

Licence Sciences et Techniques (LST)
Technique d'Analyse et Contrôle de Qualité
« TACQ »

PROJET DE FIN D'ETUDES

**Contrôle de qualité de l'eau potable
sur la ville d'Oujda**

Présenté par :

SEBBAR OUMAIMA

Encadré par :

Pr. MOUGHAMIR KHADIJA

Soutenu Le 06/07/2022 devant le jury composé de :

- Pr. **MOUGHAMIR KHADIJA**
- Pr. **KANDRI RODI ADIBA**
- Pr. **SABIR SAFIA**

**Stage effectué à la régie autonome intercommunale de
distribution d'eau et d'électricité d'Oujda**

Encadré par : M. BENSALAH TAHA



Année Universitaire 2021 / 2022

FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES FES

☒ B.P. 2202 – Route d'Imouzer – FES

☒ Ligne Directe : 212 (0)535 61 16 86 – Standard : 212 (0)535 60 82 14

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

Dédicace

En tout premier lieu, je remercie le bon **Dieu**, tout puissant, de m'avoir donné la force pour survivre, ainsi que l'audace pour dépasser toutes les difficultés.

Je dédie humblement ce travail à :

Ma famille

Pour tous les sacrifices déployés pour mon éducation, pour leur soutien moral continu, pour leur bénédiction et pour tous les efforts qu'ils n'ont jamais cessé de déployer à mon égard. Veuillez trouver ici, le témoignage de mon indéfectible amour, de mon profond respect et de mon dévouement le plus sincère.

Mes enseignants et équipe de l'établissement de stage

Qui ont fourni tous leurs efforts pour me mener à une bonne formation

Mes amis(es), Mes collègues

Tous ceux qui nous sont chers.

Remerciement

Je tiens à exprimer mes vifs respects et mon fort remerciement à mon encadrante **Mme. MOUGHAMIR KHADIJA** enseignante au département de chimie à la Faculté des Sciences et Techniques de Fès pour son assistance et sens de former et d'informer. A **Mme. KANDRI RODI ADIBA** et **Mme. SABIR SAFIA** qui ont accepté de juger ce travail, qu'elles soient vivement remerciées pour leur contribution à l'amélioration de ce mémoire.

Je tiens également à remercier Monsieur **BENSALAH TAHA**, le chef de Service de laboratoire des analyses de l'eau, pour son chaleureux accueil et pour son encadrement au sein de l'établissement durant toute la période du stage.

J'adresse mes sincères remerciements à l'équipe de laboratoire par l'intermédiaire de Monsieur. **AMRAOUI IDRIS** et Monsieur. **MOHAMED BERHILI** qui m'ont permis d'allier la pratique au théorique à travers l'élargissement de mes connaissances de domaine purement conceptiste à celui de pratique.

Sommaire

INTRODUCTION	6
PARTIE 1	
1 PRESENTATION GENERALE DE LA RADEEO :	7
1.1 ACTIVITE.....	7
1.2 ORGANIGRAMME	8
2 GENERALITES SUR L'EAU	8
2.1 LES RESSOURCES EN EAUX AU MAROC.....	8
2.2 IDENTIFICATION DES OUVRAGES HYDRAULIQUES.....	9
2.3 LA DESINFECTION : ETAPE ULTIME DANS LA PRODUCTION DE L'EAU POTABLE.....	9
2.4 INDICATEURS MICROBIOLOGIQUES DE L'EAU POTABLE.....	10
2.5 LES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES DE L'EAU POTABLE.....	11
2.6 LES PARAMETRES ORGANOLEPTIQUES DE L'EAU POTABLE.....	12
2.7 LES NORMES MAROCAINES.....	13
3 PRESENTATION DE LA STATION DE POMPAGE CHAMPS DE TIR RADEEO	18
PARTIE 2	
CHAPITRE I : CONTROLE DE QUALITE D'UN ENSEMBLE D'ECHANTILLONS D'EAU POTABLE	19
3.1 MATERIELS ET METHODES	19
3.1.1 MATERIELS.....	19
3.1.2 METHODES.....	21
3.2 RESULTATS ET INTERPRETATION	26
CHAPITRE II : ETUDE DE L'INFLUENCE DE LA TEMPERATURE SUR LES PARAMETRES ORGANOLEPTIQUE ET PHYSICO-CHIMIQUE D'UN ECHANTILLON D'EAU POTABLE	30
1-METHODES D'ANALYSE.....	30
2-RESULTAT ET INTERPRETATION.....	30
CONCLUSION	35

Liste des images

Image 1 : robinet du consommateur.....	7
Image 2 : station d'épuration des eaux usées RADEEO.....	8
Image 3 : supplément TTC.....	20
Image 4 : préparation de la gélose lactosée eu TTC et au Tergitol-7.....	21
Image 5 : préparation de la gélose de SLANETZ ET BARTLEY.....	21
Image 6 : milieu de culture dans les boîtes de pétri.....	21
Image 7 : rampe de filtration des échantillons par la méthode de la membrane filtrante.....	23
Image 8 : incorporation en milieu gélosé.....	24
Image 9 : turbidimètre.....	26
Image 10 : conductimètre.....	26
Image 11 : pH-mètre.....	26
Image 12 : résultat négatif d'une analyse.....	28
Image 13 : résultat positif d'une analyse des coliformes fécaux d'une eau de puit.....	28

Liste des figures

Figure 1 : bassins hydrauliques de Maroc.....	2
Figure 2 : Courbes de pH en fonction de la température.....	2
Figure 3 : courbe de dissociation du HOCl en fonction du pH	2

Liste des tableaux

Tableau 1 : paramètres à effet sanitaire (paramètres bactériologiques)	14
Tableau 2 : paramètres bactériologiques indicateurs du fonctionnement des installations et de l'efficacité du système de traitement.....	14
Tableau 3 : substances indésirables et/ou pouvant donner lieu à des plaintes	15
Tableau 4 : fréquences minimales annuelles de prélèvement pour le contrôle sanitaire à l'entrée et dans le système de distribution.....	17
Tableau 5 : bactéries analysées par la méthode de filtration sur membrane.....	24
Tableau 6 : analyses physico-chimiques T2R.....	26
Tableau 7 : analyses bactériologiques T2R.....	27
Tableau 8 : analyses physico-chimiques T1R.....	27
Tableau 9 : analyses bactériologiques T1R.....	28
Tableau 10 et 11 : température et paramètres organoleptiques	30
Tableau 12 et 13 : température et paramètres physico-chimiques.....	31
Tableau 14 : solubilité du chlore en fonction de la température.....	33

Recherches bibliographiques :

- RADEEO, normes marocaines relatives aux eaux d'alimentation humaine
- Méthodologie d'analyse des eaux au laboratoire de la RADEEO
- Les traitements des eaux, procédés physicochimiques et biologiques. Claude Cardot ellipses édition Marketing S.A, 1999
- Water-temperature-eau-fra Canada PDF
- Ezzine-ezzekri 2014/2015 : projet de fin d'études- Contrôle de qualité des eaux de la station de traitement DAOURAT : Province El Jadida
- Projet de fin d'études-contrôle de qualité de l'eau potable RADEEF
- Paramètres bactériologiques PDF
- Site web :
<file:///C:/Users/lenovo/OneDrive/Desktop/pfe%20licence%20doc/Qualit%C3%A9%20de%20l'eau.html>
- Site web : <https://www.environnement.gov.ma/fr/>
- Site web : <http://www.wikipedia.org>

Introduction

Mon stage de fin d'études s'inscrit dans le cadre de la préparation du Diplôme Licence sciences et techniques, option : techniques d'analyse et contrôle de qualité, au sein de la faculté des sciences et techniques de Fès (FST). Ce travail de recherche s'est déroulé au sein de La Régie Autonome Intercommunale de Distribution d'Eau et d'Electricité d'Oujda, du 25 avril 2022 au 18 juin 2022.

Le choix de cet établissement est motivé par trois raisons essentielles :

- L'ambition de s'initier aux activités pratiques et d'explorer le domaine professionnel sur la base des connaissances théoriques et des compétences acquises pendant les trois ans de la formation.
- L'Amélioration de mon savoir faire
- L'acquisition de nouvelles compétences

L'eau est un élément naturel omniprésent sur la terre, indispensable au fonctionnement de notre organisme, Ses propriétés particulières à l'état liquide ont permis le développement de tous les organismes vivants ; ceux-ci ne pouvant ordinairement pas vivre en son absence. L'eau participe aux systèmes écologiques par ses capacités calorifiques et en véhiculant une multitude de substances, particules et microorganismes. Mais pour en tirer ses bienfaits, encore faut-il bien choisir son eau et connaître la bonne qualité.

L'un des principaux problèmes que nous rencontrons aujourd'hui est la pollution de l'eau, qu'il s'agisse de rivières, de mers, d'océans, de lacs ou de réservoirs. Si nous ne pouvons pas arrêter ce mal, la survie de notre espèce et de chaque être vivant sur la planète est sérieusement compromise.

La pollution de l'eau se produit lorsque sa composition est modifiée de telle manière qu'elle ne remplit plus les conditions de consommation comme elle le ferait dans son état naturel.

La contamination de l'eau peut se faire par des polluants organiques, qui sont des microorganismes pathogènes pouvant être présents dans l'eau comme les bactéries et les virus, qui proviennent principalement des excréments, des déchets ménagers et des déchets végétaux.

Le deuxième type de pollution est la pollution chimique, Elle concerne la contamination par les nitrates et les phosphates contenus dans les pesticides, les médicaments humains et vétérinaires, les produits ménagers, la peinture, les métaux lourds (mercure, cadmium, plomb, arsenic...), les acides, ainsi que les hydrocarbures utilisés dans l'industrie.

La consommation d'eau contaminée peut entraîner de graves problèmes de santé : De la diarrhée, du choléra, de l'hépatite A, de la typhoïde, à la mort.

L'eau potable est une eau que l'on peut boire ou utiliser à des fins domestiques et industrielles sans risque pour la santé, c'est pourquoi, elle fait l'objet d'un **contrôle de qualité permanent** de façon à en garantir la sécurité sanitaire. Le contrôle de qualité de l'eau est réalisé depuis le captage en milieu naturel, au cours du traitement, jusqu'au robinet du consommateur. Ce procédé impose **des normes** définissant la qualité exigible de l'eau potable destinée à la consommation humaine.

Le but de ce rapport est de faire une représentation exhaustive de toutes les analyses que j'ai effectué en stage qui caractérisent la qualité des eaux potable, ainsi de faire une étude sur la variation de la température de l'eau potable et son influence sur les paramètres organoleptiques et physico-chimiques.

Ce rapport traite deux parties :

- Partie 1 : généralité et étude bibliographique sur l'eau
- Partie 2 : constitue la partie pratique de ce projet, elle est divisée en deux chapitres, le premier concerne les contrôles routiniers de la qualité de l'eau potable et le deuxième étudie l'influence de la température sur les paramètres organoleptiques et physico-chimiques.

