



Licence Sciences et Techniques (LST)

Techniques d'Analyse et Contrôle Qualité

TACQ

PROJET DE FIN D'ETUDES

Contrôle de qualité des eaux potables

Présenté par :

◆ SADIKI SAKINA

Encadré par :

◆ Pr AZIZ BOUHLAL (ONEE Meknès)

◆ Pr BOUCHAIB IHSSANE (FST Fès)

Soutenu Le 18 Juin 2015 devant le jury composé de:

- Pr A. HARRACH

- Pr H. ZAITAN

- Pr B. IHSSANE

**Stage effectué à L'ONEE Meknès
Année Universitaire 2014 / 2015**

Résumé

Les résultats obtenus confirment que l'aptitude de l'eau traitée à la station de traitement est de bonne qualité et respecte les normes marocaine (NM), est les normes recommandé par l'organisation mondiale de la santé (OMS).

Puisque du côté physique et chimique l'eau de consommation est agréable au goût, car elle ne présente ni couleur, ni aspect, ni trouble particuliers. Elle est également débarrassée des substances minérales et organiques dont la présence ou l'excès présenterait un risque pour la santé des consommateurs, Davantage cette eau ne présente pas un excès de turbidité.

Ces résultats montrent que l'eau distribuée a respectée l'ensemble des exigences de qualité réglementaires et sanitaires. L'eau peut être consommée par tous sans restriction d'usage.

Cette expérience de renforcer ma capacité d'intégration au sein d'une équipe pluridisciplinaire, que ce soit des responsables des agents de maitrise ou des opérateurs.

J'ai également pu concrétiser mon savoir acquis lors de mon parcours étudiantin, en s'inspirant des principes de gestion de stage.

Dédicaces

 *A mes parents*

Aucun mot ne saurait exprimer à sa juste valeur le dévouement que je vous porte.

Ce travail est le résultat de votre immense sacrifice. Que Dieu vous accorde

Une longue vie afin que je puisse à mon tour vous combler.

♥ *A mes frères*

Que vous trouviez ici, le témoignage d'une fraternité indéfectible,

Que votre vie soit pleine de succès.

♥ *A toute ma famille et à tous mes amis...*

Pour tous les moments qu'on a passés ensemble,

Veillez trouver ici l'expression

De ma gratitude.

Remerciements

A l'issue de ce fructueux stage, je tiens à exprimer ma gratitude à mon encadrant M. Aziz BOUHLAL, pour sa collaboration, ses pertinentes directives et conseils, sa disponibilité, et son expérience qui m'a permis d'évoluer rapidement dans l'apprentissage dans le domaine du contrôle de qualité.

Mes sincères remerciements s'adressent à M. Bouchaib IHSSANE, mon encadrant pédagogique, Professeur à la Faculté des Sciences et Technique de Fès, pour son encadrement exemplaire, pour ses précieux conseils, ses remarques et directives pertinentes et pour l'intérêt qu'il a porté à mon projet de fin d'études.

J'exprimera gratitude à nos enseignants et tous les membres du corps professoral de la licence de la Faculté des Sciences et Technique de Fès.

Je suis très sensible à l'honneur que nous a fait le comité de jury, en acceptant de participer à l'évaluation de mon travail. Je Vous exprime toute ma reconnaissance pour l'intérêt porté à cette soutenance.

je tiens également à remercier toutes les personnes qui ont contribuées au bon déroulement de mon stage.

TABLE DES MATIERES

| | |
|--|----|
| Introduction Générale | 9 |
| PRESENTATION de L'ONEE | 1 |
| I. L'histoire de la structure d'accueil(ONEE) | 3 |
| II. Propriétés de l'eau | 5 |
| 1. propriétés chimiques | 5 |
| 1.1. Nature dipolaire de l'eau | 5 |
| 1.2. Eau et équilibre acido-basique : | 5 |
| 1.3. Eau et oxydoréduction : | 5 |
| 1.4. Eau solvant : | 5 |
| 1.5. Tension superficielle de l'eau : | 6 |
| 2. Propriétés physiques : | 6 |
| 2.1. Propriétés électriques et optiques de l'eau : | 6 |
| 2.2. Propriétés physiques : | 6 |
| 2.3. Propriété thermodynamiques : | 6 |
| 3. Propriétés biologiques : | 7 |
| III. Objectifs du stage effectué au sein de l'ONEE (branche eau) :..... | 7 |
| PROCEDES DE TRAITEMENT | 1 |
| I. Composition chimique de l'eau : | 8 |
| II. Les différentes étapes de traitement de l'eau :..... | 9 |
| III. Analyses physico-chimiques de l'eau potable | 10 |
| 1. Instruments d'analyses utilisés : | 10 |
| 2. Paramètres principaux à contrôlés | 12 |
| 2.1. Détermination de pH | 12 |
| 2.2. La turbidité | 12 |
| 2.3. La température | 13 |
| 2.4. Alcalinité de l'eau | 13 |
| 2.5. Oxydabilité | 14 |
| 2.6. Titre hydrotimétrique (TH) : | 16 |
| 2.7. Conductivité | 16 |
| 2.8. Mode opératoire | 17 |
| 2.9. Chlore résiduel | 17 |
| 2.10. Mode opératoire | 18 |

| | | |
|-------|---|----|
| 2.11. | Chlorure | 18 |
| 2.12. | Ammonium | 18 |
| IV. | Essai Jar test..... | 20 |
| V. | Le contrôle des paramètres bactériologiques..... | 21 |
| 1. | Méthode de prélèvement | 21 |
| 2. | Germes à identifier | 22 |
| 3. | Préparation des milieux de cultures | 23 |
| 4. | Recherche et dénombrement de certaine bactérie | 24 |
| | Carte de contrôle..... | 26 |
| I. | Introduction..... | 25 |
| II. | Suivi de certains paramètres..... | 25 |
| 1. | Température | 26 |
| 2. | Turbidité | 28 |
| 3. | Nitrate (MR) | 29 |
| III. | Conclusions..... | 31 |

LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX :

Figure 1: Organigramme de l'office

Figure 2: propriétés physiques de l'eau

Figure 3: pH mètre

Figure 4: turbidimètre

Figure 5: conductimètre

Figure 6: spectrophotomètre

Figure 7: comparateur avec disque et DPD

Figure 8: la courbe d'étalonnage de concentration d'ammonium en fonction d'absorbance

Figure 9: carte de contrôle concernant la variation de température pendant 30 jrs

Figure 10: contrôle statistique de turbidité

Figure 11: contrôle statistique du nitrate (Mr)

Tableau 1: propriétés physiques de l'eau

Tableau 2: la préparation de la gamme étalon d'ammonium

Tableau 3: la concentration du coagulant ajouté dans l'eau brute dans l'essai Jar test

Tableau 4: suivi de température pendant 30 jrs

Tableau 5: suivi de turbidité pendant 30 jrs

Tableau 6: suivi de mesure du nitrate 5 (Mr)

INTRODUCTION GENERALE

De nos jours, l'eau représente 71% de l'espace sur la planète, mais 3% de l'or bleu est douce, seulement 0.7 % est accessible à la consommation humaine. Cette quantité d'eau est estimée suffisante, En effet l'eau est une ressource élémentaire de la vie, elle est indispensable pour l'homme. On l'utilise pour des usages quotidiens, l'agriculture, la boisson, l'hygiène et l'industrie. Malgré cette abondance de l'eau, elle est inégalement répartie et Inégalement accessible.

Pour éviter que la ressource en eau ne devienne pas un facteur limitant du développement des régions aux besoins importants, une gestion appropriée des ressources disponibles et une planification des usages est nécessaire.

A l'état naturel, on distingue deux sources d'eau : eaux de surface et eaux souterraines. Une eau de surface désigne l'eau qui s'écoule ou qui stagne à la surface de l'écorce terrestre. Du fait du coût élevé de l'eau potable et du fait que les conduites d'eau ne sont pas toujours disponibles, de plus en plus d'industries utilisent l'eau de surface pour alimenter leurs usines.

A l'origine, le plus souvent, la ressource en eaux de surface est exposée à la pollution. Elles peuvent subir des pollutions de divers ordres : matières organiques, matières en suspension, eutrophisation,... Ceci conduit à un enrichissement excessif en substances nutritives dissoutes dans l'eau. Par conséquent, il en résulte un développement accentué de diverses espèces végétales qui assimilent les matériaux dans lesquels elles baignent. La qualité des eaux de surface dépend des régions. Son pH diffère selon la période de l'année et la pollution due à l'activité humaine peut être difficile à éliminer.

