécution de l'essai, cette caractéristique s'exprime sous forme de réplicabilité, répétabilité, reproductibilité.

**La réplicabilité** : est l'étroitesse de l'accord entre les résultats individuels successifs obtenus sur le même échantillon soumis à l'essai dans le même laboratoire, exécuté par le même analyste avec le même appareil pendant le même jour.

**La répétabilité** : est l'étroitesse de l'accord entre les résultats individuels obtenus sur le même échantillon soumis à l'essai dans le même laboratoire et dont au moins l'un des éléments suivants est différent : l'analyste, l'appareil, le jour.

**La reproductibilité** : est l'étroitesse de l'accord entre les résultats individuels obtenus sur le même échantillon soumis à l'essai dans des laboratoires différents et dans les conditions suivantes : analystes différents, appareil différent, jour différent ou même jour.

**1-3-4-La justesse** : est l'étroitesse de l'accord entre la valeur certifiée par un organisme reconnu et le résultat moyen qui serait obtenu en appliquant le procédé expérimental un grand nombre de fois. Elle s'exprime par l'erreur relative définie par l'équation suivante :

$$\text{Erreur relative}(\%) = \frac{|V_c - V_o|}{V_c} * 100$$

Avec,

$V_c$  : valeur certifiée

$V_o$  : moyenne des valeurs obtenues

## **2-Préparation du matériel de référence (MR) :**

### **2-1-Solution mère de contrôle (1M de KCl) :**

Sécher environ 25g de chlorure de potassium pendant 1h dans un four à 105°C. Laisser refroidir dans un dessiccateur. Peser exactement 18,625g±0.0005g de KCl et le dissoudre dans environ 100mL d'eau distillée. Transférer dans une fiole jaugée de 250 ml. Compléter au trait de jauge avec l'eau distillée.

### **2-2-Solution étalon de contrôle MR (0.01M KCl) :**

Prélever 1 ml de la solution et l'introduire dans une fiole de 100mL. Compléter au trait de jauge avec de l'eau distillée. La conductivité de cette solution est 1278 µS/cm à 20°.

⇒

**Matériel de référence** : est le produit ou la substance nécessaire pour étalonner un appareil ou standardiser une solution.



### 3-Résultats :

#### - Cas de l'eau distillée :

⇒

##### Mode opératoire :

- Rincer la cellule avec une aliquote d'eau distillée et l'essuyer ;
- Verser l'eau distillée dans un bécher ;
- Immerger la cellule dans l'eau distillée et prendre la mesure de la conductivité ;
- Répéter la mesure 10 fois dans le même jour et noter la valeur ;
- Calculer la moyenne, l'écart-type , LDM, Ratio et LQM.

*Tableau 1 : limite de détection de la méthode*

Echantillon	Eau distillée						
Essai	Date de l'analyse	Conductivité (µS/cm)	Moyenne	Dév. std'	LDM	Ratio	LQM
1	23/04/2018	4,900	<b>4,90</b>	<b>0,291</b>	<b>0,872</b>	<b>6</b>	<b>2,91</b>
2	23/04/2018	4,600					
3	23/04/2018	4,800					
4	23/04/2018	4,600					
5	23/04/2018	4,600					
6	23/04/2018	4,700					
7	23/04/2018	5,000					
8	23/04/2018	5,200					
9	23/04/2018	5,400					
10	23/04/2018	5,200					

$$\text{Moyenne} = \frac{\text{Sommes des valeurs}}{\text{Nombres des valeurs}}$$

$$\text{Ecart type} = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

$$\text{LDM} = 3 * \text{Ecart type}$$

$$\text{Ratio} : \frac{\text{Moyenne}}{\text{LDM}}$$

$$\text{LQM} = 10 * \text{Ecart type}$$

- **Cas de l'eau traitée (pour une journée) :**



**Mode opératoire :**

- Rincer la cellule avec une aliquote d'eau distillée et l'essuyer ;
- Verser l'eau traitée dans un bécher ;
- Immerger la cellule dans l'eau traitée et prendre la mesure de la conductivité ;
- Rincer la cellule de mesure dans l'eau distillée ;
- Répéter la mesure 10 fois dans le même jour et noter la valeur ;
- Calculer la moyenne, l'écart-type, réplicabilité et Int.conf 95 %.
- 