Partie 1

1 Présentation générale de la RADEEO :

La Régie Autonome Intercommunale de Distribution d'Eau et d'Electricité d'Oujda (RADEEO), entreprise publique, a pour vocation essentielle de contribuer durablement à la santé et au bien-être du public et de préserver l'environnement à travers 5 orientations :

- Sécuriser la distribution d'eau potable dans la ville d'Oujda
- Pérenniser les installations existantes et assurer l'économie de la ressource.
- Généraliser les services de distribution d'eau potable et d'assainissement liquide.
- Collecter et dépolluer les eaux usées pour la protection de l'environnement
- Assurer une proximité et un meilleur service

1.1 Activité :

Eau potable

LA RADEEO a pris en charge l'activité eau potable depuis l'année 1978. La régie intervient les quartiers périurbains limitrophes relevant des communes rurales Isly et Sid Moussa Lamhaya, ainsi que la zone du Technopole.

L'exploitation de l'eau potable-RADEEO-Oujda, s'effectue à partir des nappes souterraines (40%). Ainsi que par des eaux superficielles par une adduction de l'ONEE du barrage Machrâa Hammadi (60%). L'eau produite ainsi que l'eau achetée sont soumises à des contrôles de qualité, plus de 120 000 tests sont effectués chaque année.

Réseau d'assainissement liquide

L'assainissement liquide – RADEEO – Oujda, est un réseau unitaire, qui dessert environ 99% de la population.

Ce réseau est constitué de 29 ouvrages de collecte d'ossature d'environ 80km, drainant chacun un bassin versant et d'un réseau de collecte développé de 1 423 km.

Ce réseau évacue les eaux usées et pluviales vers la station d'épuration de la ville d'Oujda.

Dépollution et environnement : LA STEP-RADEEO DE LA VILLE d'Oujda

La station d'épuration par lagunage aérée de la ville d'Oujda a été Inauguré par SA MAJESTE LE ROI MOHAMMED VI QUE DIEU LE GLORIFIE LE 01 Juin 2011, d'un coût global de 218 MHD.

Compte tenu du développement économique et social qu'a connu la ville d'Oujda et dans le but de rehausser la capacité de traitement de la STEP-RADEEO d'Oujda à l'horizon 2030, la RADEEO a réalisé en 2018 d'un coût global de 90 MHD, ce qui a permis d'atteindre une capacité de traitement de 860 000 Eq/Hab pour un débit d'eaux usées de 65 000 m³/j.

Cette station, réalisée avec la technologie du lagunage aéré s'étale sur une surface de 90 ha, elle est composé des parties suivantes :

- 08 des grilleurs automatiques.
- 04 des sableurs manuels.
- 04 des sableurs-dégraisseurs automatiques.
- 10 bassins anaérobies.
- 24 bassins aérés.
- 152 aérateurs.

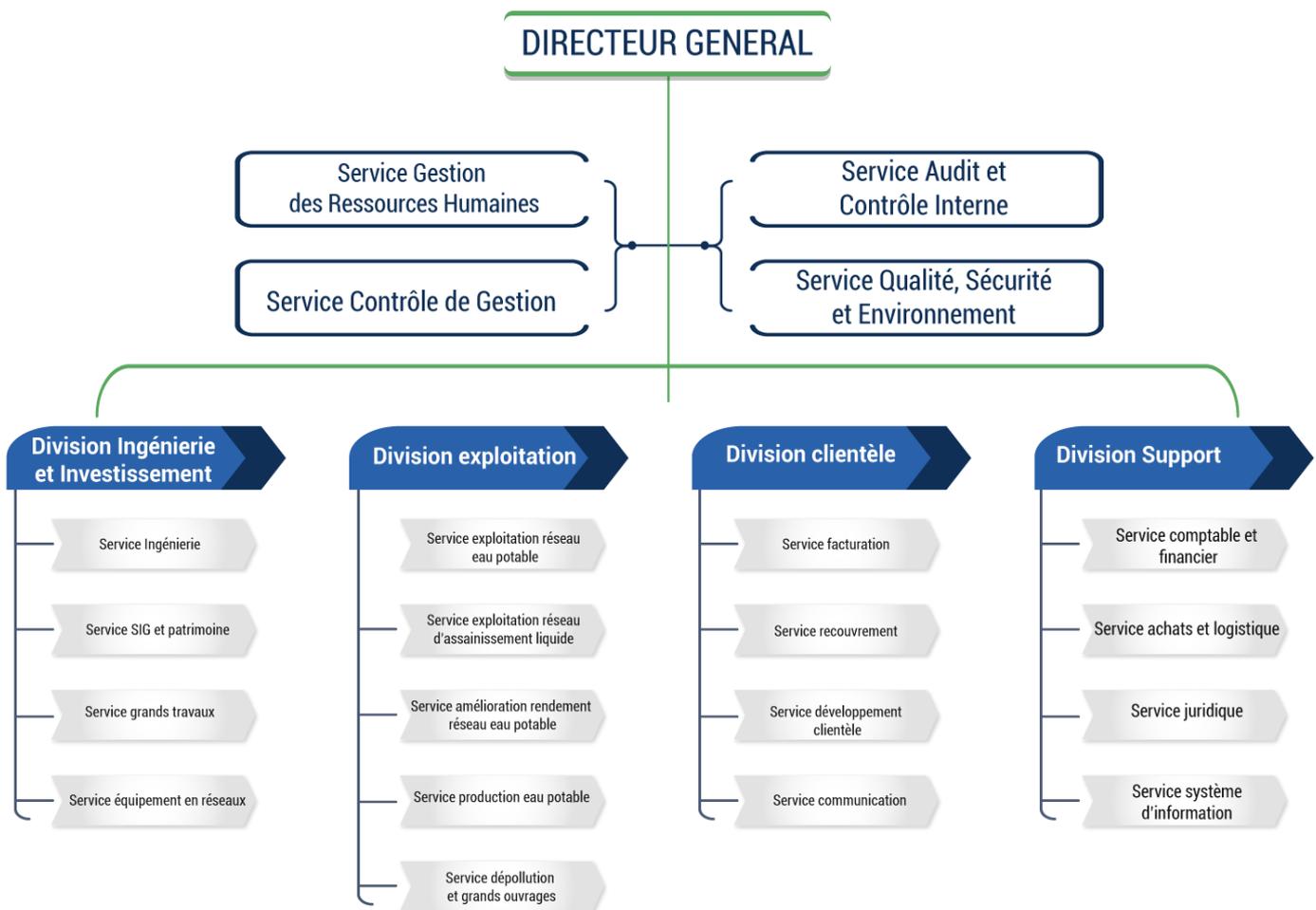


Image 1 : robinet du consommateur



Image 2 : station d'épuration des eaux usées RADEEO

1.2 Organigramme :



2 Généralités sur l'eau

2.1 Les ressources en eaux au Maroc :

Les ressources naturelles en eau au Maroc sont parmi les plus faibles au monde. En effet, le potentiel des ressources en eau naturelles, est évalué à 22 milliards de m³ par an, soit l'équivalent de 700 m³ /habitant/an.

- Eau de surface :

Les ressources en eau superficielle sur l'ensemble du territoire sont évaluées en année moyenne à 18 milliards de m³, variant selon les années de 5 Milliards de m³ à 50 Milliards de m³.

Répartition inégale dans le temps

Le régime hydrologique de l'ensemble des bassins est caractérisé par une très grande variabilité interannuelle marquée par l'alternance des séquences humides et sèches, intercalées par des années de forte hydraulité ou de sécheresse sévère. Le bassin de l'Ouergha, à titre d'exemple, l'un des bassins les plus productifs du pays, avec un apport moyen de 2.5 Milliards de m³ par an, a enregistré des apports extrêmes variant de 0.1 Milliard de m³ en 1994-1995 à 4.2 Milliard de m³ en 1996-1997. La quasi-totalité des 4.2 Milliard de m³ ont été enregistrés durant les mois de novembre et décembre 1996.

Répartition inégale dans l'espace

La grande disparité régionale des précipitations induit également une grande variabilité spatiale des écoulements d'eau de surface. Ces derniers varient de quelques millions de m³ pour les bassins les plus arides, tels que les bassins Sahariens, du Souss-Massa-Tiznit-Ifni, du Ziz, Rhéris, Guir, Bouâanane et Maïder à des milliards de m³ par an pour les bassins les plus arrosés, tels les bassins du Loukkos, du Tangérois, des Côtiers Méditerranéens et du Sebou. Les bassins du nord (Loukkos, Tangérois et Côtiers méditerranéens) et le Sebou qui couvrent près de 7 % de la superficie du pays disposant de plus de la moitié des ressources en eau.

- Eau souterraine :

Les eaux souterraines représentent environ 20 % du potentiel en ressources en eau du pays. Sur les 103 nappes répertoriées, 21 sont des nappes profondes et 82 superficielles. Les plus importants systèmes aquifères couvrent une superficie totale de près de 80 000 km², soit environ 10 % du territoire. En l'état actuel des connaissances, le potentiel en eau souterraine, est de l'ordre de 4.2 Milliards de m³ par an.

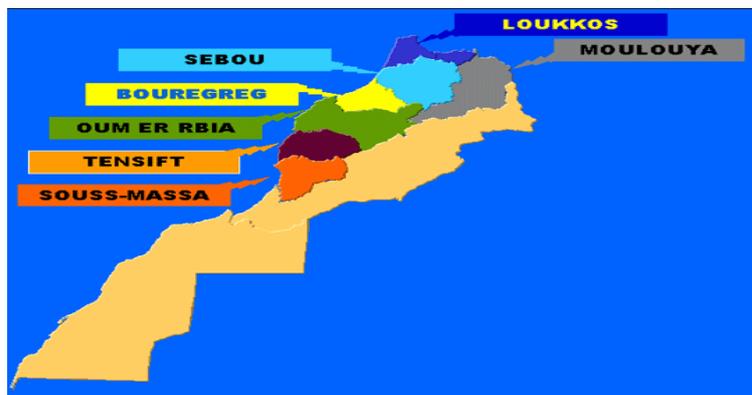


Figure 1 : bassins hydrauliques de Maroc

2.2 Identification des ouvrages hydrauliques :

Il existe plusieurs sortes d'ouvrage hydrauliques : forages, puits réservoirs, conduites... Les ouvrages fréquentés dans une régie de distribution d'eau potable sont les réservoirs, les conduites et les forages (l'eau de forage est une eau qui vient directement des veines et sources d'eaux souterraines, des rivières souterraines ou de la nappe phréatique).

Un réservoir est un lieu où une quantité d'eau importante est rassemblée pour constituer des réserves pour des besoins buccales.

2.3 La désinfection : étape ultime dans la production de l'eau potable

Une eau liquide est dite potable lorsqu'elle présente certaines caractéristiques comme la concentration en chlorures, pH, température..., la rendant propre à la consommation humaine.

La production d'eau potable correspond à toute action, ou traitement, permettant de produire de l'eau consommable à partir d'une eau naturelle (superficielle ou profonde) plus ou moins polluée. Le traitement nécessaire dépend fortement de la qualité de la ressource en eau.

La désinfection est l'étape ultime qui a lieu avant le raccordement définitif et la mise en service de l'eau dans le réseau. Elle consiste à mettre en contact un désinfectant pendant un temps déterminé avec une eau supposée contaminée et en contact avec un ouvrage en vue de débarrasser les surfaces intérieures des souillures pouvant altérer la qualité de l'eau.

