

Année Universitaire : 2011-2012

Licence Sciences et Techniques : TACQ
Techniques d'analyses et contrôle de qualité



Mémoire de fin d'études

Pour l'Obtention du Diplôme de licence Sciences et Techniques

**Réalisation des cartes de contrôle du
pH et de la turbidité de l'eau potable.**

Présenté par:

TARHOUCI SANAE

Encadré par:

- Pr. Mr JAMAL ASSOUIK, FST de Fès
- Mme. OUADIA SAIDI, RADEEF

Soutenu Le 15 Juin 2012 devant le jury composé de:

- Pr. JAMAL ASSOUIK
- Pr. MOHAMMED CHAOUQI
- Pr. ABDELHADI LHASSANI

Stage effectué à : Régie autonome de la distribution d'eau et d'électricité de Fès RADEEF

Sommaire

Introduction.....1

Partie1 : Présentation de la RADEEF

1. Historique.....3
2. Mission de laboratoire.....3
3. Les centres gérés par la RADEEF.....3
4. Organigramme de la RADEEF.....3

Partie 2 : Analyses réalisées au laboratoire contrôle qualité de l'eau potable

Chapitre 1: Analyses physico-chimiques.....6

1. La température.....6
2. pH.....6
3. La turbidité.....7
4. La conductivité.....8

Chapitre 2 : Analyses bactériologiques.....9

Introduction.....10

1. Recherche des coliformes totaux.....10
2. Recherche des coliformes fécaux.....12
3. Recherche des streptocoques fécaux.....13
4. Recherche des germes totaux.....14

Partie 3 : Carte de contrôle du pH et la turbidité de l'eau potable

<i>I. Contrôle qualité.....</i>	<i>18</i>
<i>II. Carte de contrôle.....</i>	<i>18</i>
<i>1. Généralités.....</i>	<i>18</i>
<i>2. Définition.....</i>	<i>18</i>
<i>3. détermination des limites basées sur des données historiques.....</i>	<i>19</i>
<i>4. interprétation de la carte de contrôle.....</i>	<i>19</i>
<i>5. Définitions des termes statistiques.....</i>	<i>19</i>
<i>6. Table de Grubbs.....</i>	<i>21</i>
<i>7. Identification des limites de contrôle sur les cartes X et R.....</i>	<i>23</i>
<i>III. Etude expérimentale.....</i>	<i>24</i>
➤ <i>Résultats.....</i>	<i>24</i>
➤ <i>Interprétation.....</i>	<i>26</i>
➤ <i>Conclusion.....</i>	<i>27</i>

introduction

L'eau est un des produits alimentaires le plus surveillé. Parallèlement au contrôle réglementaire réalisé sous la responsabilité de la RADEEF, cette dernière a mis en place un suivi continu de la qualité de l'eau potable distribuée sur son réseau. Des contrôles personnalisés sont également réalisés sur demande.

La sécurité sanitaire des consommateurs d'eau est une priorité pour la RADEEF. Son objectif est de garantir une eau potable de qualité à ses usagers.

Mon stage de PFE a été réalisé au sein du laboratoire de la RADEEF de contrôle d'eau potable. Mon travail a pour but d'établir les cartes de contrôle du pH et de la turbidité dans le but de vérifier si les procédés d'analyse utilisés est sous contrôle statistique, et de nous renseigner, de même, sur l'existence ou non de certaines anomalies dans le système de mesure.

Ce rapport est constitué de trois parties :

La première partie elle est consacrée à la présentation de la Société RADEEF.

Dans la deuxième partie, nous avons rassemblé l'ensemble du travail expérimental que nous avons réalisé au laboratoire à la RADEEF.

Quant à la troisième et dernière partie, elle concerne les résultats obtenus lors de la mise au point des cartes de contrôle relatives au pH et à la turbidité.

Partie 1 : Présentation de la RADEEF

1. Historique

Régie autonome intercommunale de distribution d'eau et d'électricité de la wilaya de Fès est un établissement public communal à caractère industriel commercial doté de la personnalité civile et l'autonomie financière, elle est chargée de la gestion des services publics d'eau, d'électricité et de l'assainissement liquide.

la RADEEF a été créée par délibération du conseil municipal de la ville de Fès en date du 30 avril 1969, elle joue un rôle important dans le développement du tissu économique de la ville de Fès, elle est tenue de satisfaire de façon continue, dans les meilleures conditions aux besoins croissants en eau potable et en énergie électrique de la population de la ville de Fès.

2. Mission de laboratoire

Les différentes missions du laboratoire de LA RADEEF sont essentiellement :

- Contrôler et réaliser des enquêtes sur la qualité de l'eau.
- Contrôler les opérations de nettoyage et de désinfection des réservoirs et des conduites.
- Contrôler quotidiennement la qualité de l'eau par des analyses physico-chimique et bactériologiques.
- Détecter la source d'une fuite au niveau du réseau de distribution.