**Tableau 2 : Réplicabilité**

Echantillon		Eau traitée				
Essai	Date de l'analyse	Conductivité (µS/cm)	Moyenne	Dév. std'	Réplicabilité	Int. conf 95%
1	23/04/2018	773,000	<b>772,80</b>	<b>0,422</b>	<b>± 0,302</b>	<b>± 0.04%</b>
2	23/04/2018	772,000				
3	23/04/2018	773,000				
4	23/04/2018	773,000				
5	23/04/2018	773,000				
6	23/04/2018	773,000				
7	23/04/2018	773,000				
8	23/04/2018	773,000				
9	23/04/2018	773,000				
10	23/04/2018	773,000				

$$\text{Réplicabilité} = \frac{\pm t \cdot \sigma}{\sqrt{n}}$$

$\text{Int. Conf 95\%} = \frac{\text{Réplicabilité}}{\text{moyenne}} * 100$
---

- Cas de l'eau traitée (pour un mois) :

⇒

Mode opératoire :

- Rincer la cellule avec une aliquote d'eau distillée et l'essuyer ;
- Verser l'eau traitée dans un bécher ;
- Immerger la cellule dans l'eau traitée et prendre la mesure de la conductivité ;
- Rincer la cellule de mesure dans l'eau distillée ;
- Répéter la mesure 10 fois dans des jours différents et noter la valeur ;
- Calculer la moyenne, l'écart-type, répétabilité et Int.conf 95 %.

Tableau 3 : Répétabilité

Echantillon		Eau traitée				
Essai	Date de l'analyse	Conductivité (µS/cm)	Moyenne	Dév. std'	Répétabilité	Int. conf 95%
1	19/04/2018	773,000	<b>774,90</b>	<b>1,287</b>	<b>± 0,920</b>	<b>±0,1%</b>
2	23/04/2018	773,000				
3	25/04/2018	775,000				
4	27/04/2018	775,000				
5	02/05/2018	776,000				
6	04/05/2018	775,000				
7	07/05/2018	776,000				
8	09/05/2018	775,000				
9	11/05/2018	777,000				
10	15/05/2018	774,000				

$$\text{Int. Conf 95\%} = \frac{\text{Répétabilité}}{\text{moyenne}} * 100$$

- Cas du matériel de référence :



Mode opératoire :

- Rincer la cellule avec une aliquote d'eau distillée et l'essuyer ;
- Immerger la cellule dans MR et prendre la mesure de la conductivité ;
- Rincer la cellule de mesure dans l'eau distillée ;
- Répéter la mesure 10 fois dans des jours différents et noter la valeur ;
- Calculer la moyenne, l'écart-type, et erreur relative.

Tableau 4 : Justesse

Echantillon	Echantillon (autre source) : MR et Echantillons de performance						
	Essai	Date de l'analyse	Conductivité (µS/cm)	Valeur vraie	Moyenne	Dév. std.	Erreur Relative
	1	19/04/2018	1279	1278,0	1284,3	3,43	± 0,4 %
	2	23/04/2018	1280				
	3	25/04/2018	1282				
	4	27/04/2018	1284				
	5	02/05/2018	1286				
	6	04/05/2018	1286				
	7	07/05/2018	1287				
	8	09/05/2018	1288				
	9	11/05/2018	1289				
	10	15/05/2018	1282				

$$\text{Erreur relative (\%)} = \frac{|V_c - V_o|}{V_c} * 100$$

4-Discussion et interprétation des résultats :

- ☒ Le Ratio est égal à 6 ; la valeur admissible est comprise entre 4 et 10.
  - ☒ La valeur de l'intervalle de confiance doit être inférieure ou égale à 5%, pour notre cas l'Int. Conf = ±0.04% pour la répliquabilité et ±0.1% pour la répétabilité.
  - ☒ L'erreur relative ne doit pas dépasser 5%, et pour notre cas il est égal à ±0.4%.
- ⇒ Donc les résultats obtenus sont bien en accord avec les valeurs admissibles.

5-Carte de contrôle :