L'objet de cette présente étude est d'étudier les caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques des eaux destinées à l'alimentation en eau potable dans la région, Ainsi que le contrôle de qualité de quelques eaux superficielles de cette région de Meknès.

Nous espérons d'avoir traité dans ce rapport les points essentiels concernant le Fonctionnement du travail dans l'office, surtout le service d'organisation de laboratoire.

PRESENTATION DE L'ONEE

- I. L'histoire de la structure d'accueil(ONEE)
- II. Propriétés de l'eau
- III. Objectifs du stage effectué au sein de l'ONEE
(branche eau)

I. L'histoire de la structure d'accueil(ONEE)

L'ONEE est un établissement public à caractère industriel et commercial doté de la personnalité civile et de l'autonomie financière, créée en 1972. Acteur principal dans le secteur de l'eau potable et de l'assainissement, les missions principales de l'Office sont :

- Planification de l'approvisionnement en eau potable (AEP) à l'échelle nationale
- Production de l'eau potable
- Distribution de l'eau potable pour le compte des collectivités locales
- Gestion de l'assainissement liquide pour le compte des C.L
- Contrôle de la qualité des eaux

Les axes Stratégiques :

- Pérenniser, Sécuriser et renforcer l'AEP en milieu urbain
- Généraliser l'accès à l'eau potable en milieu rural
- Rattraper le retard en matière d'Assainissement liquide

Les approches :

- Assurer une veille technologique
- Intégrer le composant environnement
- Impliquer le citoyen dans l'économie et la protection des ressources en eau.

Les atouts :

- Une entreprise publique à haute expertise,
- Un personnel compétent
- Des partenariats nationaux et internationaux en expertise

L'ONEE dispose d'un établissement central et de 27 laboratoires régionaux répartis sur tout le royaume. Ces laboratoires effectuent des contrôles de qualité physiques, chimiques et bactériologiques qui respectent les normes marocaines.

La direction de L'ONEE est composée de différents services qui assurent la coordination de toutes les activités de l'entreprise. La figure suivante représente l'organigramme de la direction de l'office

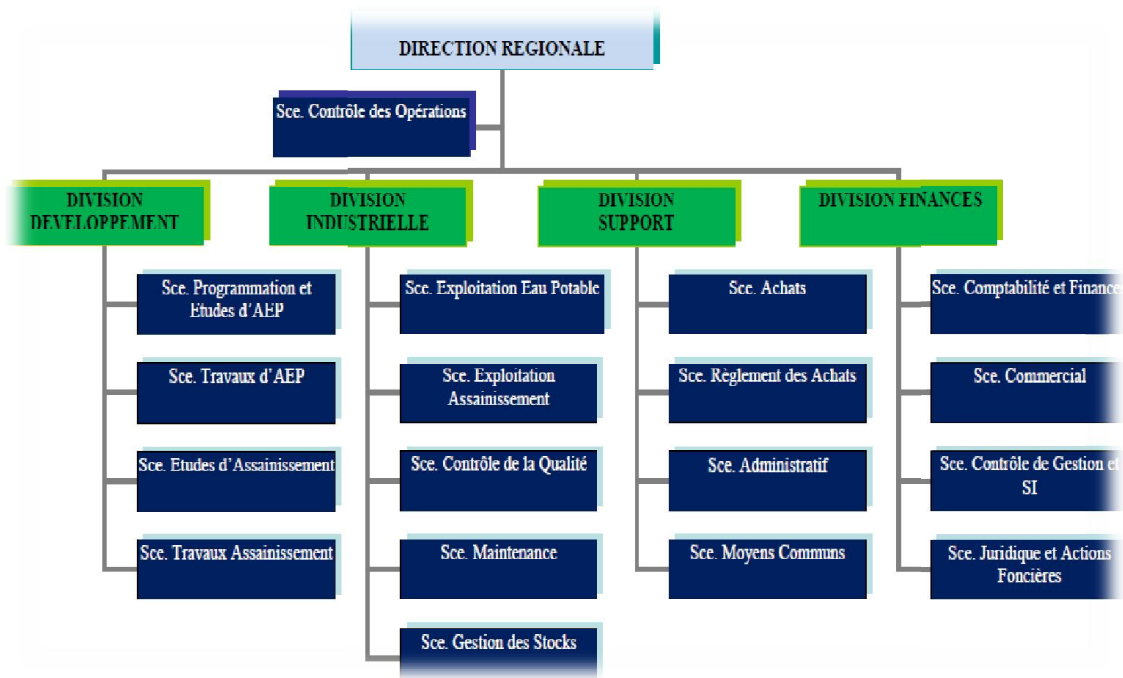


Figure 1 : Organigramme de l'office

II. Propriétés de l'eau

1. propriétés chimiques

1.1. Nature dipolaire de l'eau

La molécule d'eau forme un angle de 105° entre les deux atomes d'hydrogène. L'atome d'oxygène étant très électronégatif, la molécule d'eau est polaire et la liaison entre deux molécules est appelée un pont hydrogène ou liaison hydrogène.

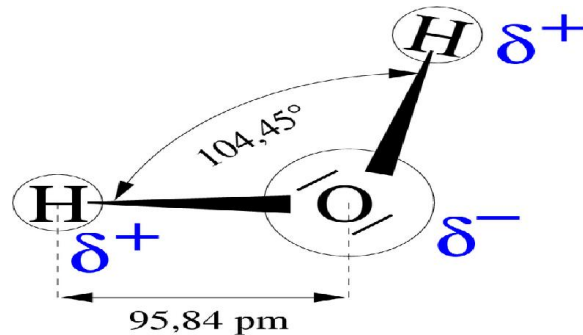
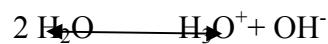


Figure 2: structure chimique de la molécule H₂O

1.2. Eau et équilibre acido-basique :

L'eau se dissocie naturellement en ion hydronium H₃O⁺ et en ion hydroxyde OH⁻



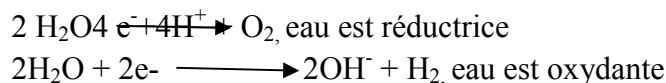
À 25°C $[\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14}$: la constante K_e de l'eau

Les ions hydroniums et hydroxydes sont très réactifs, ils peuvent attaquer certains matériaux et les dissoudre. On définit l'acidité à partir de la concentration en ion hydronium par le facteur pH tel que :

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+].$$

1.3. Eau et oxydoréduction :

L'eau peut participer suivant les conditions expérimentales, à des réactions d'oxydoréductions représentées par les équations suivantes :



1.4. Eau solvant :

Grâce à sa polarité, l'eau est un excellent solvant. Dans les solutions aqueuses, les molécules d'eau entourent la molécule de soluté. Ainsi, les molécules du soluté sont hydratées. Cette propriété d'eau solvant est vitale en biologie car certaines réactions n'ont lieu qu'en solution (réaction dans le cytoplasme ou le sang).

1.5. Tension superficielle de l'eau :

Elle caractérise une propriété propre à l'interface .Elle est définie comme une force de traction qui s'exerce à la surface du liquide en tendant toujours à réduire le plus possible l'étendue de cette surface.

2. Propriétés physiques :

2.1. Propriétés électriques et optiques de l'eau :

Les constituants de l'eau (H⁺ et O⁻) présentent une grande dissymétrie électrique, C'est donc un liquide diamagnétique (polaire).

- Conductivité électrique : $5,5 \cdot 10^{-6}$ Siemens/m à 20°C.
- Absorption de la lumière : l'eau absorbe préférentiellement le rouge, ce qui explique que cette couleur disparaisse progressivement de la lumière ambiante au fur et
- Résistivité électrique : très élevée $> 26 \text{ m Ohms/cm/cm}^2$.
- à mesure que la profondeur augmente.
- Indice de réfraction : l'indice de réfraction moyen de l'eau est d'environ 4/3, soit 1.33 à 20°C.

2.2. Propriétés physiques :

L'eau a de nombreuses propriétés physiques assez particulières présentées dans le tableau ci dessous :

| | |
|--------------------|-----------------------------------|
| Masse moléculaire | 18 g/mol |
| Point de fusion | 273,15 K (0 °C) |
| Point d'ébullition | 373,15 K (100 °C) |
| Masse volumique | 998,2 kg/m ³ (liquide) |

Tableau 1 : propriétés physiques de l'eau

2.3. Propriété thermodynamiques :

Les propriétés thermodynamiques de l'eau sont très utilisées dans la vie courante.