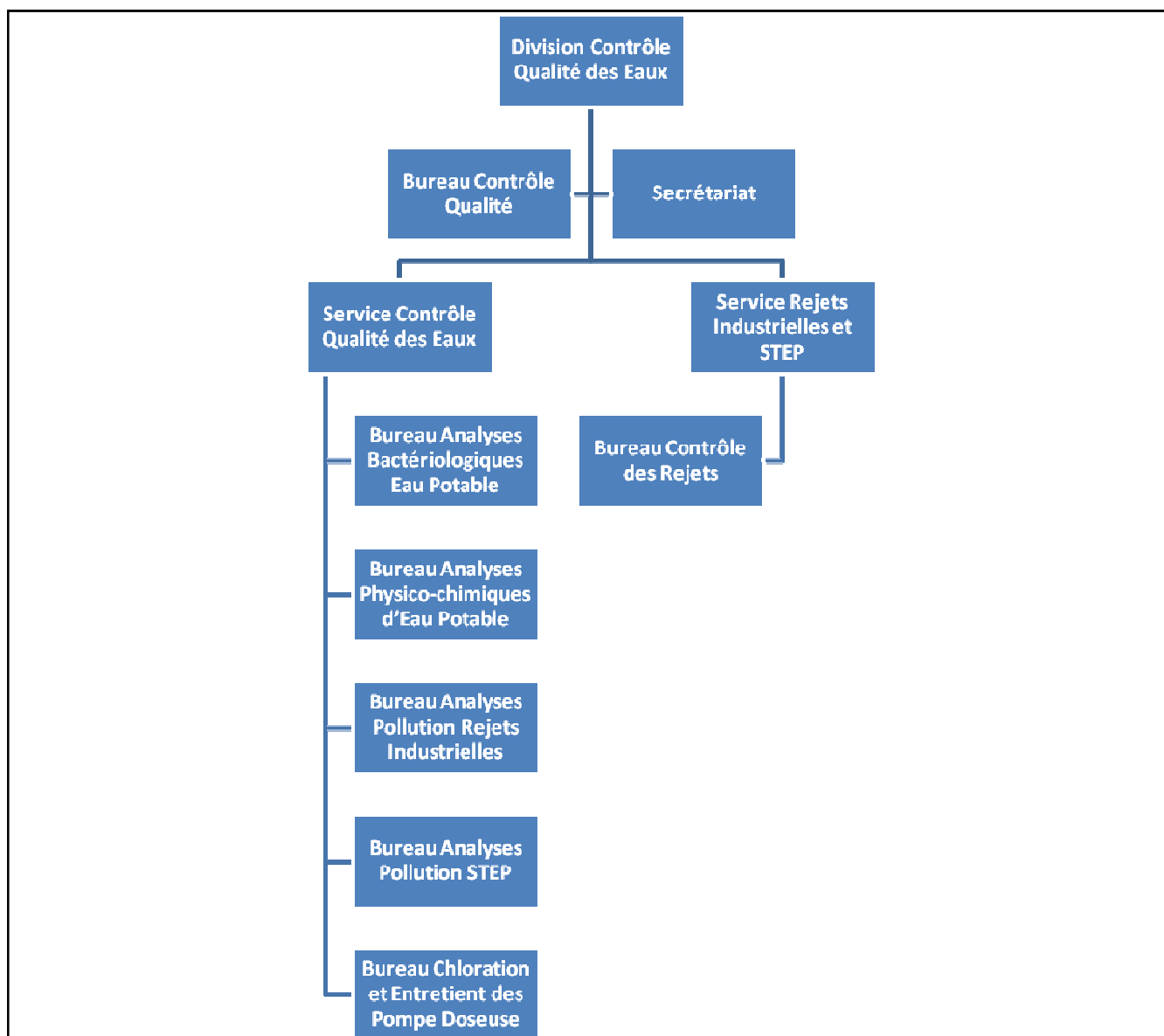
3. Les Centres gérés par la RADEEF

La Régie assure l'alimentation en eau potable (production partielle et distribution) des villes et des centres suivants : Fès, Sefrou, Bhalil, Sidi Hrazem et les centres de Béni Sadden.

Remarque

Les ressources mobilisées actuellement par ces deux organismes, de l'ordre de 2400 l/s, devraient couvrir les besoins en eau de la wilaya de Fès jusqu'à l'an 2013.

4. Organigramme de la RADEEF



Organigramme de la RADEEF

*Partie 2 : Analyses réalisées au laboratoire de contrôle
qualité de l'eau potable*

Chapitre I : Analyses physico-chimiques de l'eau potable

Introduction

Pour s'assurer de la potabilité d'une eau destinée à la consommation humaine, il est nécessaire de réaliser quelques analyses qui sont essentielles .

1) Température

La température joue un rôle très important dans la solubilité des sels et surtout des gaz, elle conditionne les équilibres de dissociation.

Elle agit sur la conductivité électrique, le PH, l'alcalinité..., elle permet la connaissance de l'origine des eaux.

Une élévation de la T° entraîne une modification de densité, une augmentation de pression de vapeur saturante à la surface, une diminution de solubilité des gaz.

La mesure de la température (T°) doit être sur place au moment du prélèvement de l'échantillon à l'aide du thermomètre.

La température de 25°C est la température qui favorise le développement des microorganismes dans les canalisations et au même temps elle intensifie les odeurs et les saveurs.

