

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE AKLI MOHAND OULHADJ – BOUIRA
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET DES SCIENCES DE LA TERRE
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



Réf :/UAMOB/F.SNV.ST/DEP.AGR/2017

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES
EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER

Domaine : SNVST Filière : biologie
Spécialité : Eau, santé et environnement

Présenté par :

MOUDJAHED Mouna
KOUDJABACHE Katr-ennada

Thème

***Contrôle et évaluation de la qualité de l'eau utilisée dans la
laiterie LFB – Boudouaou***

Soutenu le : 02 / 07 / 2017

Devant le jury composé de :

<i>Nom et Prénom</i>	<i>Grade</i>		
<i>M. BARA Mouslim</i>	<i>MCB</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Président</i>
<i>Mme. DOUMANDJI Waffa</i>	<i>MAA</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Promotrice</i>
<i>Mme. RAHMOUNI Amina</i>	<i>MAA</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Examinatrice</i>

Année Universitaire : 2016/2017

Remerciements

Au nom d'ALLAH le plus grand merci lui revient de nous avoir guidés vers le droit chemin,
de nous avoir aidés tout au long de nos années d'études.

Nous adressons notre profond remerciement à Madame DOUMANJI WAFFA notre
encadreur pour sa disponibilité et ses conseils.

Nous exprimons également nos chaleureux remerciements à :

Tous les membres de laboratoire de LFB chercheurs, techniciens et ingénieurs, Sans oublier
tous nos enseignants, les travailleurs de la faculté des **SNVST** et tous ceux qui ont contribué
de près ou de loin à l'élaboration de ce mémoire.

Enfin un grand merci aux membres du jury d'avoir accepté d'évaluer et de porter un jugement
objectif sur le travail et nous honorer de leur présence.

Dédicaces

Avant tout je remercie ALLAH le tout puissant de m'avoir donné la foi et de m'avoir permis d'en arrivé jusque là.

Je dédie ce modeste travail :

A Mes très chers parents qui m'ont guidé durant les moments les plus pénibles de ce long chemin, que dieu les garde et les protège.

A mon père OMAR qui m'a orienté vers ce chemin pour devenir ce que je suis.

A ma mère SAFIA qui a été à mes côtés et m'a soutenu durant toute ma vie.

A mes chères sœurs Maissa, Maria et son mari Massoud

A mon frère Mohamed El-Hadi

A mes neveux Iyad et Rahim

A Mes grands-parents RABAH et REBIHA que dieu les protège.

A Tous mes oncles et tantes, cousins et cousines, et toute la famille de Moudjahed, Kandi.

A mes meilleurs amis : Sara, Nada, Houda, Zineb, Hayat, Soumia.

Et bien sur sans oublier tous les gens qui m'ont soutenu durant mon cursus de formation : Professeurs et collègues.

A toute la famille SNVST

Etudiants – Enseignants

Mouna

Dédicaces :

Rien n'est aussi beau à offrir que le fruit d'un labeur qu'on dédie du fond du

Cœur à ceux qu'on aime et qu'on remercie en exprimant la gratitude et la

Reconnaissance durant toute notre existence.

Je dédie ce modeste travail :

A mes chères parents ;

A mes frères : Ahmed Azzedine, Zinedine Mahmoud, Mouhamed Ayache

A mes chères amies et sœurs : Mouna, Sarah

A mon marie : Amine

A Tous mes amis.

A Tous mes enseignants du primaire jusqu'à la fin de notre formation.