- L'eau un fournisseur d'énergie
- Les variations de température de l'eau
- L'eau un très bon conducteur

Enthalpies de formation:

$$\Delta H_f^0 \text{ gaz} = -241.5 \text{ kj/mol}$$

$$\Delta H_f^0 \text{liquide} = -282 \text{ kJ/mol}$$

3. Propriétés biologiques :

Le rôle biologique de l'eau se manifeste dans les fonctions suivantes :

- Le métabolisme cellulaire.
- La vie microbienne.
- Composition des substances nutritives.

L'eau est en effet le constituant majeur du corps humain un adulte de 70 kg renferme environ 45 kg d'eau dans son corps.

III. Objectifs du stage effectué au sein de l'ONEE(branche eau) :

Mon stage de fin d'études s'inscrit dans le cadre de la préparation du diplôme Licence Technique d'analyse et contrôle de qualité au sein de la Faculté de science et technique(feز).

Il a été effectué au laboratoire régionale de Meknès prise en charge par l'ONEE qui assure l'adduction de Meknès et ses régions en eau potable, pendant la période (15avril / 15mai) et sous l'encadrement du Pr. AzizBOUHLAL est donc très important de pouvoir contrôler et surveiller la qualité des eaux de la région, se socialiser, découvrir des règles de vie et les règles du travail, se confronter à la réalité, sortir du fantasme sur le métier puis acquérir les premiers gestes et le vocabulaire du métier.

PROCEDES DE TRAITEMENT

- I. Composition chimique de l'eau
- II. Les différentes étapes de traitement de l'eau
- III. Analyses physico-chimiques de l'eau potable
- IV. Essai Jar test
- V. Le contrôle des paramètres bactériologiques

I. Composition chimique de l'eau :

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

Il existe différentes ressources en eau : naturelle, superficielle ou souterraine. Pour les eaux souterraines, l'eau de pluie arrivée au sol agit à la fois comme solvant et comme agent mécanique en entraînant des particules plus ou moins fines. Le volume des eaux qui s'infiltrent dans le sol dépend, évidemment de l'abondance des précipitations, mais, aussi de la texture du sous-sol.

La dissolution des roches calcaires par le gaz carbonique dissous dans l'eau a conduit à la formation des grottes. Le bicarbonate de calcium $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ dissout dans l'eau se décompose au contact de l'air suivant la réaction ci-dessous :



Il y a donc formation de carbonate de calcium (CaCO_3), de gaz carbonique (CO_2) et d'eau. Une eau est caractérisée par un ensemble de paramètres accessibles à l'analyse. Tous ces éléments constituent la minéralisation de l'eau dont l'importance dépend évidemment de la nature géologique des terrains traversés.

En suivant la classification, on distingue :

- **Paramètres organoleptiques** : couleur, aspect, odeur, saveur, goût.
- **Paramètres physico-chimiques** : L'eau contient de nombreux ions dissous dont les principaux sont le calcium (Ca^{2+}), le magnésium (Mg^{2+}), le sodium (Na^+), le potassium (K^+), les carbonates (CO_3^{2-}), les bicarbonates (HCO_3^-), les sulfates (SO_4^{2-}), les chlorures (Cl^-) et les nitrates (NO_3^-). Ils proviennent pour l'essentiel du ruissellement en faible concentration. L'eau contient aussi des nutriments, tels que l'azote (contenu dans l'ammoniac, les nitrites et les nitrates), le phosphore (contenu dans les phosphates) et la silice, ainsi que du fer et du manganèse.

- **Substances toxiques et indésirables:** D'autres éléments ne sont présents qu'à l'état de trace. C'est le cas de l'arsenic, le cuivre, le cadmium, le manganèse, le fer, le zinc, le cobalt, le plomb... Ils peuvent provenir des roches mais aussi parfois des activités industrielles et domestiques.

Les matières organiques peuvent être présentes sous forme dissoute (les hydrocarbures, les solvants chlorés ou les pesticides), ou en suspension (déchets végétaux, plancton...). Elles proviennent essentiellement de la dégradation de la matière organique présente dans le milieu ou dans les sols lessivés par les pluies, mais aussi de composés issus de l'activité humaine. Leur concentration est infime dans les eaux profondes.

- **Paramètres microbiologiques:** coliformes totaux, coliformes thermotolérants, streptocoques fécaux.

Les paramètres retenus pour l'appréciation de la qualité des eaux souterraines diffèrent de ceux requis pour les eaux de surface pour plusieurs raisons :

- La qualité des eaux souterraines dépend en partie de la nature des eaux infiltrées, du type de sols et des roches à travers lesquelles elle s'écoule.
- Le passage à travers l'aquifère est un filtrage naturel des eaux.
L'eau souterraine contient donc moins de matière en suspension et de matière non dissoutes que les eaux de surface.
- Les paramètres d'appréciation de qualité sont moins variables dans le temps.

II. Les différentes étapes de traitement de l'eau :

- **Le dégrillage et le tamisage :** consiste à faire passer l'eau brute dans des grilles plus ou moins fines, afin d'éliminer les gros éléments solides (déchets plastiques, branchages, cailloux, feuilles mortes....)
- **La clarification :** permet ensuite de rendre l'eau limpide en la débarrassant des matières en suspension, des algues et des particules colloïdales qu'elle contient. Elle s'effectue en deux temps : on injecte d'abord dans l'eau un réactif chimique (un sel d'aluminium par exemple) qui provoque la coagulation des particules. Les particules coagulées s'agglomèrent les unes aux autres et forment des « flocons » : c'est la floculation.

Les flocons les plus lourds que l'eau, se déposent au fond d'un bassin de décantation et sont évacués régulièrement sous forme de boues.

- **La filtration** : sur lit de sable achève de clarifier l'eau en éliminant les derniers flocons. Elle consiste à faire passer l'eau à travers une épaisse couche de sable fin disposée sur un plancher poreux : les particules encore présentes dans l'eau sont alors retenues au fur et à mesure de leur cheminement dans le filtre.

Celui-ci est nettoyé régulièrement par l'envoi d'eau et d'air à contre-courant (de bas en haut) pour permettre aux flocons de se détacher des grains de sable et éviter ainsi les risques de colmatage.

La désinfection de l'eau par l'ajout du chlore constitue la dernière étape indispensable pour la fabrication de l'eau potable, puisqu'elle élimine tous les micro-organismes qui pourraient être dangereux pour notre santé.

III. Analyses physico-chimiques de l'eau potable

Les analyses physico-chimiques font appel à des techniques d'analyses très variées fondées sur les propriétés intrinsèques des molécules ou des atomes recherchés (spectrométrie, chromatographie...), ou encore sur leur aptitude à réagir avec des réactifs particuliers (dosages complexométriques ou d'oxydoréductions...).

Pour les eaux dites de consommation (eaux de réseaux publics, fontaines, citernes de stockage...) la finalité de l'analyse physico-chimique est de vérifier qu'elles respectent les critères de potabilité

1. Instruments d'analyses utilisés :

- Le pH-mètre : permet de mesurer le pH, la mesure se fait à l'aide de deux électrodes : une électrode de référence et une électrode de mesure. L'appareil est régulièrement étalonné avec des solutions de pH=7 et de pH=4.



Figure 3: pH-mètre

- Le turbidimètre : permet de déterminer la turbidité. il est étalonné par des solutions références de turbidité à chaque fois qu'il est nécessaire.



Figure 4 : turbidimètre

- Conductimètre : permet de mesurer la conductivité en $\mu\text{S}/\text{cm}^2$.



Figure.5: conductimètre

- Le spectrophotomètre : permet de mesurer la concentration des éléments azotés (ammonium, nitrate et nitrite).

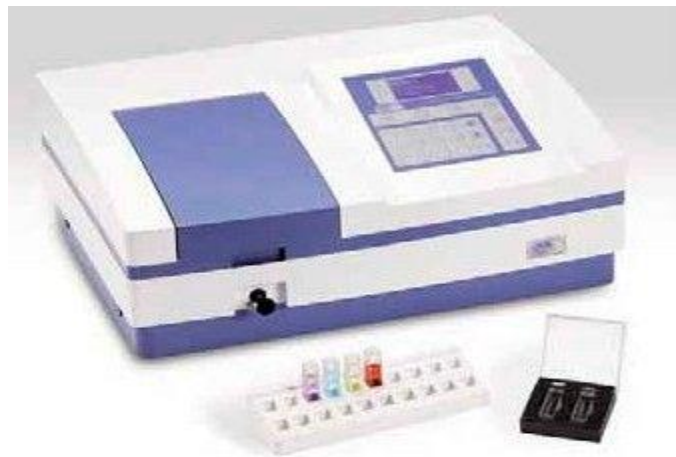


Figure.6 : spectrophotomètre

2. Paramètres principaux à contrôlés

2.1. Détermination de pH

Le pH est une des caractéristiques fondamentales de l'eau. Il correspond à la concentration en ions H⁺ dans l'eau tel que $\text{pH} = -\text{Log} [\text{H}_3\text{O}^+]$.