2) pH

- **Principe**

Le principe de base de cette mesure est la détermination de l'activité des ions hydrogènes par mesure potentiométrique en utilisant une électrode à hydrogène et une électrode de référence. Dans la pratique on utilise généralement une électrode de verre associée à une électrode de référence au calomel ou encore une

électrode combinée. La différence de potentiel existant entre l'électrode de verre et l'électrode de référence plongeant dans la même eau est une fonction linéaire du pH selon la norme (NM 03.7.009).

- **Mode opératoire**

- Introduire l'électrode dans l'échantillon à examiner ;
- Lire le pH affiché sur l'écran du pH-mètre après stabilisation ;
- Rincer la sonde à l'eau distillée après chaque mesure ;
- Vérifier le pH nouveau de la solution Buffer de pH =7.



Figure1 : PH-mètre

3) Turbidité

- **Définition**

La turbidité est un paramètre organoleptique et une expression de propriété optique d'une eau à absorber ou à diffuser la lumière. Elle est due à la condition plus ou moins trouble d'une eau, due à la présence de matières fines en suspension (limons, argiles, micro-organismes, etc....).

La turbidité est mesurée à l'aide d'un Turbidimètre où l'on introduit l'eau à analyser dans un petit flacon en verre, elle est exprimée en NTU (Néphélobométrique Turbidity Unit).

Interférences : La mesure de turbidité est influencée par :

- Débris ou matières rapidement décantables.
- Bulles d'air dans l'échantillon, état de la cuve de mesure et l'effet de vibrations.
- Substances solubles responsables de la coloration vraie qui absorbent la lumière.

- **Mode opératoire**

- Mettre l'appareil en marche et calibrer le avec la solution étalon ;
- Remplir le tube avec l'échantillon à analyser ;

- Essuyer le tube avant chaque analyse ;
- Lire la valeur affichée sur l'appareil.



Figure2 : Turbidimètre

4) Conductivité

• Principe

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant d'électricité entre deux électrodes. La plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargés électriquement. La mesure de la conductivité permet donc d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau. C'est une fonction de la concentration totale en ions, de leur mobilité, de leurs valences, de leur concentration relatives. (NM 03.7.011).

La conductivité est également fonction de la température de l'eau, elle est plus importante lorsque la température augmente. Les résultats doivent donc être présentés pour une conductivité équivalente à 20 ou 25°C. Les appareils de mesure utilisés sur le terrain font généralement la conversion automatiquement. La procédure est facile, et permet de caractériser l'eau (γ à 25°C).

• Mode opératoire

- Mettre l'appareil en marche et calibrer le avec la solution de KCl ;
- Plonger l'électrode dans votre échantillon et lire la valeur directement sur l'appareil en ($\mu\text{s}/\text{cm}$) ;
- Rincer l'électrode après chaque mesure, les lectures se font à une température constante de 25°C ;
- Vérifier à la fin de chaque série de mesure si la conductivité de la solution du chlorure de potassium à 0,01 mol/l est acceptable.



Figure3 : Conductimètre

Chapitre 2 : Analyses bactériologiques de l'eau potable

Introduction

Comme les bactéries, les parasites et les virus nuisibles sont invisibles à l'œil nu, une eau en goût et à l'apparence agréable n'est pas forcément potable. Ces microbes qui vivent parfois dans l'eau souterraine et de surface, risquent de causer rapidement des maladies chez les humains qui consomment l'eau sans l'analyser.

L'analyse des bactéries consiste à rechercher les bactéries aérobies c'est-à-dire qui se développent en présence d'O₂.

La présence des coliformes fécaux ou de streptocoques fécaux indique une contamination de l'eau par les matières fécales. La présence d'autres coliformes, de clostridium ou de staphylocoques laisse supposer une contamination de ce type. Dans les deux cas, des mesures doivent être prises pour interdire la consommation de l'eau infectée.

L'analyse bactériologique permet de mettre en évidence la pollution fécale de l'eau. Elle représente également un bon moyen pour contrôler l'efficacité des mesures de protection ou de traitement.

Une eau potable, selon les normes est une eau qui ne contient ni bactéries, ni virus. C'est pour cela les analyses bactériologiques sont nécessaires pour définir la valeur hygiénique d'une eau.

Pour l'eau destinée à la consommation humaine on a deux méthodes : la méthode de la membrane filtrante (MF), et la méthode de l'incorporation en gélose.

Les principaux germes indicateurs de pollutions fécales qu'on doit détecter en analysant une eau destinée pour l'alimentation:

- coliformes totaux
- coliformes fécaux
- streptocoques fécaux
- germes totaux

1) Recherche des coliformes totaux :

Définition

• **Coliformes totaux** : les bactéries en bâtonnet, non sporogènes, gram négatif, oxydase négative, aérobie ou anaérobies facultative capables de croître en présence des sels biliaries ou autre agent de surface ayant des propriétés inhibitrices de croissance analogues et capables de fermenter le lactose avec production d'acide (ou d'aldéhyde) et de gaz en 48 heures à la présence de 37°C.

Pour mettre en évidence la présence de coliformes totaux on fait passer les échantillons d'eau (100ml) à travers une membrane de porosité inférieure à 45µm, on ensemence la membrane dans le milieu nutritif : Endo-C à une température de 37°C.