Katr - ennada

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION GENERALE

1

PARTIE I : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE 1

L'Eau

I-1. Définition de l'eau :	3
I-2. La structure de la molécule d'eau :	3
I-3. Propriétés de l'eau :	4
I-3-1. Propriétés physiques :	4
I-3-2. Propriétés chimiques :	5
I-3-3. Propriétés optiques :	5
I-4. Caractéristiques de potabilité :	5
I-4-1. Caractéristiques organoleptiques :	5
I-4-2. Caractéristiques physico-chimiques :	6
I-4-3. Les Caractéristiques microbiologiques :	9
I-5. Importance de l'eau potable :	11
I-5-1. Les sels minéraux dissous :	11
I-5-1-1. Les cations :	11
I-5-1-2. Les anions :	13

CHAPITRE 2

LES MALADIES A TRANSMISSION HYDRIQUES

II-1. Infections humaines transmissibles par l'eau :	15
II-1-1. Gastroentérite d'origine infectieuse :	15
II-1-2. Méningite :	16
II-1-3. Le choléra :	16
II-1-4. Fièvre typhoïde :	16
II-1-5. Les hépatites virales :	16
II-1-6. Les parasitoses digestives :	16
II-2. Répercussions de la qualité physico-chimique de l'eau sur la santé :	16
II-2-1. Baryum :	16

CHAPITRE 3

TRAITEMENT DES EAUX USEES

III-1. Principales filières de traitement des eaux résiduaires :	18
III-2. Traitement physicochimique :	19
III-3. Traitement biologique :	20

PARTIE 2 : ETUDE EXPERIMENTALE

CHAPITRE 4

STRUCTURE D'ACCUEIL

VI.1-Présentation de l'unité :	22
VI.1-1.Statut de l'unité :	22
VI.1-2.Production de l'unité :	22
VI.1-3.Présentation du laboratoire :	22
VI.1-4.Les unités du laboratoire :	22
VI.1-5.Les paramètres pratiques :	22

CHAPITRE 5

METHODES D'ANALYSES ET MATERIELS

V.1- Matériel et méthodes :	23
V.1-1.Matériel utilisé :	23
V.2.Les analyses organoleptiques :.....	24
V.2-1.Test de la couleur :	24
V.2-2.Test de la turbidité:	24
V.2-3.Test de l'odeur et de la saveur :	24
V.3-Les Analyses physicochimiques :	24
V.3-1.Détermination du pH : (AFNOR 1986).....	24
V.3-2.Mesure de la température :	25
V.3-3.Mesure de la conductivité:	25
V.3-4.Détermination de titre alcalimétrique TA : (AFNOR 1986).....	25
V.3-5.Détermination du titre alcalimétrique complet TAC : (AFNOR 1986).....	26
V.3-6.Détermination de titre hydrométrique TH :	26
V.3-7.Dosage de chlore:	27
V.4-Les analyses microbiologiques :	28
V.4-1.Recherche et dénombrement des coliformes et E. Coli :	28
V.4-2.Recherche d'Escherichia coli :	30
V.4-3.Recherche et dénombrement des clostridium sulfite réducteurs :	31
V.4-4.Recherche et dénombrement des germes totaux :	32

CHAPITRE 6

RESULTATS ET DISCUSSION

VI-1.Résultats des analyses organoleptiques :	33
VI-2.Les paramètres physico-chimiques :	34
VI-3.Les paramètres microbiologiques :	40

CONCLUSION GENERALE

.....	42
-------	----

ANNEXE 01

ANNEXE 02

ANNEXE 03

RESUME

Liste des abréviations :

°c : degré Celsius.

°f : degré français.

µm : micromètre.

µS : micro siemens.

AFNOR : Association française de normalisation

BCPL : bouillon lactose ou pourpre de bromocrésol.

CE : code de l'environnement.

CRE : comité régional de l'environnement

CSP : code de santé publique

D/C : double concentration.

DJA : dose journalière admissible

EDCH : Eau destinée à la consommation humaine

EDTA : éthylène diamine tétra acétique.

GBPH : guide de bonne pratique d'hygiène

GIPLAIT : groupe industriel populaire du lait.

H : heure.

HACCP : Hasard Analysis Critical Control Point

IR : infra rouge.

kg : kilo Gramme.

l : litre.

LFB : laiterie, fromagerie de Boudouaou.