Un désinfectant est un produit chimique ou physique qui tue les microorganismes tels que les bactéries, les virus et les protozoaires. Les méthodes les plus utilisées sont la **chloration**, la **javellisation**, **l'action de l'ozone** (chimiques) et la **lumière ultra-violette** (physique).

2.4 Indicateurs microbiologiques de l'eau potable :

De nombreux microorganismes pathogènes peuvent être présents dans l'eau : des bactéries (Salmonella, Escherichia Coli, Sighelle, Campylobacter...) des virus (virus de l'hépatite, rotavirus, adénovirus...) des protozoaires (Cryptosporidium, Entamoeba histolytica ...).

Plusieurs facteurs peuvent favoriser la croissance de certains germes : les matières en suspension, l'apport des nutriments, la température.

La majorité des microorganismes pathogènes (virus, bactéries et protozoaires pouvant causer des maladies) susceptibles de se trouver dans l'eau proviennent de déjections de matières fécales humaines et animales, aux pluies de ruissellement, au dysfonctionnement des stations d'épuration...

Comme il est techniquement impossible de faire l'analyse de tous les pathogènes, on analyse la qualité microbiologique de l'eau en utilisant les microorganismes indicateurs suivants : les bactéries coliformes, Escherichia Coli, les entérocoques intestinaux les germes revivifiables à 37°C et 22°C .

Les bactéries E. coli sont très abondantes dans la flore intestinale humaine et animale, et c'est aussi la seule espèce qui soit strictement d'origine fécale. Les bactéries E. coli sont considérées comme le meilleur indicateur de ce type de contamination car leur présence dans l'eau signifie que cette dernière est contaminée par une pollution d'origine fécale et qu'elle peut donc contenir des microorganismes pathogènes.

Les coliformes totaux constituent un groupe hétérogène de bactéries d'origine fécale et environnementale proliférant à 36 à 37°C. En effet la plupart des espèces de coliformes totaux peuvent se trouver naturellement dans le sol et la végétation. Leur présence dans l'eau n'indique pas une contamination fécale ni un risque sanitaire, mais plutôt une dégradation de la qualité bactérienne de l'eau. Cette dégradation peut être attribuée, entre autres, à une infiltration d'eau de surface dans le puit ou le forage. L'analyse des coliformes totaux permet notamment d'obtenir de l'information sur la vulnérabilité possible d'un puits à la pollution de surface.

Les coliformes fécaux, ou coliformes thermotolérants, sont un sous-groupe de coliformes totaux. L'espèce la plus fréquemment associée à ce groupe bactérien est l'Escherichia Coli (E. coli). Bien que la présence de coliformes fécaux témoigne habituellement d'une contamination d'origine fécale, plusieurs coliformes fécaux ne sont pas d'origine fécale, provenant plutôt d'eaux enrichies en matière organique, tels les effluents industriels du secteur des pâtes et papiers ou de la transformation alimentaire. L'intérêt de la détection de ces coliformes, à titre d'organismes indicateurs, réside dans le fait que leur survie dans l'environnement est généralement équivalente à celle des bactéries pathogènes et que leur densité est généralement proportionnelle au degré de pollution produite par les matières fécales. Ils sont pour détecter une contamination fécale découlant par exemple d'infiltrations d'eau polluée dans les canalisations. Ils sont aussi de bons indicateurs de l'efficacité du traitement de l'eau, mais comme leur nombre est moins élevé que celui des coliformes totaux, ces derniers leur sont préférables pour cette fonction.

Les streptocoques fécaux ou **entérocoques intestinaux** sont essentiellement des bactéries intestinales, mais ils sont moins nombreux dans les matières fécales que les colibacilles, bien que, pratiquement, tous les membres du groupe Enterococcus s'y rencontrent.

Dans l'eau, les entérocoques ne se multiplient pas et disparaissent plus ou moins rapidement comme E. coli, en tous cas plus vite que les autres coliformes ; par conséquent, la caractérisation de

l'entérocoque dans un échantillon d'eau est un signe certain d'une pollution fécale récente. Quand l'entérocoque est rencontré, il est très rare que E. coli ne soit pas présente en même temps. On admet qu'une eau potable ne doit contenir aucun entérocoque dans 100 millilitres. En fait, l'entérocoque est un témoin peu sensible et sa recherche ne peut en aucun remplacer celle d'E. Coli. Cependant, la caractérisation de l'entérocoque constitue une excellente confirmation d'une souillure fécale.

Les germes revivifiables à 22°C et à 37°C sont des bactéries aérobies, telles que les moisissures et les levures.

La recherche des microorganismes aérobies non pathogènes dit revivifiables permet de dénombrer les bactéries se développant dans des conditions habituelles de culture et représentant la teneur moyenne en bactéries d'une ressource naturelle.

Ces germes non pas d'effet direct sur la santé mais sont des indicateurs qui révèlent la présence possible d'une contamination bactériologique.

Leur analyse permet d'apprécier les conditions sanitaires de distribution d'eau (stagnation de l'eau, entretien déficient, présence de nutriments...), ainsi de révéler l'efficacité du système de désinfection. Elles sont normalement présentes dans les sols, rivières et dans les systèmes digestifs des animaux ainsi que dans les matières fécales, mais en plus petites quantités que les Escherichia coli. Leur absence dans une nappe souterraine ou une nappe alluviale est un signe d'efficacité de la filtration naturelle.

2.5 Les paramètres physico-chimiques de l'eau potable :

■ Le chlore résiduel :

Le chlore est le désinfectant le plus connu et le plus universel, découvert par un Suédois en 1774 (par une réaction de l'acide chlorhydrique HCl et le dioxyde de Manganèse MnO₂).

La désinfection de l'eau par le chlore consiste à introduire le chlore Cl₂ gazeux soluble dans l'eau, ou sous forme d'hypochlorite de sodium (eau de javel NaClO) ou de calcium (CaClO). Ces réactifs réagissent avec les molécules d'eau pour former 2 composés :

- L'acide hypochloreux HOCl selon la réaction : $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{HOCl} + \text{HCl}$

Il se produit une réaction analogue lorsqu'on utilise NaClO OU Ca(OCl)₂

- Des ions hypochlorites ClO⁻ : l'anion hypochlorite est la base conjuguée de l'acide hypochloreux. $\text{HOCl} \longrightarrow \text{H}^+ + \text{ClO}^-$

L'acide hypochloreux a un effet bactéricide plus important que l'ion hypochlorite.

L'équilibre de la réaction du chlore sur l'eau dépend du pH et de la température de l'eau :

Plus on ajoute du chlore, plus le pH de l'eau augmente.

A pH < 5 : le chlore moléculaire gazeux est dissous dans l'eau

A 5 < pH < 6 : formation de l'acide hypochloreux HOCl non dissocié

A 6 < pH < 10 : on trouve un mélange de HOCl et d'autres ions

A pH > 10 : c'est le domaine de formation des ions hypochlorites.

■ La température :

La solubilité et l'ionisation des substances coagulantes et des sels surtout des gaz dépendent de la température de l'eau. Ce paramètre se mesure par un thermomètre directement après le prélèvement de l'échantillon. En effet celle-ci joue un rôle dans la détermination du pH et pour la connaissance de l'origine de l'eau. L'unité de la température est le degré Celsius (°C) ou le Kelvin.

■ La turbidité :

La turbidité est la condition de clarté ou de limpidité de l'eau. Plus une eau est turbide, plus elle paraît trouble. Ce paramètre est provoqué par la présence de matière en suspension dans l'eau. Il peut s'agir de limon, d'argile, de matières organiques et inorganiques, de plancton et d'organismes microscopiques.

Elle se mesure à l'aide d'un turbidimètre. Son taux normal est fixé à 5 NTU selon OMS (organisation mondiale de santé).

- **Le potentiel d'hydrogène pH :**

C'est une grandeur qui désigne la concentration en ions hydrogène dans une solution. Ce paramètre représente la mesure de l'acidité ou la basicité d'une solution ou d'un milieu. Elle se fait par un pH-mètre étalonné composé d'une électrode de référence et une électrode hydrogène.

- **La conductivité :**

La conductivité électrique de l'eau représente la propriété d'une solution à conduire le courant électrique en fonction de la quantité des ions présents dans l'eau. Ainsi elle permet d'avoir une idée sur la salinité de l'eau (une conductivité élevée traduit soit des pH anormaux, soit une salinité élevée). La conductivité mesure la facilité avec laquelle l'électricité circule dans l'eau. Tout comme le métal, l'eau peut conduire (transporter) l'électricité. Ceci est en raison du fait qu'il y a des sels dissous dans l'eau.

2.6 Les paramètres organoleptiques de l'eau potable :

Les paramètres organoleptiques comme la couleur, l'odeur et le goût sont les propriétés de l'eau qui sont perceptibles par les organes sensoriels. Ils nous donnent une idée sur la qualité de l'eau potable.

- **La couleur :**

Elle se détermine en comparant la couleur de l'échantillon à celle du témoin. Le résultat s'exprime en unité Hazen (connu sous le nom d'échelle de couleur platine-cobalt)

Couleur vraie : c'est la couleur due aux substances en solution dans l'eau (ex : l'oxygène dissout donne une coloration blanc clair). Elle correspond à la mesure effectuée sur des échantillons d'eau débarrassés par centrifugation des particules en suspension.

Couleur apparente : C'est la couleur due aux substances en solution et en suspension dans l'eau. Elle correspond donc à la mesure effectuée sur une eau contenant des matières en suspensions.

- **L'odeur :**

C'est l'ensemble des sensations perçues par l'organe olfactif en flairant certaines substances volatiles.

L'eau à examiner est diluée par une eau désodorisée jusqu'à ce qu'elle ne présente aucune odeur désagréable.

Une eau désodorisée est préparée en faisant passer de l'eau potable sur une colonne de charbon actif en grains, non saturé à un débit maximum de 10 l/h, cette eau doit être préparée quotidiennement.

- **Le goût :**

C'est l'ensemble des sensations gustatives et olfactives perçues par les organes gustatifs lorsqu'ils sont en contact avec l'eau à tester. L'eau à examiner est diluée par une eau sans goût dite « eau de référence » jusqu'à ce qu'elle ne présente plus de goût perceptible. Une eau de référence se prépare de la même manière que l'eau désodorisée.

2.7 Les Normes marocaines :

✓ NM 03.7.001 : qualité des eaux à usage alimentaire :

Dans le but de donner en permanence à la population marocaine une eau potable de qualité, la norme marocaine 03.7.001 relative aux eaux à usage alimentaire est sujette à des révisions périodiques.

Objet :

L'objet de la présente norme est de fixer les exigences auxquelles doit satisfaire les eaux à usage alimentaire conformément au texte d'application de la loi 36-15.

Domaine d'application :

La présente norme est applicable :

-A toutes les eaux, soit en l'état naturel, soit après traitement, destinée à la boisson, à la cuisson, à la préparation ou à la production d'aliments, ou à autres usages domestiques, dans les lieux publics comme dans les lieux privés, quelle que soit leur origine, et que ces eaux soient fournies par l'intermédiaire d'un réseau de distribution, à partir d'un camion- citerne ou d'un bateau-citerne.

-Aux eaux de sources et aux eaux de table conditionnées

Cette norme ne s'applique pas aux eaux minérales naturelles reconnues comme telles par les autorités compétentes.