Le pH est mesuré à l'aide d'un pH-mètre après un étalonnage préalable.

2.2. La turbidité

La turbidité est un paramètre organoleptique et une expression des propriétés optiques d'une eau à absorber ou, et à diffuser de la lumière.

La turbidité est l'une des caractéristiques les plus voyantes, elle est due à la présence des matières en suspension, l'eau potable ne doit pas comporter ces dernières.

- **Mode opératoire :**

Etalonner l'appareil à l'aide des solutions d'étalonnage, selon la gamme des échantillons à analyser.

- **Principe :**

La turbidité est basée sur la comparaison de l'intensité de lumière diffractée par l'échantillon d'eau avec un témoin dans les mêmes conditions, la turbidité est mesurée par un turbidimètre, son unité est : NTU.

2.3. La température

La température joue un rôle important sur la solubilité des sels et celle des gaz. Elle est mesurée à l'aide d'un thermomètre ou une sonde intégré dans le pH-mètre.

2.4. Alcalinité de l'eau

L'alcalinité est la capacité de l'eau à neutraliser des acides. Cette propriété dépend, entre autres, de la concentration en carbonates, bicarbonates et hydroxydes de l'eau. L'alcalinité se mesure en mg/L ou en équivalent carbonate de calcium (mg CaCO₃/l).

- **Titre alcalimétrique (TA) :**

Il correspond à la teneur de l'eau en alcalins libres et en carbonates alcalins (liés au sodium Na⁺ et au potassium K⁺).

- **Titre alcalimétrique complète (TAC) :**

Il correspond à la teneur de l'eau en alcalins libres (ions OH⁻), carbonates (CO₃²⁻) et bicarbonates (hydrogénocarbonates HCO₃⁻).

- **Mode opératoire du titre alcalimétrique TA :**

- On met dans un erlenmeyer de 250 ml, 100ml d'échantillon
- On ajoute deux gouttes de phénolphtaléine. Le dosage se fait avec HCL jusqu'à l'obtention d'une solution incolore
- On note le volume versé et on calcule le titre alcalimétrique à l'aide de l'équation suivante :





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

$$\text{TA} = \text{Tb (m\acute{e}q/l)} = \text{Tb} \cdot 5^\circ\text{F}$$

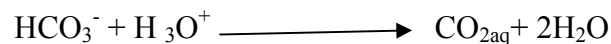
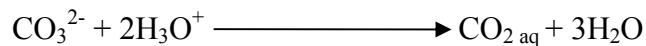
Avec Tb : la tombée de la burette

Remarque : Si le pH < 8,3 on a : TA=0 c-à-d [OH⁻]=0.

● **Mode opératoire du titre alcalimétrique complet TAC :**

Dans un erlenmeyer de 250 ml,

- on introduit 100 ml d'échantillon après détermination du titre alcalimétrique
- on ajoute 2 gouttes de Na₂SO₃ si la solution est traitée
- . On note le volume versé et on calcule le titre alcalimétrique complet à l'aide de l'équation suivante :



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

$$\text{TAC} = \text{Tb (m\acute{e}q/l)} = \text{Tb} \cdot 5^\circ\text{F}$$

Avec Tb : la tombée de la burette

2.5. Oxydabilité

La teneur de permanganate de potassium (KMnO₄) consommée pour l'oxydation des matières organiques d'une eau pendant un temps donné (4 heures à froid ou 10 minutes à l'ébullition) en milieu acide ou en milieu alcalin. Le résultat peut être exprimé en mg/l d'O₂ ou en mg/l de KMnO₄.

Cette notion permet d'estimer la pollution organique globale d'une eau naturelle et d'apprécier l'efficacité du traitement au quel elle est soumise.

● **Principe**

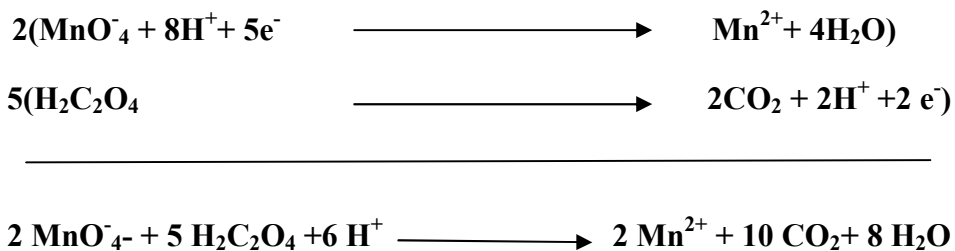
L'eau est portée à l'ébullition en présence d'une solution diluée de permanganate de potassium dont l'excès est dosé après 10 minutes exactement d'ébullition.

● **Mode Opératoire**

- Prélever 100ml de l'échantillon et le transférer dans une erlenmeyer de 250ml
- ajouter 2 ml d'acide sulfurique concentré et agitant doucement
- placer erlenmyer dans le bain marie bouillant pendant 10min±2
- ajouter 10ml de la solution de permanganate de potassium N/10 et laisser à l'ébullition pendant exactement 10min
- Ajouter 10 ml de la solution d'oxalate de sodium 5 mole/l et attendre de décoloration
- titrer a chaude avec la solution de permanganate de potassium N /10 jusqu'à l'apparition d'une coloration rose persistance environ 30 seconde.

NB : Pour les échantillons très chargés, il est préférable de diluer avant l'analyse.

● **Réaction en jeux :**



● **Expression des résultats :**

Oxydabilité (mg O₂/L)=8. (V écha - V blanc).f/V témoin

Avec :

Vécha : la tombé de burette au titrage de l'échantillon.

Vblanc : la tombé de burette au titrage du blanc.

Vtémoin : la tombé de burette au titrage du d'essai./

f est le facteur de dilution.

NB : Normes: oxydabilités < 5mg/L

2.6. Titre hydrotimétrique (TH) :

L'objectif de la mesure de ce paramètre est de déterminer la dureté d'une eau, c'est-à-dire la concentration totale en ions Ca^{2+} et en ions Mg^{2+} .

Le titre hydrotimétrique total exprime la concentration globale d'une eau en sels de calcium (Ca^{2+}) et de magnésium (Mg^{2+}) quel que soit l'anion associé.

● Principe

Le calcium et le magnésium, présents dans l'eau, sont complexés par l'éthylendiamine tétra acide (EDTA). Le noir eriochrome, qui donne une couleur rouge foncée ou violet en présence des Ca^{2+} et Mg^{2+} , est utilisé comme indicateur pour la détermination de la dureté totale.

● Dureté calcique : Ca^{2+} (mg/L)

La dureté calcique d'une eau est la concentration en ions calcium dans l'eau.

- A 100 ml d'eau à analyser,
- on ajoute 5mL de NaOH et une petite spatule de calcone (indicateur coloré).
- Le dosage se fait avec une solution d'EDTA 0.02M. L'équivalence est atteinte lorsque la solution vire du rose au bleu royal.

La dureté calcique est calculée selon l'équation :

$$[\text{Ca}^{2+}] = \text{Tb} * 0.4 \text{ mg/L}$$

Tb : tombée de la burette

● Dureté magnésienne : Mg^{2+} (mg/L)

La dureté magnésienne c'est la différence entre la dureté totale et la dureté calcique. Elle représente la concentration en ions magnésium dans l'eau.

$$[\text{Mg}^{2+}] = (\text{Tb (T.H)} - \text{Tb (Ca}^{2+})) * 0.4 * 12.6 \text{ (mg/L)}$$

2.7. Conductivité

La conductivité électrique est l'aptitude d'une solution à laisser les charges électriques se déplacer librement, donc à permettre le passage d'un courant électrique. En outre elle est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm² de surface et sépare l'une de l'autre de 1 cm.

La mesure de la conductivité s'effectue par le Conductimètre.

2.8. Mode opératoire

- On met l'appareil en marche,
- on étalonne le avec une solution de KCL de concentration connue, et donc de conductivité connue.
- On Plonge l'électrode dans notre échantillon et on lit la conductivité relative à notre échantillon directement sur l'appareil
- On rincer l'électrode après chaque mesure, les lectures se font à une température constante de 20°C ou à 25°C. Niveau guide de la conductivité à 20°C d'une eau destinée à la consommation humaine : 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$
- 50 à 400 : qualité excellente
- 400 à 750 : bonne qualité
- 750 à 1500 : qualité médiocre mais eau utilisable
- 1500 : minéralisation excessive .