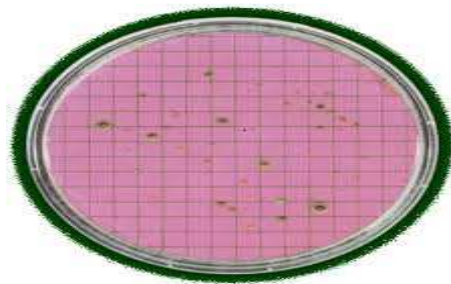


Figure 4 : Coliformes totaux

a) Principe :

La méthode utilisée est la méthode de membrane filtrante, elle consiste à filtrer un volume donné de l'échantillon à analyser sur un papier filtre, qui sera déposé sur un milieu sélectif avant incubation.



Figure 5: Membrane filtrante

b) Lecture des résultats :

Coliformes totaux —→ incubation à 37°C pendant 24 à 48h —→ colonies rouges avec halo rouge.

- Les résultats sont exprimés en nombre de coliformes fécaux ou totaux/100ml en utilisant la formule suivante :

$$\text{Coliformes totaux/100ml} = \frac{A}{B} \cdot \frac{100}{F}$$

A : le nombre total de colonies coliformes caractéristiques (confirmées et identiques) comptées sur toutes les membranes.

B : La somme des quantités d'eau filtrées exprimée en ml.

F : Facteur de dilution.

Endo-C :

Mode opératoire :

- Verser 36g de poudre dans 1 l d'eau distillée.
- Ajouter 4 ml d'une solution alcoolique à 10 % de fushine basique (éthanol a 95%).
- Porter à ébullition jusqu'à dissolution complète
- Stériliser 15 min a 121°Cà l'autoclave
- Bien mélanger et répartir, la fushine basique est potentiellement cancérigène
- Eviter l'inhalation du colorant en poudre et le contact avec la peau
- Les boites doivent être conservées à l'obscurité.



Figure 6: milieu Endo-C

2) Recherche des coliformes fécaux

Définition

- **Coliformes fécaux** : ce sont les bactéries coliformes ayant les mêmes propriétés à 44°C que les bactéries coliformes totaux, pour mettre évidence la présence des coliformes fécaux, on Ensemence la membrane dans le Tergitol à une température de 44°C.

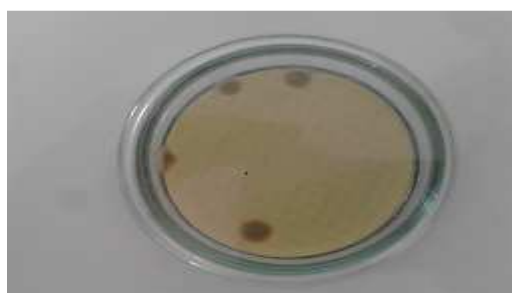


Figure 7: coliformes fécaux

a) Principe

La méthode utilisée est la méthode de membrane filtrante, il consiste à filtrer un volume donné de l'échantillon à analyser sur un papier filtre qui sera déposée sur un milieu sélectif avant incubation (*Voir figure 5*).

b) Lecture des résultats

Coliformes fécaux —→ incubation à 44°C pendant 24 à 48h —→ colonies Jaunes avec halo jaune.

- Les résultats sont exprimés en nombre de coliformes fécaux ou totaux/100ml en utilisant la formule suivante :

$$\text{Coliformes fécaux /100ml} = \frac{A}{B} \cdot 100/F$$

A : le nombre total de colonies coliformes caractéristiques (confirmées et identiques) comptées sur toutes les membranes.

B : La somme des quantités d'eau filtrées exprimée en ml.

F : Facteur de dilution.

Tergitol-7-Agar :

Mode opératoire :

- Mettre en suspension 33.1g de milieu déshydraté dans 1 l d'eau distillée
- Porter à ébullition lentement en agitant jusqu'à dissolution complète
- Repartir en tubes ou en flacons.
- Stériliser à l'autoclave 120° pendant 15 min.



Figure 8 : milieu tergitol

3) Recherche des Streptocoques fécaux

Définition

Streptocoques fécaux : ce sont de bactéries capables de se développer dans un milieu contenant de l'acide de sodium.

Pour cela, on ensemence la membrane dans le milieu nutritif « le slanetz », et on le met à l'étuve à une température de 37C.

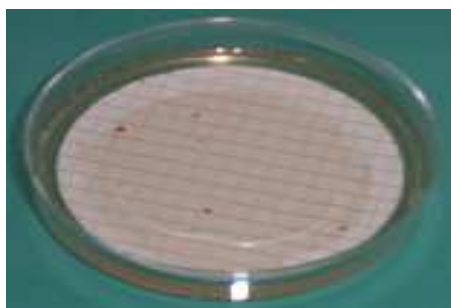


Figure 9: streptocoques fécaux

Principe

La méthode utilisée est la méthode de membrane filtrante, il consiste à filtrer un volume donné de l'échantillon à analyser qui sera déposée sur un milieu sélectif avant incubation. (*Voir figure 5*).

Slanetz :

Mode opératoire :

- Verser 42g de poudre dans 1l d'eau distillée.
- Porter à ébullition jusqu'à dissolution complète

- Eviter un chauffage excessif.