Terminologie :

Réseau de distribution : est constitué de l'ensemble des équipements publics (canalisation et ouvrages annexes) acheminant de manière gravitaire ou sous pression d'eau potable issues des unités de production jusqu'aux points de raccordement des branchements des abonnés ou des appareils publics (tels que les bornes incendies, d'arrosage, de nettoyage...)

Et jusqu'aux points de livraison en gros. Il est constitué de réservoirs, d'équipement hydraulique, de conduites de transfert, de conduites de distribution et de branchement.

Entrée du réseau de distribution : emplacement physique constitué par la vanne et/ou le compteur est placé par l'organisme producteur en vue de comptabiliser la consommation du distributeur.

Injection dans le réseau de distribution : injection de l'eau potable autre que celle faite à l'entrée du réseau de distribution, réaliser par le distributeur ou le producteur pour alimenter ce réseau par une eau traitée.

Production : ensemble de traitement physiques et chimiques réalisés à partir d'une eau brute répondant aux exigences réglementaire en vigueur, pour disposer d'une eau potable conforme à la présente norme.

Distribution : ensemble d'opération physiques permettant l'acheminement d'eau potable dans le réseau de distribution pour alimenter les populations.

Paramètres à effet sanitaire : paramètres dont la VMA (valeur maximale admissible) a été fixer sur des considérations sanitaires. Un dépassement de la VMA pour ce type de paramètres présente un risque réel sur la santé des consommateurs.

Paramètres indicateurs du bon fonctionnement des installations et de l'efficacité du traitement : paramètres dans la VMA a été fixer sur des considérations techniques. Un dépassement de la VMA pour ce type de paramètres signifie que l'efficacité du traitement peut être compromise ou le réseau présente un dysfonctionnement.

Substances indésirables et/ou pouvant donner lieu à des plaintes : paramètres dont la VMA a été fixer sur des considérations organoleptiques. Un dépassement de la VMA pour ce type de paramètres peut être décelé par les consommations par le goût, l'odeur ou la couleur.

Eau de source : eaux naturelles qui sourdent de nappes souterraines et ne nécessitant aucun traitement chimique pour devenir potable.

Eau minérale : une eau qui sourde de nappes souterraines par des sources et des émergences naturelles ou qui est captée à partir de forages ou puits, et qui dispose d'une composition chimique naturellement constante et ne nécessite aucun traitement chimique.

Eau de tables conditionnée : Eaux provenant des réseaux publics d'approvisionnement en eau potable (AEP) ou des eaux rendues potables.

Exigences :

L'eau à usage alimentaire ne doit contenir en quantité dangereuses ni-microorganismes, ni substances chimiques nocives pour la santé ; en outre, elle doit être aussi agréable à boire que les circonstances le permettent. Elle doit satisfaire aux exigences de qualité spécifiées dans la présente norme.

Les valeurs mesurées pour les paramètres ne doivent pas dépasser les valeurs maximales admissibles (VMA), ou doivent respecter la fourchette s'il y a lieu.

Ces exigences s'imposent :

- A l'entrée du réseau de distribution
- A toute injection d'eau dans le réseau d distribution
- Au robinet du consommateur

Tableau 1 : paramètres à effet sanitaire (paramètres bactériologiques)

Paramètres	VMA	Commentaires
Escherichia Coli	0 UFC / 100ml	Les teneurs en chlore résiduel doivent être comprises entre : 0.1 et 1 mg/l à la distribution et 0.5 à 1.0 mg/l à la production
Entérocoques intestinaux	0 UFC / 100ml	

Tableau 2 : paramètres bactériologiques indicateurs du fonctionnement des installations et de l'efficacité de traitement (paramètres bactériologiques)

Paramètres	VMA	Commentaires
Coliformes	0 UFC/100 ml	-Pas de coliformes dans 95% des échantillons prélevés sur une période de 12 mois -pas de résultats positifs dans deux échantillons exécutifs
Microorganismes revivifiables à 22°C et 36°C	20 UFC/1 ml à 36°C 100 UFC/1 ml à 22°C	Variation dans un rapport de 10 par rapport à la valeur habituelle

Tableau 3 : substance indésirables et /ou pouvant donner lieu à des plaintes (paramètres physico-chimiques)

Paramètres	Expressions des résultats	VMA	Commentaires
Odeur	Seuil de perception à 25°C	3	
Goût	Seuil de perception à 25°C	3	
Couleur réelle	Unité Pt mg/l	20	
Turbidité	Unité de turbidité néphélométrique (NTU)	5	Turbidité médiane inférieure ou égale à 1 NTU et turbidité de l'échantillon 5 NTU
Température	°C	Acceptables	
Potentiel hydrogène	Unités pH	6.5<pH<8.5	Pour que la désinfection de l'eau par le chlore soit efficace, le pH doit être de préférence <8
Conductivité	µS /cm à 20°C	2700	
Chlorures	Cl : mg/l	750	

✓ **NM 03.7.002 : Contrôle et surveillance de l'eau dans les réseaux d'approvisionnement public :**

Objet et champ d'application :

La présente norme définit le contrôle et la surveillance des eaux desservies pour alimentation humaine et fixe la fréquence d'échantillonnage et les types d'analyses nécessaires à cette fin .

Terminologie :

On entend dans ce qui suit :

- Par eau potable : une eau d'alimentation humaine telle que définie par la norme marocaine NM 03.7.001
- Par contrôle sanitaire : l'évaluation et la supervision continue et vigilante, du point de vue de la santé publique, de la salubrité et de l'acceptabilité des approvisionnements publics en eau destinée à l'alimentation humaine, par les autorités compétentes.
- Par surveillance : l'autocontrôle exercé, d'une façon permanente, par les organismes de production et de distribution d'eau potable.
- Par robinet du consommateur : robinet à l'aval du compteur

Types d'analyses :

Les analyses pratiquées sur les eaux d'alimentation humaine sont définies comme suit :

• **L'analyse de type 1 réduite « T1R » :**

les échantillons concernés par ce type d'analyse ont été prélevés du robinets des consommateurs. Elle comprend l'analyse des paramètres suivants : odeur, saveur, couleur, chlore libre et total, température, pH, conductivité, turbidité, Escherichia Coli, Entérocoques intestinaux, Coliformes, Spores de microorganismes anaérobies sulfite-réducteurs, Microorganismes revivifiables à 22°C et à 37°C.

- **L'analyse de type 2 réduite « T2R » :**

les échantillons concernées par cette analyse ont été prélevées à l'entrée du système de distribution (Réservoirs et points de production) . Elle comprend l'analyse des paramètres suivants : odeur, saveur, couleur, turbidité, température, chlore libre et total, pH, conductivité, Escherichia Coli, Entérocoques intestinaux, Coliformes, Spores de Microorganismes anaérobies sulfite-réducteurs, Microorganismes revivifiables à 22°C et à 37°C.

- **L'analyse de type 1 complète « T1C » :**

Les échantillons concernés par cette analyse ont été prélevées du robinet des consommateurs pour permettre d'obtenir, en complément des paramètres du type T1R, un programme d'analyse complet. Elle comprend l'analyse des paramètres suivants : Nitrites, Nitrates, Cadmium, Chrome, Cuivre, Plomb, Nickel, THM, Aluminium, Ammonium, Fer total.

- **L'analyse de type 2 complète « T2C » :**

Les échantillons concernés par ce type d'analyse ont été prélevées à l'entrée du système de distribution pour compléter les paramètres du type T2R. Elle comprend l'analyse des paramètres suivants : Nitrites, Nitrates, Arsenic, Baryum, Cyanures, Manganèse, Fluorures, Mercures, Sélénium, Bore, Pesticides, THM, Chlorures, Sulfates, Aluminium, Ammonium, Oxydabilité au KMnO₄, Fer total .

- **L'analyse de type 3 sur les ressources superficielles « T3S » :**

Les échantillons concernés par ce type d'analyse ont été prélevées au niveau des points d'approvisionnement en eau superficielles. Elle comprend l'analyse des paramètres suivants : odeur, couleur, température, turbidité, pH, Conductivité, Escherichia Coli, Entérocoques intestinaux, Nitrites, Nitrates, Cadmium, Chrome, Cuivre, Plomb, Nickel, HPA, Aluminium, Arsenic, Baryum, Cyanure, Manganèse, Fluorures, Mercure, Sélénium, Bore, Pesticides, Chlorures, Sulfate, Oxygène dissout, Oxydabilité au KMnO₄ , Hydrogène sulfuré, Fer dissous, Zinc .

- **L'analyse de type 3 sur les ressources profondes « T3P » :**

Les échantillons concernés par ce type d'analyse ont été prélevées au niveau des ressources profondes en eau. Elle comprend l'analyse des paramètres suivants : turbidité, température, pH, conductivité, Escherichia Coli, Entérocoques intestinaux, Nitrites, Nitrates, Cadmium, Nickel, Ammonium, Fer dissous, Arsenic, Manganèse, Fluorures, Sélénium, Bore, Pesticides, Chlorures, Sulfates, Oxygène dissous, Oxydabilité au KMnO₄ , Hydrogène sulfuré.

- **L'analyse des constituants radioactifs de l'eau :**

Cette analyse comprend l'analyse de l'activité alpha globale et l'activité bêta Globale : L'activité alpha globale est un indicateur de présence de radionucléides émetteurs alpha ; l'activité bêta globale résiduelle est un indicateur de présence de radionucléides émetteurs bêta; le tritium est un indicateur de radioactivité issue d'activités anthropiques.

Fréquences pour le contrôle sanitaire :

Tableau 4 : fréquences minimales annuelles de prélèvements pour le contrôle sanitaire à l'entrée et dans le système de distribution

Population desservie	Débit (m ³ / jour)	Types et fréquences de prélèvement			
		T1R	T1C	T2R	T2C
0 à 49	0 - 9	0.5	-	0.2	-
50 à 499	10 - 99	0.5	-	0.5	-
500 à 1 999	100 - 399	1	0.2	0.5	0.2
2000 à 4 999	400 - 999	2	0.2	0.5	0.2
5000 à 14 999	1000 - 2999	2	0.5	1	0.5
15 000 à 29 999	3000 - 5999	5	0.5	1	0.5
30 000 à 99 999	6000 - 19999	12	1	2	1
100 000 à 149 999	20 000 - 29 999	30	1	5	1
150 000 à 199 999	30 000 - 39 999	42	1	7	1
200 000 à 299 999	40 000 - 59 999	54	2	10	2
300 000 à 499 999	60 000 - 99 999	78	2	14	2
500 000 à 625 000	100 000 - 125 000	126	2	20	2
>625 000	> 125 000	160	2	30	2

3 Présentation de la station de pompage champs de tir RADEEO

En raison de son caractère vital, l'eau consommée doit être de bonne qualité sanitaire afin d'éviter la survenue de pathologies d'origine hydrique. C'est pourquoi, elle fait l'objet d'un contrôle de qualité permanent de façon à en garantir la sécurité sanitaire. L'eau, pour pouvoir être consommée sans danger, ne doit comporter aucun élément toxique, ni bactérie, parasite ou virus nuisibles pour l'homme. En effet, les bactéries pathogènes, les virus et autres parasites présents dans une eau ne répondant à ces critères minimums peuvent être la cause de maladies contagieuses.