L'unité de conductivité est le siemens par mètre S/m mais dans le cas de l'eau on utilise généralement $\mu\text{S}/\text{cm}$.

2.9. Chlore résiduel

Le contrôle du chlore résiduel a pour but de s'assurer que l'eau est suffisamment traitée, ainsi qu'il y a assez de chlore disponible pour réagir complètement à tous risque de pollution.

A l'aide du DPD de 0,1N ou de 0,4N : l'apparition d'une coloration rose nous permet de la comparer à des couleurs avec des concentrations données.



Figure 7: comparateur avec disque et DPD

2.10. Mode opératoire

- Mettre environ 5 ml d'eau à analyser dans la cuvette réservée à cet effet
- Ajouter un comprimé de DPD et bien mélanger avec l'eau à analyser jusqu'à dissolution du comprimé
- Mettre la cuvette dans le comparateur
- Comparer avec le nuancier du disque approprié et déterminer la concentration résiduelle de chlore en mg/l, il faut comparer et déterminer la couleur de l'échantillon dans un délai d'une minute
- Prendre note du résultat

La concentration de chlore est exprimée en mg/l

2.11. Chlorure

L'objectif est de déterminer la teneur en ions chlorures présents dans un échantillon d'eau à analyser.

Les chlorures sont dosés en milieu acide par le nitrate mercurique en présence d'un indicateur coloré.

● **Mode opératoire**

- Prendre 100 ml de l'échantillon + 0,5 ml indicateur de pH +goute à goutte de HNO₃, (N/3) jusqu'à l'apparition d'une colorationjaune
- ajouter un excès de 3goutes nitrique (N/3)
- Titrer par la solution nitrate mercurique (Hg (NO₂) en versant la solution nitrate mercurique (Hg (NO₂), goutte à goutte, en ayant soin de l'agiter entre chaque addition jusqu'au virage de coloration jaune vers coloration violet foncée
- Noter le volume versé en ml.

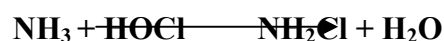
● **Expression des résultats**

$$[\text{Cl}^-] = \text{tombée de burette} \times 35.5 \text{ en mg/l}$$

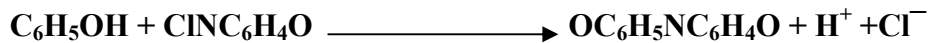
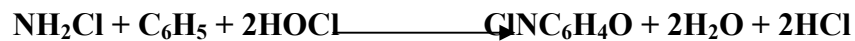
2.12. Ammonium

● **Principe :**

Le principe du dosage est le fait qu'en milieu fortement basique où $10,8 \leq \text{pH} \leq 11,4$, l'ammoniac réagit quantitativement avec l'hypochlorite et donne une monochloramine selon la réaction :



Le monochloramine forme avec du phénol, en présence de nitroprussiate et un excès d'hypochlorite, du bleu d'indophénol, susceptible d'un dosage colorimétrique à la longueur d'onde de 630nm. les réactions probables sont les suivantes :



- **Réactif A :**

On dissout 13,5g de phénol et 0,15g nitroprussiate de sodium dans l'eau distillée et le mélange est dilué à 500mL. La solution est conservée au réfrigérateur et elle est renouvelée à chaque fois qu'il est nécessaire.

- **Réactif B :**

On dissout 0,1g d'acide dichloroisocyanurique dans 50ml de solution aqueuse de soude. Cette préparation est renouvelée à chaque fois qu'on veut faire l'analyse.

- **Mode opératoire :**

- Prendre 25ml de l'échantillon +1ml de citrate de sodium +1ml du réactif A +1ml du réactif B
- Boucler des flacons on les garde à l'obscurité pendant 4heures
- Effectuer la lecture au spectrophotomètre à longueur d'onde 630nm
- A l'aide de la courbe on détermine la concentration

- **Réparation de la gamme étalon :**

On prépare une solution mère de concentration 100mg/l de NH_4^+ et à partir cette solution on prépare une solution fille de concentration 10 mg/l. A partir de la solution fille on prépare cette gamme étalon :

A 25 ml de chaque étalon on ajoute 1 ml de citrate de sodium, 1 ml du phénol et 1 ml de dichlorocyanure (acide) puis on laisse développer la couleur au moins 4h à l'obscurité et on passe au spectrophotomètre à $\lambda = 630 \text{ nm}$.

| N° des fioles | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| V(Eau distillé) ml | 100 | 95 | 75 | 50 | 25 | 0 |
| V.S fille | 0.00 | 5 | 25 | 50 | 75 | 100 |
| [NH ₄ ⁺] en mg/l | 0.00 | 0,5 | 2,5 | 5 | 7.5 | 10 |
| Absorption | 0 | 0,119 | 0,526 | 1,064 | 1,598 | 2,128 |

Tableau 2 : la préparation de la gamme étalon d'ammonium

On trace la courbe d'étalonnage :

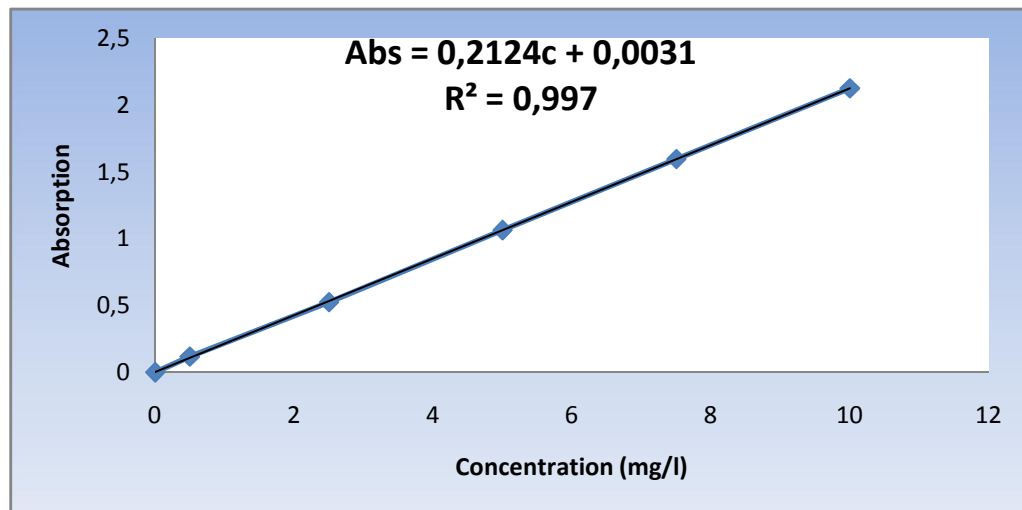


Figure 8: la courbe d'étalonnage de concentration d'ammonium en fonction d'absorbance

IV. Essai Jar test

L'essai a pour objet de déterminer la nature et les doses probables des réactifs permettant de clarifier l'eau dans la station de traitement. Il faut réaliser l'essai le plus tôt possible après le prélèvement à une température voisine de celle que posséderas effectivement l'eau au cours de son traitement.

Dans le but de réaliser l'essai du Jar test on doit avoir comme matériel :

- Un coagulateur-floculateur de laboratoire avec 6 agitateurs à hélice entraînés un moteur électrique à vitesse variable en continu (Jar test)
- béciers pouvant contenir 1 litre d'eau traitée

Projet de fin d'étude

LST

TACQ

- verrerie de laboratoire
- papier-filtre bande blanche.
- Les réactifs nécessaires :
 - Solution de sulfate d'alumine $Al_2(SO_4)_3$ 10 g/l.
 - Solution de poly-électrolyte 0.1 g/l
- Mode opératoire
 - On prépare six béchers de 1 litre d'eau brute
 - Ajouter dans chaque bécher 3 ml de la solution du chlore préparé (0.1g/l).
 - Ajouter 0.1 ml de solution d'alginate dans tous les béchers
 - Ajouter le coagulant dans les béchers selon des concentrations croissantes et agité les solutions avec une vitesse de 120 tour/min pendant 2 min et continuer avec une vitesse de 40 tour/min pendant 20 min
 - Après 30 min de décantation on mesure le pH, la turbidité et le chlore résiduel
 - On filtre l'eau sur le papier filtre on mesure la turbidité et le TAC

| | | | | | | |
|---------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Nombre de bécher | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Pré-chloration (ml) | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Floculant (ml) | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| Coagulant (mg /l) | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |

Tableau 3: la concentration du coagulant ajouté dans eau brute dans l'essai Jar test

V. Le contrôle des paramètres bactériologiques

1. Méthode de prélèvement

Un examen bactériologique ne peut être valablement interprété que s'il est effectué sur un échantillon correctement prélevé, dans un récipient stérile, selon un mode opératoire précis évitant toute contamination accidentelle :

- Se laver les mains
- Désinfecter le robinet avec une flamme
- Laisser couler l'eau au moins une minute
- Ouvrir le flacon stérile de 500 ml et le remplir
- Le fermer immédiatement.