N.B : ce milieu peut être utilisé avec des membranes filtrantes ou par ensemencement en surface de différentes dilutions de l'échantillon.



Figure 10: Milieu slanetz

4) Recherche des germes totaux

- **Définition**

Germes totaux : ce sont tous les micro-organismes capables de croître de matières nutritives (matrices organiques) : (bactéries aérobies et anaérobies, champignons saprophytes...)

Pour le dépistage de ces germes totaux, on met 1 ml d'eau à analyser dans une boîte de pétri stérile, puis on ajoute la gélose à l'état liquide, on ferme la boîte de pétri et on la déplace selon une ligne traçant le chiffre 8. On laisse la gélose se solidifier et on incube soit à la température de 37°C, Soit à 22°C pour la détection des germes revivifiables.

Pour le comptage des colonies formées, on utilise un appareil appelé compteur de colonies.

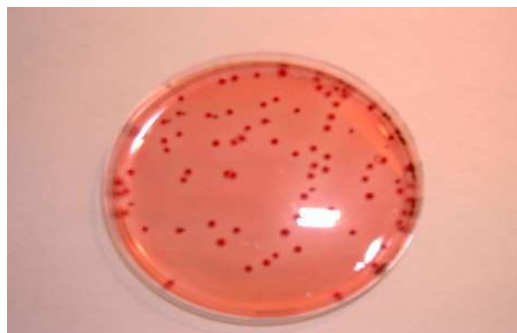


Figure 11: Les germes totaux

- **Incorporation en gélose nutritive**

- a) Principe**

Cette méthode a pour but de déterminer les germes en général qui se trouvent dans l'eau destinée à la consommation humaine, ainsi on ensemence deux boîtes de pétri stériles par (1ml) de l'échantillon, puis on ajoute la gélose nutritive et on incube une boîte à 22°C pendant 72 heures, et l'autre à 37°C

pendant 48 heures.

b) Lecture des résultats

- Après incubation, le nombre de colonies se développant sur le milieu est compté.

Gélose nutritive.

Mode opératoire

- Mettre en suspension 23 g de milieu déshydraté dans 1 l d'eau distillée
- Mélanger et chauffer jusqu'à ébullition pendant 1 à 2 minutes jusqu'à dissolution du produit
- Distribuer et stériliser à 121°C pendant 15 minutes



Figure 12: Gélose nutritive

Milieu de culture	Support de culture	Type de bactérie cherchée	Dispositif	Mode d'ensemencement	Durée d'incubation	Température d'incubation
Endo-C	Boite de pétrie	Coliformes Totaux	Membrane filtrante	Isolement Filtration	48h	37°C
Tergitol	Boite de pétrie	Coliformes fécaux	Membrane filtrante	Isolement filtration	48h	44°C
Slanetz	Boite de pétrie	Streptocoque	Membrane filtrante	Isolement Filtration	48h	37°C
Gel nutritif (Agar)	Boite de pétrie	Germes	Incorporation en gélose nutritive		48h	37°C
Gel nutritif (Agar)	Boite de pétrie	Germes	Incorporation en gélose nutritive		48h	22°C

Tableau 1: tableau résumant les différentes analyses bactériologiques.



Partie3 : Carte de contrôle du pH et de la turbidité de l'eau potable

I. Contrôle de la qualité.

La Qualité : Ensemble de propriétés et de caractéristiques d'un produit, ou d'un service, qui lui confèrent l'aptitude à satisfaire les besoins des consommateurs.

Le contrôle : c'est d'abord comparer ce qui est avec ce qui devrait être et tirer les bons des mauvais.

Le Contrôle de qualité « Action de mesure, examiner, essayer au calibre une ou plusieurs caractéristiques d'un produit ou service et les comparer aux exigences spécifiées en vue d'établir leur conformité » (AFNOR, 1987).

Le contrôle de la qualité a pour fonction générale de maintenir l'aptitude à l'emploi d'un produit. Les principales préoccupations de la fabrication sont les suivantes :

- Prévention des défauts
- Amélioration de la qualité du produit
- Mise en œuvre d'un programme efficace de contrôle qualité.

II. Carte de contrôle :

1) Généralités

Il est très important que tous les processus de mesure soient sous contrôle statistique. Ceci permet à l'analyste d'avoir une certaine assurance sur la fiabilité des résultats. Une méthode simple et rapide permet de vérifier si un procédé est sous contrôle statistique. Elle consiste à établir ce qu'on appelle la carte de contrôle.

2) Définitions

Une carte de contrôle est un outil qui permet de démontrer qu'un système analytique est sous contrôle statistique.

La carte de contrôle des paramètres-clés (associés aux analyses) permet d'évaluer la précision et la justesse des procédures analytiques.

Les cartes actualisées sont nécessaires pour révéler les biais ou tendances des résultats et d'identifier les problèmes analytiques.

3) Détermination des limites basées sur des données historiques

Quand un nombre suffisant de mesure est disponible, celles-ci sont soumises au test statistique de Grubbs afin d'écartier les valeurs aberrantes et de garder au maximum 25 résultats pour établir la carte de contrôle.

Deux sortes de limites sont établies à partir de l'écart type des mesures, soient la limite de surveillance et la limite de contrôle.