Pour La Régie Autonome Intercommunale de Distribution d'Eau et d'Electricité d'Oujda, c'est l'équipe du Laboratoire de la Station de Pompage Champ de Tir qui s'occupe de cette lourde responsabilité, qui est le contrôle continue de qualité de l'eau dans les réseaux d'eau potable.

Comme j'ai déjà cité plus de 120 000 tests sont effectués chaque année.

- Description du site :

Il est constitué d'un laboratoire et d'un réservoir d'eau profonde d'un volume de 7000 m³ équipé par des analyseurs comme l'analyseur du chlore, de température et du niveau de l'eau.

Le laboratoire est constitué de plusieurs salles :

- Une salle d'analyse équipée de matériel d'analyses
- Une salle d'incubation constituée par des étuves réglables (37°C, 44°C, 22°C)
- Une salle de distillation (distillateur) et de stérilisation (autoclave pour la stérilisation des milieux de culture, étuve pour la stérilisation de la verrerie)
- Une salle de rinçage pour le nettoyage de la verrerie

➤ L'équipe du laboratoire de la station champ de tir s'occupe des analyses de type T1R et T2R, qui sont regroupées en un ensemble de tâches qui consistent à :

- ✚ Réaliser les analyses bactériologiques et physico-chimiques (dans le laboratoire) :

Les analyses bactériologiques :

Consiste à vérifier la présence ou non des microorganismes pathogènes qui peuvent être présents dans l'eau potable.

Les microorganismes contrôlés par le laboratoire de la station sont : les coliformes fécaux et totaux, Escherichia Coli, les entérocoques intestinaux, les microorganismes revivifiables à 22°C et 37°C.

Les analyses physico-chimiques :

- Contrôler le chlore résiduel sur l'ensemble du réseau (sur terrain lors des prélèvements et au niveau des réservoirs) :

Le chlore est un élément essentiel offrant à l'eau destinée à l'alimentation humaine une protection contre toute ultérieure contamination. Ainsi, pour améliorer le contrôle et la surveillance de la qualité des eaux distribuées dans le réseau d'Oujda, une mesure des doses du désinfectant résiduel est effectuée en plusieurs points dispersés pour donner une image de l'évolution de ces doses à l'intérieur du réseau.

Ces relevés de la teneur de chlore résiduel libre sont effectués quotidiennement dans le réseau d'Oujda notamment au niveau des points les plus sensibles tels que les écoles, les hôpitaux, les centres de santé. Cependant et vu leur importance, les relevés du chlore résiduel libre sont effectués de façon permanente dans les réservoirs par des analyseurs de chlore.

- Mesure de la Température (directement après le prélèvement)
- Mesure de la turbidité (au laboratoire)
- Mesure de la conductivité (au laboratoire)
- Mesure du pH (au laboratoire)

- ✚ Contrôler les paramètres organoleptiques

- ✚ Contrôler les opérations de nettoyage des réservoirs effectuées par les services d'exploitation du réseau

- ✚ Réaliser les enquêtes de qualité d'eau suite aux réclamations des abonnés.

Les autres analyses de l'eau sont réalisées par des laboratoires privées (exemple : analyses des substances radioactives).

Partie 2

Chapitre I : Contrôle de qualité d'un ensemble d'échantillons d'eau potable

3.1 Matériels et méthodes :

3.1.1 Matériels :

- Biologiques (utilisés pour les analyses bactériologiques) :

Milieux de culture :

Un milieu de culture est un support qui permet la culture de cellules, de bactéries, de levures, de moisissures afin de permettre leur étude. En principe, les cellules trouvent dans ce milieu les composants indispensables pour leur multiplication en grand nombre, rapidement, mais aussi parfois des éléments qui permettront de privilégier un genre bactérien ou une famille. Ainsi, selon le but de la culture, il est possible de placer les micro-organismes dans des conditions optimales, ou tout à fait défavorables.

Il se compose d'une base (agar-agar, eau, minéraux, etc.) ainsi que d'un indicateur coloré de pH ou de réaction d'oxydoréduction pour permettre de formuler des hypothèses sur le genre.

Pour les analyses bactériologiques effectuées, trois milieux de cultures sont utilisés :

Gélose lactosée au TTC et au Tergitol 7 :

La gélose lactosée au TTC et au Tergitol 7 permet d'effectuer les recherches et dénombrement des **Escherichia Coli** et **des bactéries coliformes fécaux** dans les eaux, notamment celles destinées à la consommation humaine, par la méthode des membranes filtrantes.

- Le Tergitol 7 inhibe la croissance des microorganismes à Gram positif et favorise la récupération des coliformes.
- Les coliformes présentent des colonies de coloration jaune ou orangée, à l'intérieur d'un halo jaune visible sous la membrane.
- Les autres microorganismes présentent des colonies de coloration rouge (comme les saprophytes).

✓ Mode opératoire :

- peser la quantité du milieu déshydraté indiqué par le fabricant
 - dissoudre dans l'eau (1L) par chauffage progressif jusqu'à ébullition
 - répartir le milieu homogénéisé dans les ballons de 250 ml à fond plat
 - stériliser pendant 20 min à 'autoclave à 120 °C
 - refroidir à 45 – 50 °C dans un bain marie thermostaté
 - ajouter, soit le volume d'une solution de chlorure de 2,3,5-triphényl-tétrazolium (TTC) indiqué par le fabricant (on ajoute 5 ml d'eau distillée au supplément, on verse le supplément dans le ballon de 250 ml contenant le milieu), soit 5 ml d'une solution à 0.05 stérilisé par filtration pour 500 ml du milieu indiqué ci-dessus.
 - bien homogénéiser et répartir dans des boîtes de pétri stériles de 55-60 mm de diamètre à raison d'eau moins 5 ml de milieu par boîte
- Le pH du milieu doit être de 7.2 ± 0.2

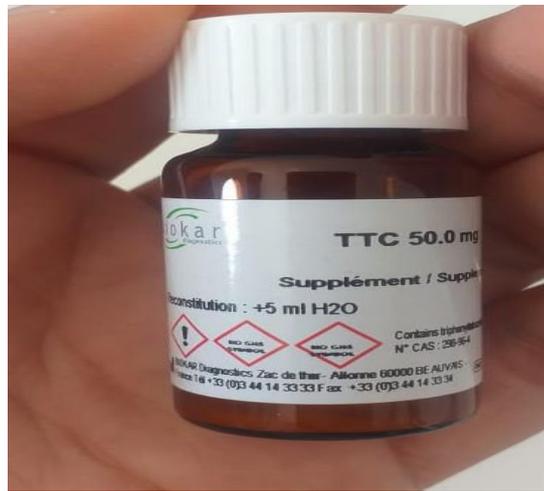


Image 3 : supplément TTC

Gélose de SLANETZ et BARTLEY :

La gélose de SLANETZ et BARTLEY est un

milieu sélectif utilisé pour le dénombrement des entérocoques intestinaux dans les eaux d'alimentation, les boissons, les eaux usées, les eaux de piscine et divers produits biologiques d'origine animale, par la technique de filtration sur membrane.

L'azide de sodium permet d'inhiber la croissance des microorganismes à Gram négatif.

Le TTC (chlorure de 2,3,5-triphényltétrazolium) est un indicateur de la croissance bactérienne.

✓ Mode opératoire :

- A partir du milieu déshydraté complet (avec TTC)
 - Mettre en suspension 41,5 g de milieu déshydraté complet dans 1 litre d'eau distillée ou déminéralisée.
 - Porter lentement le milieu à ébullition sous agitation constante et l'y maintenir durant le temps nécessaire à sa dissolution complète.
 - Eviter tout chauffage excessif.
 - Ne pas autoclaver.
 - Refroidir et maintenir à 44-47 °C.
 - Couler en boîtes de Petri stériles (l'épaisseur de gélose doit être au moins égale à 5 mm).
 - Laisser solidifier sur une surface froide

- A partir du milieu de base déshydratée (sans TTC)
 - Mettre en suspension 41,4 g de milieu de base déshydraté (BK129) dans 1 litre d'eau distillée ou déminéralisée
 - Porter lentement le milieu à ébullition sous agitation constante et l'y maintenir durant le temps nécessaire à sa dissolution complète
 - Si nécessaire, répartir en flacons de 100 ml et autoclaver pendant 20 minutes à 110 °C. Sinon, le milieu peut être utilisé sans être autoclavé
 - Refroidir et maintenir à 44-47 °C
 - Réhydrater un flacon de supplément TTC 50 mg (BS027) avec 5 ml d'eau stérile
 - Ajouter stérilement 1 ml de supplément TTC 50 mg reconstitué (BS027) par volume de 100 ml de base
 - Homogénéiser parfaitement

- Couler en boîtes de Petri stériles (l'épaisseur de gélose doit être au moins égale à 5 mm)
- Laisser solidifier sur une surface froide

Gélose nutritive à 2 % :

La gélose nutritive à 2,5 % est essentiellement utilisée en microbiologie des eaux pour la purification des microorganismes, étape préalable aux étapes d'identification prévues dans les normes spécifiques de recherche et/ou de dénombrement.

L'utilisation de ce milieu doit conduire à l'obtention de colonies bien isolées.

Relativement simplifiée, la formulation apporte les éléments nutritifs nécessaires à la croissance d'une grande variété de germes non exigeants. Le milieu est exempt de cystéine, ce qui entraîne l'absence de croissance de *Legionella* sur ce milieu et permet d'orienter l'identification.

✓ Mode opératoire :

- mettre en suspension 20.0 g de milieu déshydraté dans 1 L d'eau distillée
- porter lentement le milieu à ébullition sous agitation constante et l'y maintenir durant le temps nécessaire à sa dissolution
- répartir en tubes stériles 20*200 à raison de 20 ml par tube, ou en flacons stériles
- stériliser pendant 15 à 20 minutes à l'autoclave à 120 °C, le pH du milieu doit être de 7 plus ou moins 0.2
- conserver au réfrigérateur de 0°C à 4°C



Image 4 : préparation de la gélose lactosée au TTC et au Tergitol-7

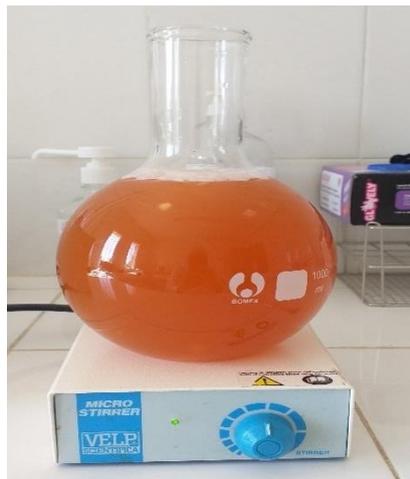


Image 4: préparation de la gélose de SLANETZ et BARTLEY



Image 6 : milieux de culture dans les boîtes de pétri

- **Verrerie** : flacons (500 ml, 250 ml), ballons (500 et 250 ml), tubes, boîtes de pétries...
- **Appareils électriques** : appareils de mesure du pH, de turbidité, de conductivité, de température, rampe de filtration, compteur de colonies, étuves, réfrigérateur...