LQ : limites de qualité

M : masse atomique.

meq : milliéquivalent.

MES : matière en suspension

mg : milli Gramme.

mm : millimètre.

N : normalité.

NPP : nombre le plus probable.

NTU : unité de turbidité néphélométrique.

OMS : organisation mondial de la santé.

ONALAIT : office national du lait.

ORLAC : office régional du lait et des produits laitiers du centre.

PCA : plate count agar.

pH : potentiel hydrogène.

RQ : références de qualité

S/C : simple concentration.

TH : titre hydrotimétrique.

UFC : unité formant une colonie.

UV : ultra violet.

v : volume.

VF : viande de foie.

Z : numéro atomique

Liste des figures :

Figure 1 : Molécule de l'eau	03
Figure 2 : Les liaisons de l'eau.....	04
Figure 3 : Station d'épuration des eaux usées.....	21
Figure 4 : Dénombrement des coliformes et d'Escherichia coli.....	30
Figure 5 : Dénombrement des spores des anaérobies sulfito-réducteur.....	31
Figure 6 : Recherche et dénombrement des germes totaux.....	32
Figure 7 : Résultat du diagramme du TAC.....	36
Figure 8 : Résultat du diagramme de la dureté.	37
Figure 9 : Résultat de diagramme du chlore.....	38

Liste des tableaux :

Tableau 1 : Classification de l'eau selon la dureté.....	09
Tableau 2 : La potabilité de l'eau en fonction des résidus sec.....	09
Tableau 3 : Classification de l'eau selon la turbidité.....	33
Tableau 4 : Résultats des analyses physico-chimiques	34
Tableau 5 : Résultats des analyses bactériologiques	40

INTRODUCTION GENERALE

Depuis 1996, l'Algérie s'est fortement engagée dans la voie de la gestion intégrée des ressources en eau. Les principes de valeur économique de l'eau, d'unicité de gestion à l'intérieur de territoires cohérents (les bassins hydrographiques), de concertation, d'éducation du public ont été consacrés par des textes législatifs et réglementaires et des structures ont été mises en place, en vue de leur application. Le concept de gestion intégrée n'est pas simple, tant il a de dimensions politique, économique, technique, sociale et culturelle.

Actuellement, 84 barrages sont en exploitation en Algérie pour une capacité nationale de quelques 7 milliards de m³ contre 44 barrages (3,3 milliards m³) en 1999. Selon les dernières estimations du ministère, le taux de remplissage de ces barrages est de 70,68 %.

En Algérie la dotation en eau quotidienne par habitant est en constante amélioration puisqu'elle a culminé cette année un ratio moyen de 168 litres jour par habitant.

La fréquence de distribution moyenne au quotidien est de 70% des communes du pays, alors qu'elle était de 45% en 2000'' la consommation moyenne d'eau potable par individu atteindra 185 litres/jour à l'horizon 2025 contre 90 litres dans les années 1990 et 170 litres actuellement. (**Boukhari et al ,2007**)

Indispensable à la vie, l'eau potable n'est pas accessible à tous. En effet toutes les eaux de la nature ne sont pas bonnes à boire. Même une eau d'apparence limpide transporte en son sein toutes sortes de substances inertes et vivantes, dont certaines peuvent être nocives pour l'organisme humain. Ces substances proviennent soit du milieu physique dans lequel l'eau a évolué, soit des rejets de certaines activités humaines dont l'eau est devenue le réceptacle.

L'eau est ainsi le vecteur de transmission de nombreuses maladies. Pour pouvoir être consommée sans danger, l'eau doit donc être traitée. Mais la pollution croissante des réserves rend cette opération de plus en plus délicate, obligeant les traiteurs d'eau à constamment innover.

Une eau potable est une eau que l'on peut boire sans risque pour la santé. Afin de définir précisément une eau potable, des normes ont été établies qui fixe des teneurs limites à ne pas dépasser pour un certain nombre de substances nocives et susceptibles d'être présentes dans l'eau. Le fait qu'une eau soit conforme aux normes, c'est-à-dire potable, ne signifie donc pas

qu'elle ne contient pas de matières polluantes, mais que leur concentration a été jugée suffisamment faible pour ne pas mettre en danger la santé du consommateur.