La limite de surveillance correspond à plus ou moins deux fois l'écart type et la limite de contrôle (limite d'arrêt) correspond à plus ou moins trois fois l'écart type.

NB : la mesure de la dispersion des mesures autour de la moyenne pour un nombre limité d'échantillons est donnée par l'écart type de l'échantillon :

$$S = (\sum (x_i - \bar{x})^2 / (n-1))^{1/2}$$

4) *Interprétation de la carte de contrôle*

Dans le cas de données non stratifiées (hors contrôle), la situation doit être étudiée et corrigée, l'action corrective doit être prise immédiatement et notée sur la carte de contrôle le plus tôt possible.

Les données sont hors contrôle lorsque :

- 2 et 3 points consécutifs tombent à l'extérieur des limites de surveillance ($\pm 2s$).
- 4 et 5 points consécutifs tombent dans la zone 1s à 3s.
- Une série de 7 points consécutifs monte ou descend.

Symptômes	Cause possible
Changement dans la moyenne	-préparation incorrecte des solutions d'étalonnage. -préparation incorrecte des réactifs. -contamination de l'échantillon de contrôle. -étalonnage incorrect de l'instrument. -erreur d'analyse.
Tendance vers le haut de la moyenne	-évaluation (concentration) des solutions d'étalonnage. -détérioration des réactifs.
Tendance vers la base de la moyenne	-détérioration des solutions d'étalonnage. -détérioration des réactifs.

Tableau 2: Tableau de certaines causes des situations hors contrôle.

5) Définitions des termes statistiques

Parmi les termes statistiques essentiels pour un traitement statistiques on cite :

a) La moyenne

Dans le cas ou une analyse sur un échantillon est répétée un certain nombre de fois (n), la valeur moyenne de ces mesures est un nombre important, qui se calcule selon la formule suivante :

$$\bar{X} = \frac{\sum x_i}{n}$$

b) L'écart type

Le calcul de la dispersion des mesures autour de la moyenne pour un nombre limité d'échantillon, est donné par la formule suivante :

$$S = (\sum (x_i - \bar{x})^2 / (n-1))^{1/2}$$

Avec :

\bar{x} : est la moyenne des mesures.

n : est le nombre de mesures.

c) La variance

Le terme le plus significatif statistiquement pour exprimer la qualité des données est la variance. Pour un nombre fini d'échantillons, elle est définie par la formule suivante :

$$V = S^2$$

d) Le mode

La valeur dont la fréquence d'occurrence est la plus élevée dans la série de mesure est appelée mode.

S'il n'y a pas de valeur qui se répète plus qu'une fois ou s'il y a deux valeurs ayant la même occurrence, la série de mesures est dite série sans mode.

e) La médiane

- Pour une série de mesures, la valeur centrale est appelée médiane.
- Si le nombre de valeurs est impair la médiane est la valeur centrale.
- Si le nombre est pair, la médiane sera la moyenne des deux valeurs centrales.

f) Le coefficient de variation CV

Le coefficient de variation CV est obtenu en divisant l'écart type par la moyenne et multipliant par 100 :

$$CV = s / m * 100$$

6) Table de Grubbs

Le test statistique Grubbs sert à éliminer les résultats aberrants, pour cela, on calcule la statistique T par la formule suivante :

$$T = (X_{moy} - X_1) / S \quad \text{ou} \quad |X_{moy} - X_n| / S$$

Ou :

T : statistique de Grubbs.

X_{moy} : moyenne des données considérées.

X_1 : la plus petite valeur de toutes les données considérées.

X_n : la plus grande valeur de toutes les données considérées.

S : écart type.

Si la valeur de T est plus grande que la valeur donnée dans le tableau, correspondante à $\alpha = 5\%$, le point en question ne doit pas être utilisé dans la détermination des limites de contrôle.

n	$\alpha=5\%$	$\alpha=1\%$
3	1.115	1.115
4	1.484	1.496
5	1.715	1.764
6	1.887	1.973
7	2.02	2.139
8	2.126	2.274
9	2.215	2.387
10	2.29	2.482
11	2.355	2.564
12	2.412	2.636
13	2.462	2.699
14	2.507	2.755
15	2.549	2.806
16	2.585	2.852
17	2.62	2.894
18	2.651	2.932
19	2.681	2.968
20	2.709	3.001
21	2.733	3.031
22	2.758	3.06
23	2.781	3.087
24	2.802	3.112
25	2.822	3.135

Table de Grubbs

7) Identification des limites de contrôle sur les cartes \bar{X} et R

Symbole	Manière de lire le symbole	Signification	Formule	Tables de calcul
\bar{X}	X-barre	Moyenne d'un échantillon	$\Sigma x/n$ (Somme des unités d'un échantillon divisée par le nombre d'unités)	
$\bar{\bar{X}}$	X-barre barre	Moyenne des moyennes d'échantillons différents	$\Sigma \bar{X} /n$ (Somme des moyennes d'échantillons divisée par le nombre de moyennes)	
R	Étendue		Plus grand nombre moins le plus petit nombre d'un même échantillon	
\bar{R}	Moyenne des étendues dans plusieurs échantillons		$\Sigma R/n$ (Somme des étendues divisée par le nombre d'étendues)	
LSC \bar{X}	Limite supérieure de contrôle pour les \bar{X}		$\bar{X} + 3\sigma\bar{X}$	$\bar{X} + A_2 \bar{R}$
LIC \bar{X}	Limite inférieure de contrôle pour les \bar{X}		$\bar{X} - 3\sigma\bar{X}$	$\bar{X} - A_2 \bar{R}$
LSC R	Limite supérieure de contrôle pour les R		$R + 3\sigma R$	$D_4 \bar{R}$
LIC R	Limite inférieure de contrôle pour les R		$R - 3\sigma R$	$D_3 \bar{R}$