3.1.2 Méthodes :

3.1.2.1 Prélèvement et échantillonnage :

Chaque jour, l'équipe du laboratoire se déplace sur la ville d'Oujda pour l'exécution des prélèvements des échantillons d'eau à partir de plusieurs points du réseau de distribution de l'eau potable (robinet du consommateur et entrée du système de distribution) selon un planning mensuel précis.

Les prélèvements des échantillons d'eau sont destinés aux analyses bactériologiques et physico-chimiques décomposés en analyses type I (T1R et T1C) et analyses type II (T2R et T2C) conformément aux normes marocaines NM 03.7.001 et NM 03.7.002.

Les points de prélèvements destinés à ces analyses sont répartis par commune et en fonction de la population desservie conformément aux normes marocaines.

**Techniques d'échantillonnage :*

Les échantillons d'eau doivent être prélevés dans des flacons de 500 ml propre et stérile, rincés plusieurs fois avec de l'eau à analyser, et fermés hermétiquement sans laisser pénétrer les bulles d'air. Une fois les prélèvements effectués, les flacons sont étiquetés par le numéro d'échantillon.

I- Robinet :

1. S'assurer de la propreté du robinet
2. Eventuellement le nettoyer et le flamber
3. Laisser couler l'eau 30 sec à 1 min
4. Remplir le flacon stérile toujours en flambant le robinet
5. Fermer le flacon tout de suite

II-puit traditionnel :

- Si le niveau d'eau le permet plonger le flacon à 10-15 cm de profondeur, l'ouvrir, le reboucher une fois rempli.
- Si non plonger le flacon ouvert dans le puit à l'aide d'un fil à plomb puis le remonter une fois rempli.

**Transport des échantillons :*

Les flacons stériles seront transportés dans une glacière à une température voisine de 4°C. L'eau doit être analysée le plus tôt possible dans les 3-4 heures si la chaîne de froid n'est pas assurée ou interrompue.

L'objectif est d'obtenir un échantillon aussi représentatif que possible de l'eau à examiner, sans contaminer, ni modifier les paramètres de l'échantillon.

3.1.2.2 Méthodes d'analyses bactériologiques :

Ces analyses nécessitent de travailler dans des conditions de sécurité et d'hygiène bien précises afin d'éviter la contamination des échantillons à analyser :

- + travailler stérilement
- + la pailleuse devra être désinfectée par exemple avec l'alcool avant et après la manipulation
- + utiliser des gants stériles ou bien se désinfecter les mains durant toute la manipulation
- + procéder chaque jour à la stérilisation de la verrerie
- + ne pas hésiter à reconstrôler un résultat aberrant ...

→ Méthode de la rampe de filtration ou filtration sur membrane :

C'est une technique qui consiste à recueillir, identifier et dénombrer, à la surface d'une membrane filtrante stérile, les bactéries recherchées dans un échantillon. Elle est adoptée pour dénombrer des bactéries présentes à des concentrations très faibles dans l'eau. Pour pouvoir dénombrer ces bactéries, il est alors nécessaire d'analyser des volumes importantes (100 ml parfois 250 ml).

Dans le cas d'échantillon contenant une concentration importante de bactéries comme l'eau de puit, il faut procéder à la dilution (10 fois ou 100 fois).

Principe :

Les bactéries présentes dans l'échantillon à analyser sont retenues sur un filtre dont les pores sont inférieure à leur tailles (pore 0.45 µg de diamètre). Le filtre qui a retenu les bactéries est ensuite déposé sur un milieu de culture approprié où les bactéries puisent les éléments nécessaires à leur croissance.

Après incubation, et si le résultat est positif, les UFC (unité formant colonies) sont comptées pour évaluer la qualité microbiologique de l'eau. Selon le milieu de culture où les bactéries sont incubées, on met en évidence la présence de différents types de microorganismes.

Pour l'application de cette technique le laboratoire de la station utilise la rampe de filtration.

Mode opératoire :

Ensemencement :

- placer l'entonnoir de filtration stérile sur la fiole à vide.
- placer aseptiquement la membrane filtrante stérile sur le disque poreux à l'embases de l'entonnoir
- l'ensemble est serré et raccordé à une pompe à vide
- agiter rigoureusement l'échantillon 25 fois puis verser un volume de 100 ml
- prendre la membrane avec une pince flambée en la saisissant par son extrême bord. La placer sur le milieu de culture. La surface qui était en contact avec l'eau est vers le haut
- aucune bulle d'air ne doit exister entre la membrane et le milieu de culture
- démonter le système et éteindre l'appareil
- incuber à la température nécessaire



Image 5 : rampe de filtration des échantillons par la méthode de filtration sur membrane

NB : désinfection du système de filtration avant filtration d'eau : après montage du système, désinfecter à l'éthanol puis rincer à l'eau stérile. Renouveler entre chaque filtration d'eaux différentes.

Tableau 5 : Bactéries analysées par la méthode de filtration sur membrane

Bactérie	Volume d'eau	Milieu de culture	Température d'incubation (°C)	Durée d'incubation (h)	Résultat positif	Résultat négatif
Coliformes fécaux et E. Coli	100 ml	Gélose lactosée au TTC et au Tergitol 7	44 ± 0.5	24	Colonies jaunes avec Halo Jaune	-aucune trace -colonies rouges (comptées comme saprophytes)
Coliformes totaux	100 ml	Gélose de SLANETZ et BARTLEY	37 ± 1	24 – 48		
Entérocoques intestinaux	100 ml	Gélose de SLANETZ et BARTLEY	37 ± 1	21 ± 3		

→ **Méthode par enrichissement dans un milieu liquide : Dénombrement par incorporation en milieu gélosé**

La méthode fréquemment utilisée pour le dénombrement **des bactéries aérobies revivifiables** consiste à mélanger dans une boîte de pétri de 90 à 100 mm de diamètre, 1ml d'échantillon et 15 ml de milieu gélosé, fondu et ramené à une température de 45 °C environ.

L'eau est inoculée par incorporation dans un milieu strictement défini et non sélectif. Cette méthode donne des résultats de précision correcte pour les échantillons contenant plus de 30 germes par ml.

La lecture des colonies de couleur jaune est faite après 48h d'incubation à 36 °C et après 72h à 22°C.

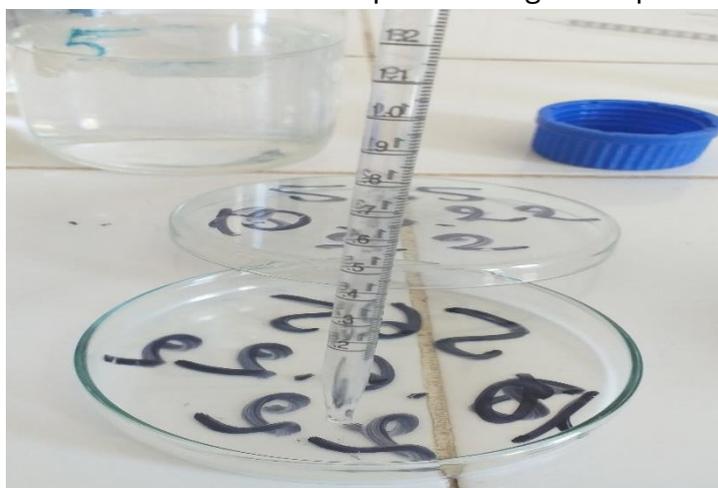


Image 6 : incorporation milieu gélosé

3.1.2.3 Méthodes d'analyses physico-chimiques : (utilisation des appareils)

Mesure de teneur en chlore résiduel libre :

- Rincer la cuvette avec l'eau à analyser. Bien l'égoutter.
- Remplir la cuvette jusqu'au trait avec de l'eau à analyser.
- Ajouter une pilule DPD n°1. Le réactif DPD donne en présence de chlore un complexe de coloration rose, dont l'intensité est fonction de la concentration.
- Agiter jusqu'à dissolution complète, puis placer cette cuvette dans le comparateur standard, du côté du repère « réactifs ».
- Placer la plaquette colorimétrique sur le dessus du comparateur.

- Faire coulisser la plaquette colorimétrique jusqu'à ce que les couleurs soient identiques. Noter la valeur lue sur la plaquette.
- Teneur en Chlore Libre en mg/l : valeur lue sur la plaquette colorimétrique.
- Les résultats des mesures sont comparés avec la VMA (entre 0.1 et 1 mg/l à la distribution et 0.5 à 1 mg/l à la production)

Mesure de la température de l'eau :

- Remplir un bécher avec de l'eau à mesurer
- Diriger le thermomètre infrarouge vers de l'eau à mesurer
- Appuyer et maintenir la gâchette enfoncée pour afficher la température mesurée en temps réel sur l'écran LCD
- Desserrer la gâchette pour conserver la mesure finale.
- la température est exprimée en unité de Celsius

Mesure de turbidité :

- La cuvette doit être propre et exempte de dépôt, de tache, de buée ou de marque susceptibles d'affecter le faisceau lumineux.

Après usage, la cuvette est rincée à plusieurs reprises avec de l'eau distillée

- Fermer le capot
- Mettre le turbidimètre sous tension
- laisser préchauffer l'appareil environ 60 min, choisir le mode ratio
- procéder à l'étalonnage si nécessaire
- Agiter l'échantillon et remplir dans une cuvette jusqu'au trait (environ 30 ml) en prenant soin de manipuler la cuvette par la partie supérieure. Boucher la cuvette.
- tenir la cuvette par le bouchon et essuyer la surface extérieure au moyen d'un tissu doux afin de ne pas laisser de film graisseux
- Agiter la cuvette et la placer dans le puit de mesure et fermer le capot
- lire lorsque le signal est stable et noter le résultat.

Mesure du pH :

- Mettre le pH mètre sous tension
- Laisser préchauffer l'appareil environ 60 min
- Procéder à l'étalonnage si nécessaire
- Rincer l'électrode de pH mètre avec de l'eau distillée
- Sécher doucement l'électrode de pH mètre avec le papier essuie-tout
- Verser l'échantillon homogénéisé dans un bécher de 50 ml
- Introduire la sonde de pH mètre dans le bécher
- Vérifier que l'indication donnée par le pH mètre est stable et noter la valeur

Mesure de conductivité :

Conductivité varie avec la température. Elle est exprimée à 20°C.