2. Germes à identifier

2.1. Les coliformes fécaux

C'est un groupe de bactéries utilisé comme indicateur de contamination fécale. Ils appartiennent à la classe des Enterobacteriaceae. Ce sont des bacilles à gram négatif, oxydase négative, aérobies ou anaérobies facultatifs, capables de se multiplier et de fermenter le lactose et produisent de gaz, d'acide et d'aldéhyde. On les considère comme bons indicateurs de contamination fécale, ils se cultivent à 44°C.

2.2. Les streptocoques fécaux

Ces bactéries appartiennent à la famille des streptococcaceae, sont des cocci généralement disposées en diplocoques ou en courte chaîne, à gram négatif, sporulantes, immobiles, aérobies facultatifs et possédant un métabolisme fermentatif. Ces germes colonisent l'intestin de l'homme et des animaux à sang chaud. Leur présence dans le milieu hydrique prouve une pollution d'origine fécale de l'eau. Cependant, on peut trouver aussi des streptocoques fécaux dans le sol, les plantes et les insectes.

2.3. Les coliformes totaux

Ces bactéries se développent à 37°C. Ces derniers peuvent avoir une origine non strictement fécale : Le sol, les insectes et les plantes peuvent les héberger. Les coliformes totaux sont inclus dans les germes témoins de contamination fécale de deuxième ordre.

2.4. E. coli

Egalement appelée colibacille et abrégée en E. coli, est une bactérie intestinale (Gram négatif), des mammifères, très commune chez l'être humain. En effet, elle compose environ 80 % de notre flore intestinale, C'est un coliforme fécal généralement commensal. Cependant, certaines souches d'E. Coli peuvent être pathogènes entraînant alors des gastro-entérites, infections urinaires, méningites.

2.5. Entérocoques intestinaux

Ce sont des bactéries à métabolisme anaérobie, dite cocci à Gram positif, se présentant habituellement sous forme de chaînettes. Ce sont des pathogènes

opportunistes causant des septicémies, infections urinaires, ou abdominales d'origine intestinale. Ils sont la cause de plus de 10 % des infections nosocomiales.

2.6. Microorganismes revivifiables

Ce sont des micro-organismes aérobies non pathogènes dits "revivifiables". Ils se développent dans des conditions habituelles de culture et représentant la teneur moyenne en bactéries d'une ressource naturelle. Ces germes n'ont pas d'effets directs sur la santé mais sous certaines conditions, ils peuvent générer des problèmes. Ce sont des indicateurs qui révèlent la présence possible d'une contamination bactériologique.

2.7. Clostridia

Les Clostridia sont des bactéries appartenant à une classe de Firmicutes, dont le genre Clostridium et d'autres genres proches. Ils se distinguent des Bacilli par l'absence de respiration aérobie. Ce sont des anaérobies obligatoires, l'oxygène leur est toxique. Les espèces du genre Clostridia sont toutes à Gram positif et peuvent former des spores.

3. Préparation des milieux de cultures

3.1. Tergitol 7 au TTC

Mettre en suspension 51.5 g de milieu déshydraté dans 1 l d'eau distillée ou déminéralisée. Porter à l'ébullition lentement en agitant jusqu'à dissolution complète. Répartir à raison de 100 ml par flacon. Stériliser à l'autoclave à 121°C pendant 15 min. refroidir et maintenir le milieu à 47° C. ajouter stérilement 1ml de supplément TTC 12.5 mg reconstituée (BS025) par flacon. Homogénéiser parfaitement et couler en boîtes de pétri stériles.

3.2. Slanetz

Mettre en suspension 41.1 g de milieu déshydraté dans 1 l d'eau distillée ou déminéralisée. Porter à l'ébullition lentement en agitant jusqu'à dissolution complète. Répartir à raison de 100 ml par flacon. Stériliser à l'autoclave à 121°C pendant 15 min. refroidir et maintenir le milieu à 47° C. ajouter stérilement 1ml de supplément TTC 50 mg reconstituée (BS027) par flacon. Homogénéiser parfaitement et couler en boîtes de pétri stériles.

3.3. Gélose TSC

Mettre en suspension 42 g de milieu déshydraté dans 1l d'eau distillée ou déminéralisée. Porter à l'ébullition lentement en agitant jusqu'à dissolution complète. Répartir à raison de 20 ml par tube. Stériliser à l'autoclave à 121°C pendant 15 min. refroidir et maintenir le milieu à 47° C. ajouter stérilement 0.2 ml de supplément sélectif D-Cylrsérine reconstituée (BS006) par tube. Homogénéiser parfaitement.

3.4. Gélose

Mettre en suspension 19 g de milieu déshydraté dans 1l d'eau distillée ou déminéralisée. Porter à l'ébullition lentement en agitant jusqu'à dissolution complète. Répartir en tubes ou en flacons. Stériliser à l'autoclave à 121°C pendant 15 min.

4. Recherche et dénombrement de certaine bactérie

4.1. Recherche et dénombrement des germes totaux

- On utilise des boites de pétri d'un diamètre de 90 mm.
- Deux boites reçoivent chacune 1 ml d'eau analysé.
- On coule dans chacune des boites la gélose nutritive préalablement fondue.
- On agite doucement par un mouvement circulaire pour assurer un mélange homogène de l'eau et de la gélose, puis on laisse refroidir.
- Une boite est incubée à 22°C /72h l'autre est maintenue à 37°C / 48h.
- Les colonies seront comptées à l'aide d'un appareil du comptage et les résultats sont exprimés pour 1 ml d'eau.

4.2. Recherche et dénombrement des bactéries coliformes, E-Coli et des entérocoques intestinaux :

La technique employée dans ce cas est : La colimétrie sur membrane filtrante

- Placer aseptiquement la membrane filtrante stérile sur le disque poreux à l'embase de l'entonnoir.
- Placer l'entonnoir de filtration stérile sur la fiole à vide.
- Agiter vigoureusement l'échantillon, puis verser 100 ml dans l'entonnoir.

- Prendre la membrane avec une pince flambée et refroidie en la saisissant par son extrême bord.
- Placer cette membrane sur le milieu de culture Tergitol 7 au TTC/SLANETZ(TTC)en veuillent à ce qu'aucune bulle ne s'interpose entre la membrane et le milieu de culture.

CARTE DE CONTROLE

- I. Introduction
- II. Suivi de certains paramètres
- III. conclusions

I. Introduction

Les cartes de contrôle permettent de surveiller la fabrication en s'assurant que les caractères contrôlés restent stables ou conformes aux spécifications, compte tenu d'une certaine variabilité inévitable.

Les cartes de contrôle vérifient et examinent le processus de fabrication.

L'objectif est de se débarrasser des causes assignables et de réduire les causes aléatoires.

Une carte de contrôle est un graphique représentant des images successives de la production, prises à une certaine « fréquence de prélèvement ». Le contrôle est réalisé à partir d'échantillons que l'on prélève sur la production. On reporte sur le ou les graphiques de la carte les différents calculs effectués sur les échantillons.