Tableau 3 : Identification des limites de contrôle sur les cartes \bar{X} et R

III. Etude expérimentale

- Résultats

Suivi Chronologique du pH d'un mois

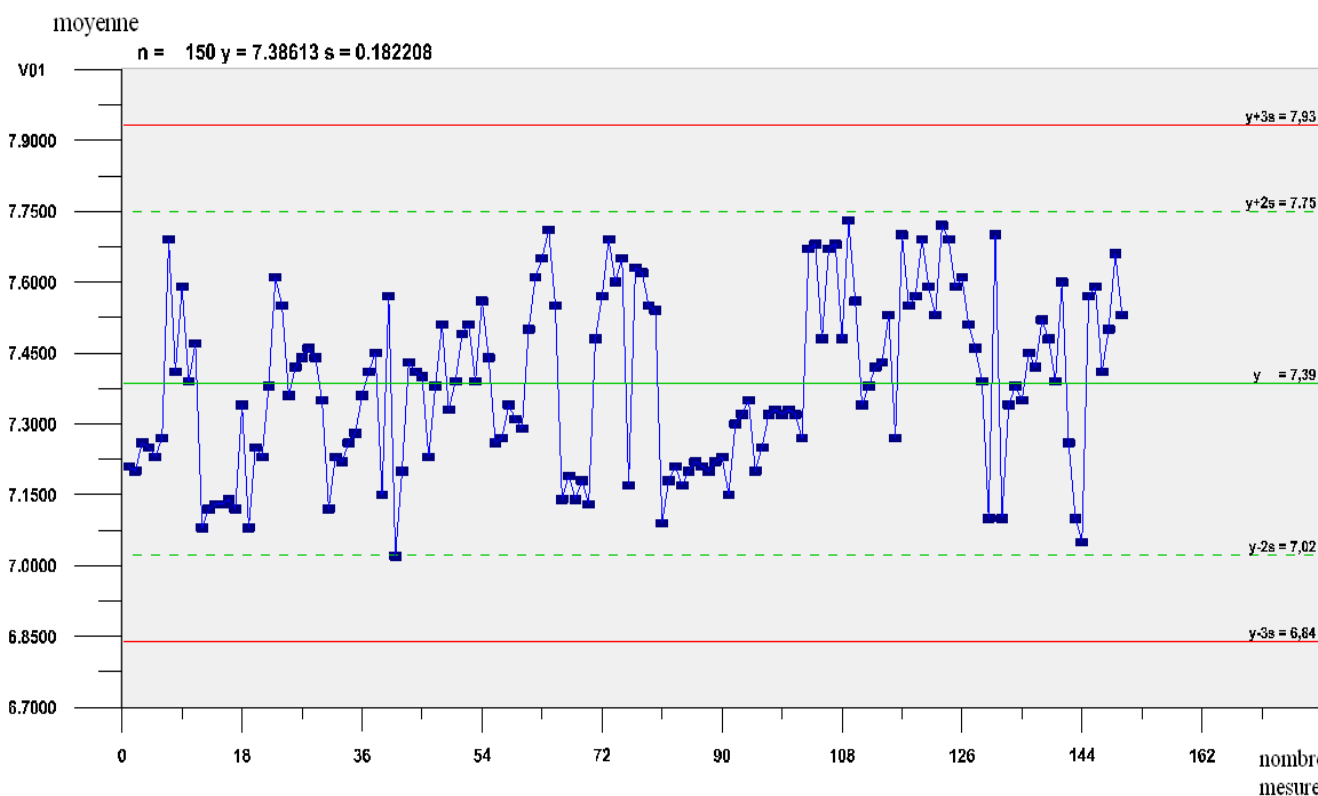


Figure 13 : Carte de contrôle du pH

Suivi Chronologique du turbidité d'un mois

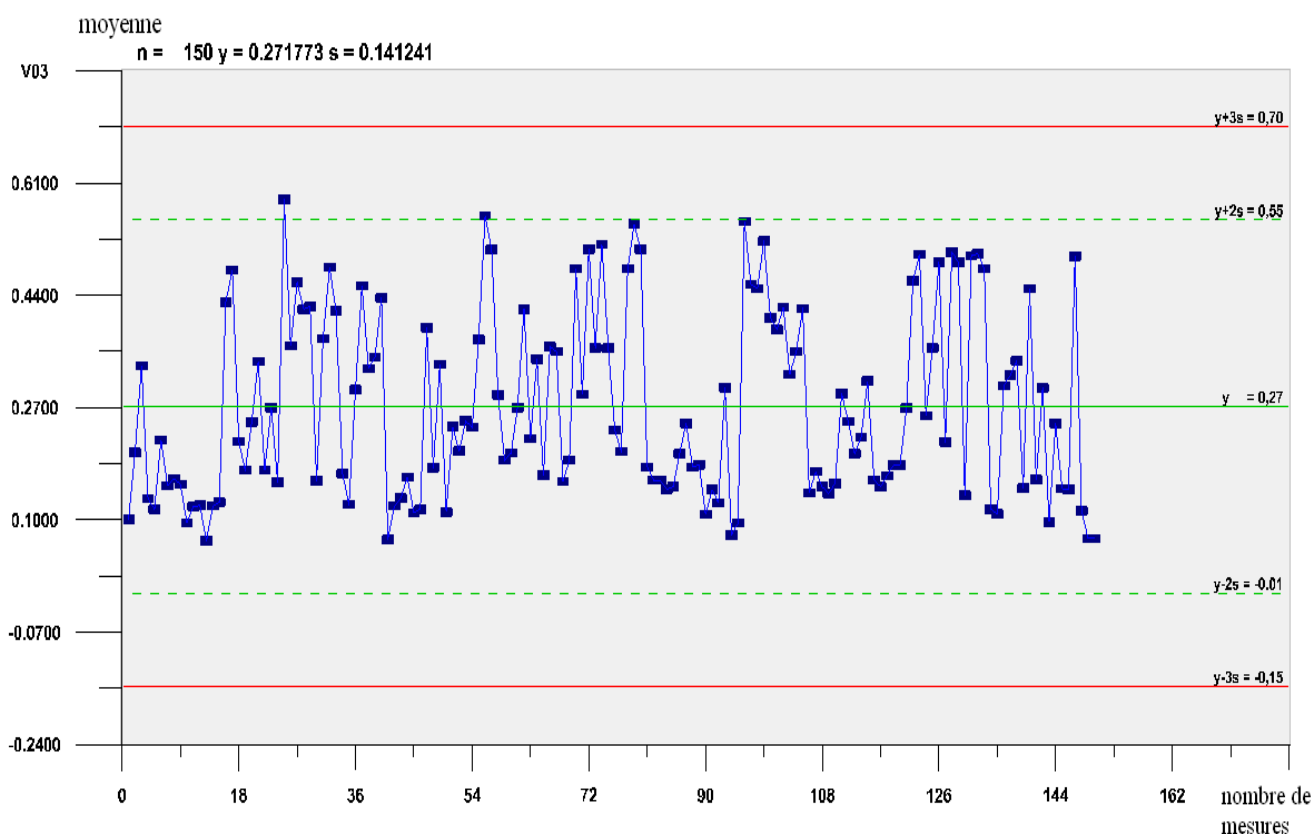


Figure 14: Carte de contrôle de turbidité

N.B : Ces figures ont été obtenues à l'aide des résultats qui figurent à l'annexe de ce mémoire au moyen du logiciel : **Lumière**.

Ces cartes représentent la variation des moyennes en fonction du nombre d'analyses

effectuées.

- *Interprétations des cartes de contrôle*

- Le processus est considéré sous contrôle statistique s'il permet seulement à 4,5% des points d'être à l'extérieur de l'intervalle $\pm 2s$ et seulement 0,3% d'être à l'extérieur de l'intervalle $\pm 3s$.

- L'intervalle $\pm 2s$ représente la limite de surveillance supérieure (2s) et la limite de surveillance inférieure (-2s).

- L'intervalle $\pm 3s$ représente la limite de contrôle supérieure (3s) et la limite de contrôle (-3s).

- D'après la carte de contrôle du pH (**Figure 13**), on observe que tous les points ne dépassent ni limites de surveillance ni limites de contrôle, donc le processus est sous contrôle statistique.
- Ce qui concerne la carte de contrôle de la turbidité (**Figure 14**), un seul point est à l'extérieur de la limite de surveillance supérieur donc le processus est sous contrôle statistique.