- Mettre le conductimètre sous tension
- Laisser préchauffer environ 60 min
- Procéder à l'étalonnage si nécessaire
- Rincer l'électrode de conductimètre avec de l'eau distillée
- Sécher doucement l'électrode
- Rincer deux fois la sonde de mesure du conductimètre avec l'échantillon à examiner
- Verser l'échantillon dans un bécher de 50 ml
- Introduire la sonde dans le bécher
- Agiter doucement et attendre que les chiffres arrêtent de bouger
- Lire lorsque le signal est stable et noter le résultat

-La conductivité est exprimée en microsiemens par centimètre



Image 9 : Turbidimètre



Image 10 : Conductimètre



Image 7 : pH-mètre

3.2 Résultats et interprétation :

Ci-dessous les résultats de quelques analyses de types T2R et T1R que j'ai effectué durant ma période de stage sur l'eau d'alimentation humaine dans la ville d'Oujda :

- Analyses de type T2R au niveau des réservoirs de la régie :

Tableau 6 : Analyses physico-chimiques T2R

Lieu de prélèvement	Température en °C	Cl ₂ en mg/l	pH	Turbidité En NTU	Conductivité en µS/cm
Réservoir 2*7000 m ³ Jbel Hamra	22.3	0.7	7.65	0.90	1048
Réservoir 4000 m ³ Sidi Yahya	20.1	0.6	7.57	0.33	1006
Réservoir 5000 m ³ Sidi Yahya	26.0	0.6	7.37	0.22	1012
Réservoir 7000 m ³ Route Jerada	24.3	0.5	7.41	0.74	2020
Réservoir 5000 m ³ Route Jerada	19.6	0.7	7.52	0.32	2400
Réservoir 2000 m ³ Route Jerada	22.3	0.5	7.28	0.28	2540
Réservoir 5000 m ³ Université	22.0	0.5	7.65	0.26	1335
Réservoir 7000 m ³ Université	22.3	0.6	7.57	0.22	1488
Réservoir 7000 m ³ champ de Tir	25.1	0.5	7.65	0.20	1358
Réservoir 6800 m ³ Jorf Lakhdar	23.0	0.7	7.25	0.23	1997
Réservoir 7000 m ³ Jorf Lakhdar	19.1	0.6	7.59	0.48	2380
Réservoir 5000 m ³ Jorf Lakhdar	24.1	0.9	7.64	0.45	1867
Réservoir 5000 m ³ Ain Serrak	29.1	0.7	7.14	0.40	1352

Tableau 7 : Analyses bactériologiques T2R

Lieu de prélèvement	Germes à 22 °C pour 1ml	Germes à 37 °C pour 1 ml	Coliformes totaux	Coliformes fécaux et E. Coli	Entérocoques Intestinaux
Réservoir 2*7000 m ³ Jbel Hamra	0	0	0	0	0
Réservoir 4000 m ³ Sidi Yahya	0	0	0	0	0
Réservoir 5000 m ³ Sidi Yahya	0	0	0	0	0
Réservoir 7000 m ³ Route Jerada	0	0	0	0	0
Réservoir 5000 m ³ Route Jerada	0	0	0	0	0
Réservoir 2000 m ³ Route Jerada	0	0	0	0	0
Réservoir 5000 m ³ Université	0	0	0	0	0
Réservoir 7000 m ³ Université	0	0	0	0	0
Réservoir 7000 m ³ champ de Tir	0	0	0	0	0
Réservoir 6800 m ³ Jorf Lakhdar	0	0	0	0	0
Réservoir 7000 m ³ Jorf Lakhdar	0	0	0	0	0
Réservoir 5000 m ³ Jorf Lakhdar	0	0	0	0	0
Réservoir 5000 m ³ Ain Serrak	0	0	0	0	0

➤ Analyses de type T1R (robinet du consommateur) :

Tableau 8 : Analyses physico-chimiques T1R

Lieu de prélèvement		Température en °C	Cl ₂ en mg/l	pH	Turbidité En NTU	Conductivité en µS/cm
Périphérie	Lot Annajd 67	18.1	0.4	7.72	0.60	1466
	Lot Ibn Khaldoun 481	18.5	0.4	7.66	0.42	1004
	Hay Al Qods 452	18.1	0.3	7.78	0.41	1455
	Hay Ogtar 484	22.5	0.4	7.28	0.13	2010
	Hay Jorf Lakhdar 221	23.1	0.4	7.35	0.26	2030
	Hay Lazaret	22.2	0.5	7.59	0.86	1168
	Hay Ngadi 52	18.8	0.2	7.21	0.24	2580
	Hay Touffah 754	23.8	0.2	7.31	0.96	2040
	Technopole	21.9	0.2	7.40	0.33	1545
	Hay Oukacha 550	23.6	0.5	7.44	0.84	1181
	Hay Sabra 73	20.1	0.3	7.31	0.12	2000
Centre	Centre-ville 113	19.2	0.4	7.71	0.70	1288
	Hay Mlly El Miloud 321	18.9	0.5	7.72	0.25	1034
	Hay Annasr 565	16.1	0.3	7.61	0.20	2440
	Hay Boudir 9	19.3	0.3	7.63	0.50	1109
	Hay Koulouch 89	20.1	0.4	7.57	0.70	1271
	Bd Armée de Liberté 221	18.4	0.3	7.76	0.34	1623
	Ancienne Médina 13	22.5	0.4	7.44	0.15	1120
	Hay Tennis 541	23.6	0.4	7.38	0.24	1120
	Rue Ras Ousfour 263	17.5	0.4	7.83	0.60	1023

Tableau 9 : Analyses bactériologiques T1R

Lieu de prélèvement		Germes à 22 °C pour 1ml	Germes à 37 °C pour 1 ml	Coliformes totaux	Coliformes fécaux et E. Coli	Entérocoques Intestinaux
Périphérie	Lot Annajd 67	0	0	0	0	0
	Lot Ibn Khaldoun 481	0	0	0	0	0
	Hay Al Qods 452	0	0	0	0	0
	Hay Ogtar 484	0	0	0	0	0
	Hay Jorf Lakhdar 221	0	0	0	0	0
	Hay Lazaret	0	0	0	0	0
	Hay Ngadi 52	0	0	0	0	0
	Hay Touffah 754	0	0	0	0	0
	Technopole	0	0	0	0	0
	Hay Oukacha 550	0	0	0	0	0
	Hay Sabra 73	0	0	0	0	0
Centre	Centre-ville 113	0	0	0	0	0
	Hay Mlly El Miloud 321	0	0	0	0	0
	Hay Annasr 565	0	0	0	0	0
	Hay Boudir 9	0	0	0	0	0
	Hay Koulouch 89	0	0	0	0	0
	Bd Armée de Liberté 221	0	0	0	0	0
	Ancienne Médina 13	0	0	0	0	0
	Hay Tennis 541	0	0	0	0	0
	Rue Ras Ousfour 263	0	0	0	0	0

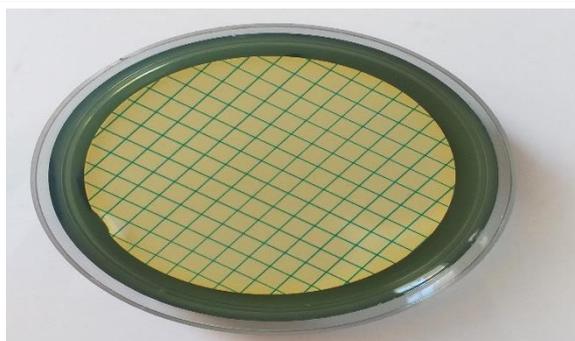


Image 12 : résultat négatif d'une analyse

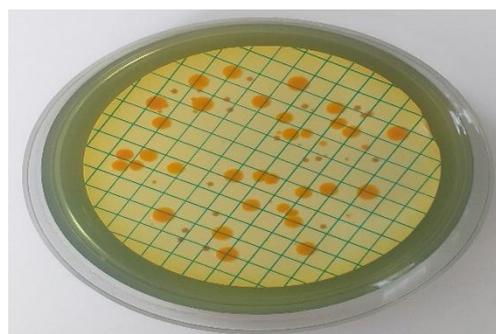


Image 13 : résultat positif d'une analyse des coliformes fécaux d'une eau d'un nouveau puit

Comparaison entre le taux de chlore dans un réservoir et dans une région qu'il alimente :

Prenant l'exemple du réservoir Jorf Lakhdar qui alimente le secteur 565 et la région du Technopole. Le taux de chlore au réservoir est de 0.7 comme il est indiqué sur le tableau. Lorsque l'eau potable arrive au secteur 565 la teneur devient 0.3, et pour Technopole elle est de 0.2 (les résultats sont pris pendant le même jour).

Comme j'ai déjà mentionné la teneur en chlore résiduel doit être entre 0.1 et 1 mg/l à la distribution et 0.5 à 1 mg/l à la production. On peut donc conclure que le taux de chlore quand il arrive au robinet du consommateur répond à cette exigence.

Cette variation du chlore peut être due à plusieurs facteurs tels que : l'origine de l'eau, réactions dans les réseaux de distribution, changement de température (détaillé dans le chapitre II).

Comparaison des résultats avec les normes :

 **Les résultats obtenus pour les deux types d'analyses sont conformes aux exigences des normes marocaines. Cela garantit la salubrité de l'eau potable dans la ville d'Oujda et prouve qu'elle ne présente aucun aspect qui la rend nuisible et dangereuse pour la santé des consommateurs.**

Chapitre II : Etude de l'influence de la température sur les paramètres organoleptique et physico-chimique d'un échantillon d'eau potable

La température de l'eau est un paramètre indicateur de qualité. Sa variation peut influencer les autres paramètres d'analyse dont les valeurs sont liées à la température et dont les appareils de mesure possèdent un thermomètre intégré (notamment la conductivité et le pH). Les autres paramètres qui peuvent être affectés à cause du changement de la température sont les paramètres organoleptiques.

Le but attendu par ce chapitre est d'étudier **le changement de température de l'eau potable et son influence sur les paramètres organoleptique et physico-chimiques.**

1-méthodes d'analyses

Pour effectuer cette étude, j'ai prélevé deux échantillons, le premier du secteur 565 (échantillon 1). Le choix de ce secteur est motivé par les habitats qui plaignent parfois du goût désagréable de cette eau qui peut être lié au changement de température dans les canalisations du réseau de distribution.

Le deuxième (échantillon 2) est prélevé à partir du robinet du laboratoire.

La méthode consiste à faire varier la température de l'échantillon et mesurer les paramètres d'analyse correspondant à chaque température.

- **Mesure de température** : au moyen du thermomètre.
Pour faire varier la température, j'avais besoin d'une plaque chauffante et d'un réfrigérateur.
- **Mesure de conductivité** : à l'aide du conductimètre
- **Mesure de pH** : à l'aide du pH-mètre
- **Mesure de température** : au moyen du thermomètre
- **Test organoleptique** :
Pour chaque température :
 1. Vérification du changement de goût par dégustation
 2. Vérification du changement d'odeur par olfaction et dégustation
 3. Vérification du changement de couleur à l'aide d'un photomètre

2-Résultat et interprétation

Tableaux 10 et 11 : Température et paramètres organoleptiques :

➤ Résultat :

Tableau 10 : Echantillon 1

Température (°C)	Goût et odeur	Couleur (HAZEN)
15	Idéals	0
19	Bons	0
25	Acceptable	0
D'origine : 29.7	Acceptables	0
37	Refusables	0
40	Refusables	0

Tableau 11 : Echantillon 2

Température (°C)	Goût et odeur	Couleur(HAZEN)
15	Idéals	0
19	Bons	0
25	Acceptable	0
D'origine : 29.3	Acceptables	0
37	Refusables	0
40	Refusables	0

➤ **Interprétation :**

- **Goût et odeur**

Le sens du goût et de l'odorat chez l'être humain sont inséparables. La sapidité fait appel à un dosage subjectif de ces 2 sens. Ces deux paramètres s'atténuent considérablement lorsque l'eau est refroidie ou réchauffée.

L'analyse des deux échantillons montre que les buveurs préfèrent l'eau froide à l'eau tiède et chaude en raison de son goût idéal ; en règle générale, une température de 15°C leur convient.

La limite de 19°C constitue le seuil de tolérance dont le dépassement suscite la récrimination de la plupart des consommateurs.