Calculant pour chaque paramètre son moyenne \bar{X} :

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n}$$

Écart-type : $\sigma = \sqrt{[(\sum ((X_i - \bar{X})^2)) / (n-1)]}$

Les limites du contrôle : $LC = \bar{X} \pm 2S$

Limites de surveillance : $LS = \bar{X} \pm 3S$

II. Suivi de certains paramètres

Pour s'assurer de la qualité de l'eau traitée après sa sortie de la station et son arrivée aux différents points de distribution, nous avons effectuées des analyses sur des paramètres tel que : la température , la turbidité et le nitrate (MR) pendant 30 jours dans le laboratoire régional puis a partir de ces mesures on a tracés les cartes du contrôles :

1. Température

Les résultats obtenus lors du suivi sont présentés dans le tableau ci-dessous

| Jours | Température | Moyenne | LS inf. | LS sup. | LC inf. | LC sup. |
|-------|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | 36,5 | 36,17 | 33,80 | 38,54 | 34,59 | 37,75 |
| 2 | 36,5 | 36,17 | 33,80 | 38,54 | 34,59 | 37,75 |
| 3 | 37 | 36,17 | 33,80 | 38,54 | 34,59 | 37,75 |
| 4 | 37 | 36,17 | 33,80 | 38,54 | 34,59 | 37,75 |
| 5 | 36,5 | 36,17 | 33,80 | 38,54 | 34,59 | 37,75 |
| 6 | 36,5 | 36,17 | 33,80 | 38,54 | 34,59 | 37,75 |
| 7 | 36,5 | 36,17 | 33,80 | 38,54 | 34,59 | 37,75 |
| 8 | 36 | 36,17 | 33,80 | 38,54 | 34,59 | 37,75 |
| 9 | 36 | 36,17 | 33,80 | 38,54 | 34,59 | 37,75 |
| 10 | 36,5 | 36,17 | 33,80 | 38,54 | 34,59 | 37,75 |
| 11 | 36 | 36,17 | 33,80 | 38,54 | 34,59 | 37,75 |
| 12 | 37 | 36,17 | 33,80 | 38,54 | 34,59 | 37,75 |
| 13 | 37 | 36,17 | 33,80 | 38,54 | 34,59 | 37,75 |
| 14 | 37 | 36,17 | 33,80 | 38,54 | 34,59 | 37,75 |
| 15 | 35 | 36,17 | 33,80 | 38,54 | 34,59 | 37,75 |
| 16 | 35 | 36,17 | 33,80 | 38,54 | 34,59 | 37,75 |
| 17 | 35,5 | 36,17 | 33,80 | 38,54 | 34,59 | 37,75 |
| 18 | 35 | 36,17 | 33,80 | 38,54 | 34,59 | 37,75 |
| 19 | 37 | 36,17 | 33,80 | 38,54 | 34,59 | 37,75 |
| 20 | 36 | 36,17 | 33,80 | 38,54 | 34,59 | 37,75 |
| 21 | 36 | 36,17 | 33,80 | 38,54 | 34,59 | 37,75 |
| 22 | 37 | 36,17 | 33,80 | 38,54 | 34,59 | 37,75 |
| 23 | 35 | 36,17 | 33,80 | 38,54 | 34,59 | 37,75 |
| 24 | 35 | 36,17 | 33,80 | 38,54 | 34,59 | 37,75 |
| 25 | 36 | 36,17 | 33,80 | 38,54 | 34,59 | 37,75 |
| 26 | 37,5 | 36,17 | 33,80 | 38,54 | 34,59 | 37,75 |
| 27 | 37 | 36,17 | 33,80 | 38,54 | 34,59 | 37,75 |
| 28 | 35 | 36,17 | 33,80 | 38,54 | 34,59 | 37,75 |
| 29 | 35 | 36,17 | 33,80 | 38,54 | 34,59 | 37,75 |
| 30 | 36 | 36,17 | 33,80 | 38,54 | 34,59 | 37,75 |

Tableau 4 : suivi de température pendant 30 jours

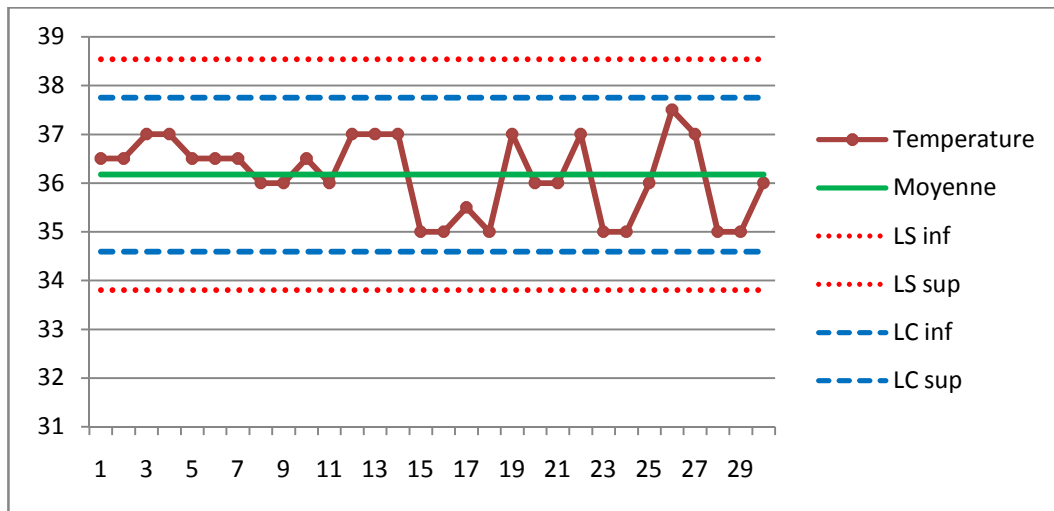


Figure 9: carte de contrôle concernant la variation de température pendant 30jrs

La carte de contrôle montrant que le procédé est sous contrôle statistique parce qu'on remarque que tous les points sont entre les deux limites d'avertissement et d'actions.

2. Turbidité

Le tableau ci-dessous présente les résultats du suivi lors du traitement

| jour | Turbidité | Moyenne | LS sup | LS inf | LC sup | LC inf |
|------|-----------|---------|--------|--------|--------|--------|
| 1 | 0,45 | 0,5 | 0,58 | 0,42 | 0,62 | 0,38 |
| 2 | 0,42 | 0,5 | 0,58 | 0,42 | 0,62 | 0,38 |
| 3 | 0,5 | 0,5 | 0,58 | 0,42 | 0,62 | 0,38 |
| 4 | 0,5 | 0,5 | 0,58 | 0,42 | 0,62 | 0,38 |
| 5 | 0,45 | 0,5 | 0,58 | 0,42 | 0,62 | 0,38 |
| 6 | 0,53 | 0,5 | 0,58 | 0,42 | 0,62 | 0,38 |
| 7 | 0,44 | 0,5 | 0,58 | 0,42 | 0,62 | 0,38 |
| 8 | 0,5 | 0,5 | 0,58 | 0,42 | 0,62 | 0,38 |
| 9 | 0,58 | 0,5 | 0,58 | 0,42 | 0,62 | 0,38 |
| 10 | 0,46 | 0,5 | 0,58 | 0,42 | 0,62 | 0,38 |
| 11 | 0,55 | 0,5 | 0,58 | 0,42 | 0,62 | 0,38 |
| 12 | 0,48 | 0,5 | 0,58 | 0,42 | 0,62 | 0,38 |
| 13 | 0,5 | 0,5 | 0,58 | 0,42 | 0,62 | 0,38 |
| 14 | 0,5 | 0,5 | 0,58 | 0,42 | 0,62 | 0,38 |
| 15 | 0,55 | 0,5 | 0,58 | 0,42 | 0,62 | 0,38 |
| 16 | 0,47 | 0,5 | 0,58 | 0,42 | 0,62 | 0,38 |
| 17 | 0,5 | 0,5 | 0,58 | 0,42 | 0,62 | 0,38 |
| 18 | 0,46 | 0,5 | 0,58 | 0,42 | 0,62 | 0,38 |
| 19 | 0,4 | 0,5 | 0,58 | 0,42 | 0,62 | 0,38 |
| 20 | 0,5 | 0,5 | 0,58 | 0,42 | 0,62 | 0,38 |
| 21 | 0,54 | 0,5 | 0,58 | 0,42 | 0,62 | 0,38 |
| 22 | 0,4 | 0,5 | 0,58 | 0,42 | 0,62 | 0,38 |
| 23 | 0,5 | 0,5 | 0,58 | 0,42 | 0,62 | 0,38 |
| 24 | 0,53 | 0,5 | 0,58 | 0,42 | 0,62 | 0,38 |
| 25 | 0,49 | 0,5 | 0,58 | 0,42 | 0,62 | 0,38 |
| 26 | 0,46 | 0,5 | 0,58 | 0,42 | 0,62 | 0,38 |
| 27 | 0,5 | 0,5 | 0,58 | 0,42 | 0,62 | 0,38 |
| 28 | 0,5 | 0,5 | 0,58 | 0,42 | 0,62 | 0,38 |
| 29 | 0,5 | 0,5 | 0,58 | 0,42 | 0,62 | 0,38 |
| 30 | 0,57 | 0,5 | 0,58 | 0,42 | 0,62 | 0,38 |