Selon les normes, une eau potable ne doit pas contenir des germes pathogènes (bactéries, virus) et d'organismes parasites, car les risques sanitaires liés à ces micro-organismes sont grands. Elle ne doit contenir certaines substances chimiques qu'en quantité limitée : il s'agit en particulier de substances qualifiées d'indésirables ou de toxiques, comme les nitrates et les phosphates, les métaux lourds, ou encore les hydrocarbures et les pesticides, pour lesquelles des " concentrations maximales admissibles " ont été définies. Néanmoins la présence de certaines substances est nécessaire comme les oligo-éléments car ils sont indispensables à l'organisme.

Une eau potable doit aussi être une eau agréable à boire. Elle doit être claire, avoir une bonne odeur et un bon goût.

Ainsi la qualité de l'eau est actuellement un objectif qui est pris en charge dans le cadre des études et analyses physico-chimiques et bactériologiques.

C'est dans cette optique, que nous avons choisi de réaliser nos travaux de mémoire de fin d'étude sur contrôle et évaluation de la qualité de l'eau utilisée dans la laiterie LFB.

Pour mener à bien le travail de notre mémoire master 2, nous avons procédé, dans une première étape, à préparer une synthèse bibliographique qui comprend 3 parties:

La première partie portera sur généralité de l'eau.

La deuxième partie portera sur les maladies à transmissions hydriques.

La 3^{ème} partie portera sur le traitement des eaux usées.

La deuxième étape est une présentation du milieu d'étude ou de la structure d'accueil.

Dans une troisième étape, nous avons entamé l'analyse de certains éléments considérés comme étant essentiels à l'évaluation de la qualité de cette eau. Ces paramètres déterminent la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux, cette partie est suivie d'une interprétation et d'une discussion des résultats.

En fin de travail une conclusion générale et des recommandations.

PARTIE I

ETUDE

BIBLIOGRAPHIQUE

I-1. Définition de l'eau

Communément appelée OR Bleu, l'eau est une ressource naturelle indispensable à la vie. Elle est aussi appelée molécule de la vie, tant son rôle est essentiel dans la biologie.

Dans les conditions ambiantes cette eau est liquide et devient gazeuse au-dessus de 100°C, en dessous de 0°C elle se solidifie.

Chaque molécule est composée d'un atome d'oxygène et deux atomes hydrogènes (H₂O) (Mercier ,2005).

I- 2. La structure de la molécule d'eau

Rappelons que la molécule est la plus petite quantité d'un corps pur qui puisse exister à l'état libre. C'est un assemblage d'atomes. La molécule conserve toutes les propriétés physiques et chimiques de ce corps. L'eau est un corps pur dont la molécule est composée de deux atomes d'hydrogène (H) reliés à un atome d'oxygène (O). Sa formule chimique est H₂O. Voici une représentation de la molécule d'eau

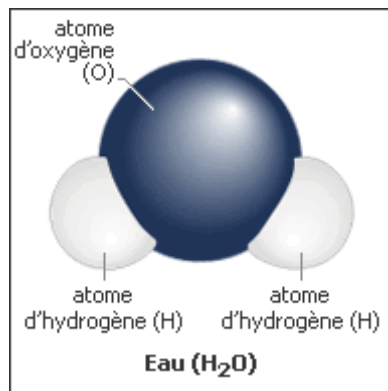


Figure1 : la molécule d'eau (1)

Rappelons que les atomes sont formés d'un noyau porteur d'une charge électrique positive autour duquel gravitent des électrons porteurs d'une charge électrique négative. Dans une molécule d'eau, l'atome d'oxygène s'unit aux deux atomes d'hydrogène par l'intermédiaire de 2 liaisons chimiques ou liaisons de covalence. Chaque liaison s'opère par la mise en commun d'électrons entre chaque atome. L'angle O-H-O est voisin de 104.7°.