On procède au test d'olfaction de l'eau à 40°C, car c'est à cette température qu'on décèle mieux **les matières volatiles qui peuvent être présentes dans l'échantillon et qui sont responsables de l'odeur désagréable.**

En conclusion la sapidité de l'eau potable dépend, dans une certaine mesure, de sa température. A des températures supérieures à 15°C, la prolifération de certains organismes dans le réseau de distribution devient gênante et risque de produire des odeurs et des goût désagréables. Il semble qu'à une température supérieure à 16 °C, des champignons microscopiques puissent se développer dans les canalisations internes des édifices et donner à l'eau une odeur et un goût de terre, de boue ou de moisi.

- **Couleur**

La couleur est un facteur lié à la turbidité de l'eau. Lorsque la turbidité est dans les normes, l'échantillon ne présente aucune couleur ou teinte particulière.

Dans le cas de mes échantillons, la mesure de la couleur n'a montré aucun changement de couleur avec la variation de la température. Donc la décomposition de la matière en suspension est très lente ou absente à cette échelle.

Quand l'eau à une teinte particulière, c'est souvent dû à la présence de matière organique en décomposition (responsable d'altération de la couleur réelle) ou d'élément inorganiques (responsable d'altération de la couleur apparente) tels que le fer, le cuivre, ou le manganèse. **Ces réactions de décomposition sont favorisées par l'augmentation de la température (dans le réseau de distribution) qui est un catalyseur accélérant la vitesse de ces réactions.**

En conclusion, les températures acceptables pour des raisons d'ordre organoleptiques varient donc de 15°C à 25°C. il est avantageux à plusieurs égards de ne pas dépasser ce plafond.

Tableaux 12 et 13 : Température et paramètres physico-chimiques

Tableau 12 : Echantillon 1

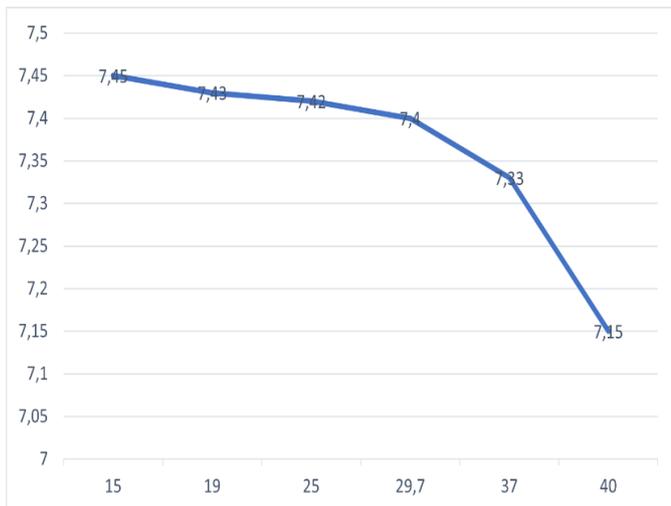
Température	pH	Conductivité	Turbidité
15	7.45	1903	0.78
19	7.43	1926	0.80
25	7.42	1941	0.85
D'origine : 29.7	7.40	1977	1.00
37	7.33	2001	1.23
40	7.15	2040	1.50

Tableau 13 : Echantillon 2

Température	Ph	Conductivité	Turbidité
15	7.39	1548	0.88
19	7.26	1551	1.40
25	7.16	1598	2.33
D'origine : 29.3	7.09	1616	3.24
37	7.06	1633	3.46
40	7.01	1665	3.70

pH :

Echantillon 1



Echantillon 2

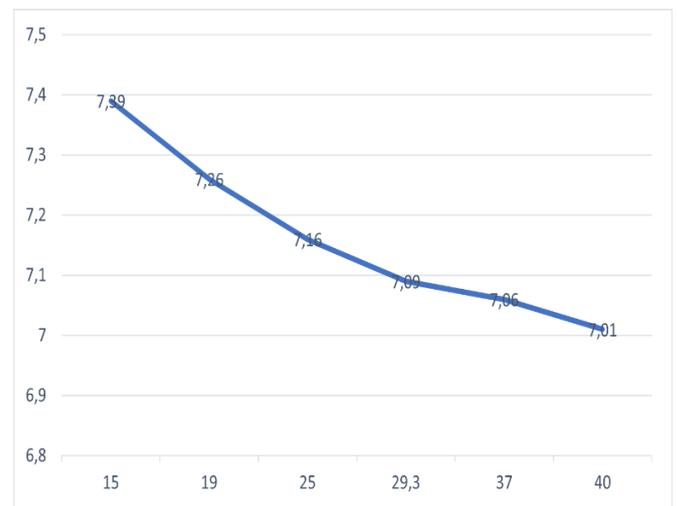


Figure 2 : Courbes de pH en fonction de la température

La courbe de pH en fonction de la température est décroissante. Pour les deux échantillons l'augmentation de la température entraîne la diminution du pH. Pour expliquer cette variation, prenant l'exemple de l'eau pure dont la concentration d'ions hydrogène est déterminée par l'équilibre de dissociation :



Il est important que le pH de l'eau potable soit à l'équilibre pour que cette eau soit inerte avec les matériaux des infrastructures qui la transportent.

Une eau ayant un pH inférieur à son équilibre est agressive et attaque les matériaux en contact (tel que les conduites), tandis qu'une eau ayant un pH supérieur à son équilibre dépose du calcaire dans les conduites. Il est toujours à tendre vers une eau légèrement entartrante afin d'éviter tout risque d'attaque de matériaux.

Chlore résiduel :

Pour les deux échantillons l'analyse de la solubilité du chlore a donné les résultats suivants

Tableaux 14 : solubilité du chlore en fonction de la température

T	10	15	20
Solubilité g/l	10	8.5	7.3

Plus la température augmente plus la solubilité du chlore diminue.

Comme déjà mentionné, le chlore libre dans l'eau potable existe principalement sous forme d'acide hypochloreux et d'ions hypochlorites. L'acide hypochloreux caractérisé par l'action germicide la plus forte par rapport aux ions hypochlorites se décompose lui-même partiellement pour donner naissance, à partir d'une certaine valeur de pH voisine de 6, à **des ions hydrogènes** et des ions hypochlorites selon les réactions suivantes :



L'équilibre de la réaction du chlore sur l'eau (1) dépend du pH et de la température de l'eau : **Plus on ajoute du chlore, plus le pH de l'eau augmente. D'après les résultats précédents, plus la température augmente plus le pH et la solubilité du chlore diminuent. C'est à dire qu'à des températures élevées, la dissolution du chlore en acide hypochloreux et en ions hypochlorites dans l'eau est très faible ce qui entraîne la diminution du pH.**

Pour une température donnée on a :

A pH < 5 : le chlore moléculaire gazeux est dissous dans l'eau

A 5 < pH < 6 : formation de l'acide hypochloreux HOCl non dissocié

A 6 < pH < 10 : on trouve un mélange de HOCl et OCl⁻ (eau de consommation)

A pH > 10 : c'est le domaine de formation des ions hypochlorites.

→ Dissociation du HOCl dans l'eau en fonction du pH :

La proportion entre OCl⁻ et HOCl d'une eau chlorée dépend directement du pH et par suite de la température.

En pratique, les eaux d'alimentation ayant un pH généralement compris entre 7 et 8. Il faut savoir que l'on aura à 20°C ce qui suit :

A pH=7 → 80% HOCl

A pH=7.5 → 50% HOCl

A pH=8 → 25 à 30% HOCl

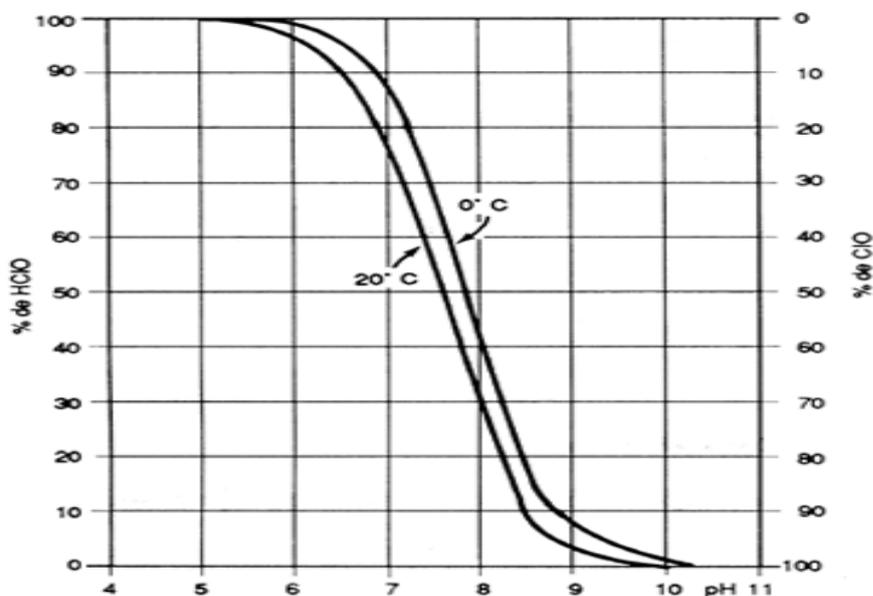


Figure 3 : courbe de dissociation du HOCl en fonction du pH

Turbidité :

Les résultats obtenus montrent aussi que l'augmentation de la température peut entraîner l'élévation de la turbidité de l'eau. L'effet de ce problème se manifeste lorsque les microorganismes se fixent aux particules en suspension dans l'eau turbide, ce qui empêche l'eau d'être correctement désinfectée (en agissant sur la réaction du chlore) et peut augmenter les risques de maladies gastro-intestinales.

Conductivité :

La conductivité est également fonction de la température de l'eau, elle est plus importante lorsque la température augmente. En raison de la forte dépendance de la conductivité électrique de la température, tout capteur de conductivité doit être équipé d'un capteur de température intégré.

Oxygène dissout : La température exerce également une influence importante sur la quantité d'oxygène dissous dans l'eau, car l'eau froide peut contenir plus d'oxygène que l'eau chaude. L'oxygène de cette dernière est consommé par les microorganismes qui se prolifèrent à des températures élevées.

Conclusion

Le contrôle de qualité des eaux est devenu une nécessité primordiale pour alimenter les populations en eau potable propre et saine afin de préserver la santé publique et lutter contre les maladies liées à la pollution des eaux. Pour cela, il faut disposer d'un effectif humain important et du matériel nécessaire pour la réalisation de cette tâche.

L'analyse de l'eau potable dans la ville d'Oujda n'a montré aucun aspect gênant. Cette eau est saine et salubre puisqu'elle est conforme aux exigences des normes marocaines. Parmi les facteurs qui peuvent entraîner la dégradation de la qualité de l'eau potable est la variation de la température notamment son élévation qui affecte négativement les paramètres de l'eau de consommation et en conséquence sa non-conformité avec les normes.

Lors de ma période de stage de fin d'étude au sein la RADEEO au service des analyses de l'eau potable, et après mon intégration rapide dans l'équipe, j'ai pu réaliser cette tâche nécessaire en mettons en pratique mes connaissances théoriques acquises durant ma formation à la faculté des sciences et techniques de Fès.

Ce stage a été très enrichissant pour moi, car il m'a permis de découvrir le domaine de l'eau, ses acteurs et ses contraintes.