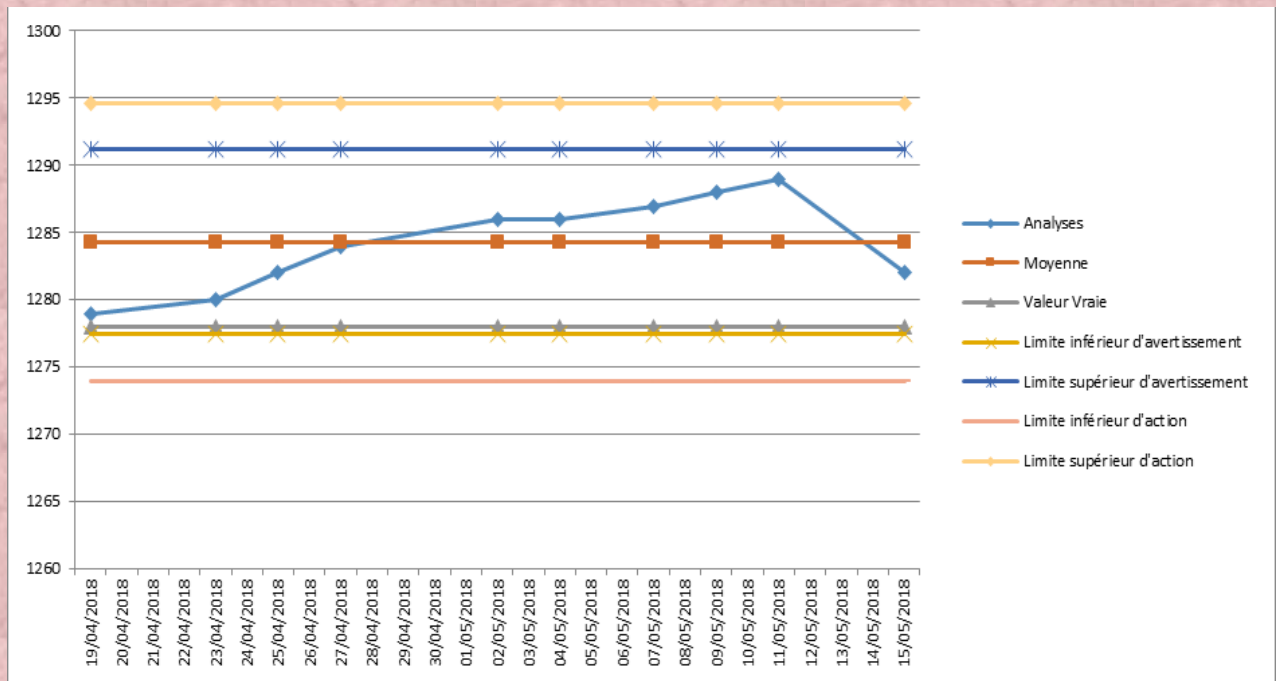
La carte de contrôle est une méthode graphique qui permet de visualiser les variations du procédé dans le temps et de juger si statistiquement un dérèglement s'est produit.

La carte de contrôle est un outil de qualité de référence normative dans les normes ISO.

Elle vise à :

- Evaluer et assurer la stabilité du procédé ;
- Limiter la production des produits non conformes ;
- Signaler les causes spéciales.

⇒ La carte de contrôle ainsi obtenue d'après les résultats de la justesse est représentée dans la figure suivante :



*Figure : Carte de contrôle*

## **6-Discussion et interprétation de la carte de contrôle :**

Avoir un point en dehors des limites d'avertissement est naturel. Cependant, si on commence à en avoir plusieurs et avec une certaine uniformité, on doit intervenir pour corriger la situation.

S'il existe juste un point en dehors des limites d'action on doit faire une évaluation immédiate. S'il existe deux ou plus dans une brève période, le système doit être arrêté et analysé pour déterminer la cause. Dans certains cas, cela peut-être dû tout simplement à une contamination de l'eau distillée.

Pour la carte de contrôle ci-dessus, toutes les valeurs sont situées à l'intérieure des deux limites d'avertissement et d'action. Donc pas de problème électronique dans l'appareil de mesure et pas d'anomalie dans le système.

On peut conclure, d'après la carte de contrôle et les tableaux de vérifications, que la méthode est validée.

# Conclusion

Au cours de ce stage, réalisé au sein de L'Office National de l'Électricité et de l'Eau potable – Branche Eau (ONEE-BO), j'ai décrit les étapes de traitement de l'eau telles que : Coagulation-Floculation, décantation, filtration, désinfection.

J'ai également effectué un certain nombre d'analyses physico-chimiques de l'eau (chlore résiduel, turbidité...), les résultats obtenus sont en bonne conformité avec les normes.

A partir d'un certain nombre de mesures de conductivité de l'eau et par les outils statistiques et l'établissement d'une carte de contrôle j'ai conclu à la validité de la méthode de mesure de la conductivité.

Mon stage au sein de l'ONEE m'a permis de découvrir et de me familiariser avec le monde du travail, d'approfondir mes connaissances acquises pendant mon cursus d'études, autant sur le plan pratique que sur le plan théorique.

# Bibliographie

- <http://www.onep.ma/>
- Document de l'ONEE
- Cours de l'assurance qualité dans les laboratoires de chimie analytique
- [http://www.ceaeq.gouv.qc.ca/accreditation/pala/DR12VMC\\_protocole\\_val\\_chimie.pdf](http://www.ceaeq.gouv.qc.ca/accreditation/pala/DR12VMC_protocole_val_chimie.pdf)
- Eaux d'alimentation humaine : Mesure de la conductivité électrique de l'ONEE-BO