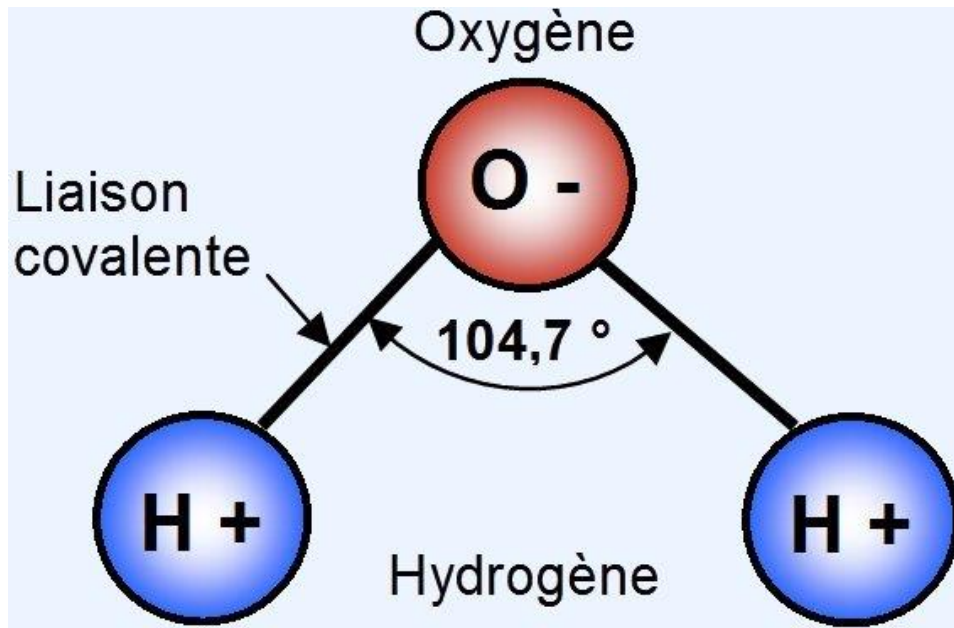


Figure 02: les liaisons de l'eau (2)

La molécule est électriquement neutre mais elle est polarisée car l'atome d'oxygène a tendance à capter plus fortement les électrons que l'atome d'hydrogène. En effet, la densité d'électrons est plus grande près du noyau d'oxygène que près des noyaux d'hydrogène.

A leur tour les molécules d'eau ont tendance à s'unir entre elles. Lorsque deux molécules d'eau sont en présence, elles ont tendance à s'unir par une liaison électrostatique entre un noyau d'hydrogène chargé positivement et le nuage électronique entourant le noyau d'oxygène. Cette liaison dite « liaison hydrogène » a tendance à réaliser l'alignement H-O-H. Elle confère à l'eau des propriétés particulières dans ses différents états, gazeux, liquide, solide. (Hamzaoui, 2014)

I-3. Propriétés de l'eau

I-3-1. Propriétés physiques

Masse volumique : elle varie avec la température et la pression. Pour l'eau pure sous pression normal, elle passe par un maximum à environ 4°C (exactement 3.982°C).

Tension superficielle : Cette tension superficielle due aux liaisons hydrogène entraîne la montée de l'eau dans un tube capillaire. Elle diminue avec l'augmentation de la température, et augmente avec l'addition de sels dissous. (Caro, 1990).

Viscosité : Lorsque la température augmente, la viscosité diminue, le traitement devient plus facile, les opérations de sédimentation et de dégazage sont plus rapides. La présence de

sels dissous augmente la viscosité car il y a augmentation du degré d'association. (Oualis ,2008)

I-3-2.Propriétés chimiques

L'eau est l'un des agents ionisants les plus connus. On l'appelle fréquemment le solvant universel car la plupart des substances sont solubles dans l'eau.