Tableau 5 : suivi de la turbidité pendant 30 jours

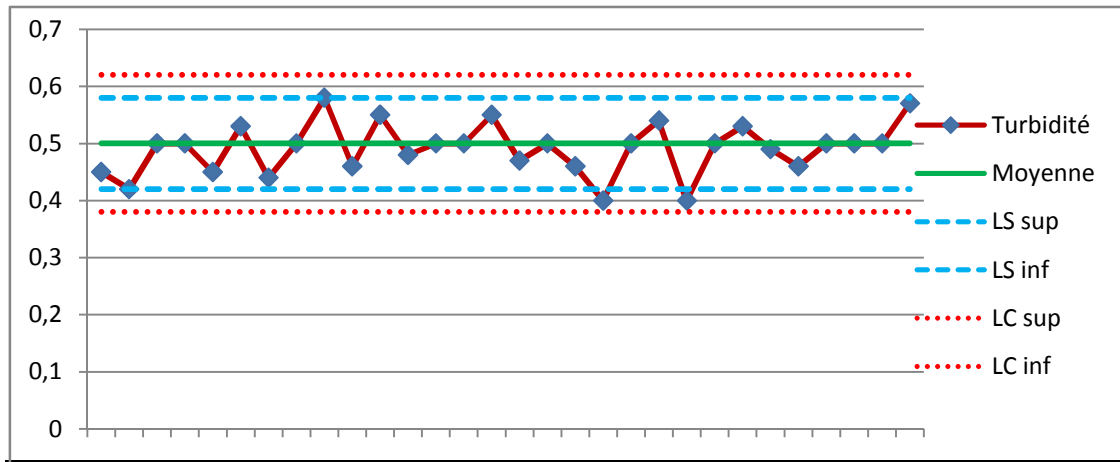


Figure10: contrôle statistique de la turbidité

La Carte de contrôle montrant un dépassement de la limite d'avertissement au 19 et 22ème jour et cela peut être du tout simplement qu'une composante du système de mesure soit devenue non étalonnée entraînant une erreur systématique.

3. Nitrate (MR)

Les résultats obtenus lors du suivi sont présentés dans le tableau ci-dessous

| Jour | Nitrate(MR) | Moyenne | LS sup. | LS inf. | LC sup. | LC inf. |
|------|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | 1,06 | 1,06 | 1,22 | 0,9 | 1,3 | 0,82 |
| 2 | 1,01 | 1,06 | 1,22 | 0,9 | 1,3 | 0,82 |
| 3 | 1,15 | 1,06 | 1,22 | 0,9 | 1,3 | 0,82 |
| 4 | 1,15 | 1,06 | 1,22 | 0,9 | 1,3 | 0,82 |
| 5 | 1,04 | 1,06 | 1,22 | 0,9 | 1,3 | 0,82 |
| 6 | 0,97 | 1,06 | 1,22 | 0,9 | 1,3 | 0,82 |
| 7 | 1,09 | 1,06 | 1,22 | 0,9 | 1,3 | 0,82 |
| 8 | 1,08 | 1,06 | 1,22 | 0,9 | 1,3 | 0,82 |
| 9 | 1,08 | 1,06 | 1,22 | 0,9 | 1,3 | 0,82 |
| 10 | 1,02 | 1,06 | 1,22 | 0,9 | 1,3 | 0,82 |
| 11 | 0,85 | 1,06 | 1,22 | 0,9 | 1,3 | 0,82 |
| 12 | 1,06 | 1,06 | 1,22 | 0,9 | 1,3 | 0,82 |
| 13 | 0,98 | 1,06 | 1,22 | 0,9 | 1,3 | 0,82 |
| 14 | 0,88 | 1,06 | 1,22 | 0,9 | 1,3 | 0,82 |
| 15 | 0,96 | 1,06 | 1,22 | 0,9 | 1,3 | 0,82 |
| 16 | 0,99 | 1,06 | 1,22 | 0,9 | 1,3 | 0,82 |
| 17 | 1 | 1,06 | 1,22 | 0,9 | 1,3 | 0,82 |
| 18 | 1 | 1,06 | 1,22 | 0,9 | 1,3 | 0,82 |
| 19 | 1 | 1,06 | 1,22 | 0,9 | 1,3 | 0,82 |
| 20 | 1 | 1,06 | 1,22 | 0,9 | 1,3 | 0,82 |
| 21 | 0,89 | 1,06 | 1,22 | 0,9 | 1,3 | 0,82 |

| | | | | | | |
|----|------|------|------|-----|-----|------|
| 22 | 1,09 | 1,06 | 1,22 | 0,9 | 1,3 | 0,82 |
| 23 | 1,08 | 1,06 | 1,22 | 0,9 | 1,3 | 0,82 |
| 24 | 1,01 | 1,06 | 1,22 | 0,9 | 1,3 | 0,82 |
| 25 | 1,02 | 1,06 | 1,22 | 0,9 | 1,3 | 0,82 |
| 26 | 1,01 | 1,06 | 1,22 | 0,9 | 1,3 | 0,82 |
| 27 | 1,01 | 1,06 | 1,22 | 0,9 | 1,3 | 0,82 |
| 28 | 1,09 | 1,06 | 1,22 | 0,9 | 1,3 | 0,82 |
| 29 | 0,85 | 1,06 | 1,22 | 0,9 | 1,3 | 0,82 |
| 30 | 0,99 | 1,06 | 1,22 | 0,9 | 1,3 | 0,82 |

Tableau 6 :

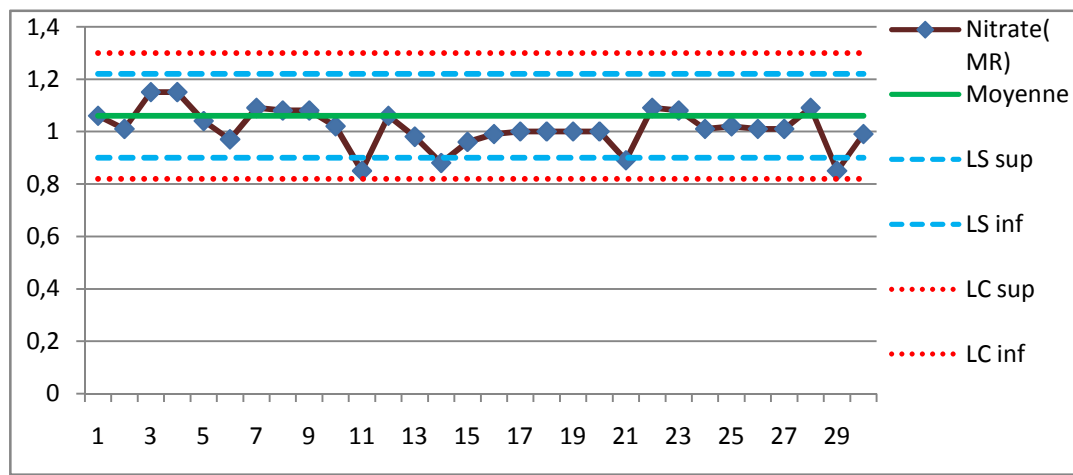


Figure 11: contrôle statistique de nitrate(MR)

Avec MR le matériel de référence c'est un produit ou la substance nécessaire pour étalonner un appareil ou standardiser une solution. Les MR sont des échantillons soigneusement préparés et analysés par plusieurs laboratoires en utilisant plusieurs méthodes. Leur réponse avec la limite de confiance et donc déterminée avec précision.

III. Conclusions

Les résultats obtenus confirment que l'aptitude de l'eau traitée à la station de traitement est de bonne qualité et respecte les normes marocaine (NM), est les normes recommandé par l'organisation mondiale de la santé (OMS).

Puisque du côté physique et chimique l'eau de consommation est agréable au goût, car elle ne présente ni couleur, ni aspect, ni trouble particuliers. Elle est également débarrassée des substances minérales et organiques dont la présence ou l'excès présenterait un risque pour la santé des consommateurs, Davantage cette eau ne présente pas un excès de turbidité.

La teneur en nitrates de l'eau distribuée est inférieure à 50 mg/l. Ce résultat montre que la ressource en eau est bien protégée des apports en nitrates.

La teneur en pesticides dans l'eau n'a pas été mesurée, mais les analyses physico-chimiques ont démontré l'absence de ces produits dans l'eau.

La qualité bactériologique de l'eau est satisfaisante, ce résultat est confirmé par l'injection du chlore avant le refoulement de l'eau traitée.

Ces résultats montrent que l'eau distribuée a respectée l'ensemble des exigences de qualité réglementaires et sanitaires. L'eau peut être consommée par tous sans restriction d'usage.

Cette expérience de renforcer ma capacité d'intégration au sein d'une équipe pluridisciplinaire, que ce soit des responsables des agents de maitrise ou des opérateurs.

J'ai également pu concrétiser mon savoir acquis lors de mon parcours étudiantin, en s'inspirant des principes de gestion de stage.

REFERENCES

- Registre des analyses physico-chimiques de l'ONEE.
- <http://www.cpepesc.org/Les-principaux-parametres.html>
- www.onep.org.ma