conclusion

Le contrôle qualité des eaux est devenu une nécessité primordiale pour alimenter les populations en eau potable. Pour cela, il faut disposer d'un effectif humain et le matériel suffisants pour la réalisation de ces contrôles.

Ce projet de fin d'étude vise à mener une étude sur le contrôle de la qualité de l'eau potable à la RADEEF en suivant des procédés physico-chimiques et des analyses bactériologiques. Cette eau traitée destinée à la consommation doit être soumise à des contrôles très sévères avant toute utilisation dans le but de lutter contre des risques sanitaires.

Aussi nous avons réalisé, pour la première fois, une étude statistique sur des appareils tels que le pH-mètre et le turbidimètre, en utilisant les cartes de contrôles. Ces dernières sont souvent utilisées par les laboratoires pour effectuer quotidiennement et soigneusement le contrôle statistique des analyses et des appareils.

Les interprétations de ces cartes montrent que les deux appareils ne présentent aucune anomalie.

Durant notre stage, nous avons pu mettre à l'épreuve nos connaissances scientifiques et techniques fondamentales acquises à la Faculté des Sciences et Techniques ainsi qu'une ouverture sur le monde professionnel et industriel, notamment dans le domaine de contrôle de qualité des eaux potables au sein du laboratoire de la RADEEF.