L'eau s'allie avec certains sels pour former des hydrates et réagit avec des oxydes des métaux par des acides. Elle est utilisée comme catalyseur dans de nombreuses réactions chimiques importantes. (Degrement, 2005)

I-3-3.Propriétés optique

La transparence de l'eau dépend de la longueur d'onde de la lumière qui la traverse.

L'eau est transparente aux UV, opaque aux IR, absorbe le rouge au visible.

Les propriétés optiques sont utilisées dans le contrôle de l'efficacité de traitement d'épuration et pour mesurer certaines formes de pollution. (Oualis.2008)

I-4. Caractéristiques de potabilité

L'eau potable doit obligatoirement respecter les seuils réglementaires de différents paramètres, divisés en différents groupes : les qualités organoleptiques (odeur, la couleur, la saveur), les éléments microbiologiques (virus, bactéries), les substances indésirables (nitrate, fluor) et toxiques (chrome, plomb), les pesticides ainsi que la composition naturelle de l'eau, les paramètres physicochimiques (pH, calcium, Magnésium...).

Les normes de potabilité sont l'ensemble des critères organoleptiques, physiques, chimiques, toxiques, éléments indésirables et bactériologiques que doit respecter une eau pour pouvoir être offerte à la consommation humaine. (Coulais, 2002)

I-4-1.Caractéristiques organoleptiques

❖ La couleur

La coloration d'une eau est dite réelle lorsqu'elle est due aux seules substances dissoutes. Elle est dite apparente quand les substances en suspension y ajoutent leur propre coloration.

Les couleurs réelles et apparentes sont approximativement identiques dans l'eau claire et les eaux de faible turbidité. (Rodier.2005)

❖ Le goût

C'est l'ensemble des sensations gustatives et de sensibilité chimique telle qu'elles sont senties dans l'alimentation ou la boisson dans la bouche.

L'eau potable ne devrait pas avoir un goût. Les principaux corps pouvant donner à l'eau une saveur désagréable sont: le fer, le manganèse, le chlore actif, le phénol et le chlorophénol. (Dupont, 1986)

La saveur Peut être définie comme l'ensemble des sensations perçues à la suite de la stimulation par certaines substances soluble des bourgeons gustatifs. (Rodier.2005)

❖ L'odeur

L'odeur est définie comme étant l'ensemble des sensations perçue par l'organe olfactif en flairant certaines substances volatiles.

Une eau destinée à l'alimentation doit être inodore. En effet, toute odeur est signe de pollution ou de présence de matières organique en décomposition dont le sens olfactif peut seul mesurer ou déceler.

Les odeurs sont causées par la présence dans l'eau de substances relativement volatiles.

Ces substances peuvent être inorganiques comme le chlore, le bioxyde de soufre ou le sulfure d'hydrogène ou organique comme les esters, les alcools, les nitrites, les dérivés aromatique et des composées plus au moins bien identifiés résultant de la décomposition de matières animales ou végétales (comme les algues) ou encore dus à la pollution . (Rodier.2005)

I-4-2.Caractéristiques physico-chimiques

❖ La conductivité

La conductivité électrique d'une eau est la conductance de colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1cm de surface et séparées l'une de l'autre de 1cm. (Rodier.2005)

Elle est également en fonction de la température de l'eau, et proportionnelle à la minéralisation. (Mens et Derouane.2000)

La conductivité s'exprime en micro siemens par centimètre ($\mu\text{S}/\text{Cm}$).

❖ Le pH

Le pH, le potentiel d'hydrogène indique la concentration en ion H^+ présents dans l'eau ; ou plus exactement le logarithme décimal de cette concentration (exprimée en mol/l).

L'eau naturelle est neutre.

Le pH d'une eau représente son acidité ou son alcalinité.

C'est le paramètre le plus important de la qualité de l'eau, il doit être surveillé au cours de toute opération de traitement.

Un pH <7 peut conduire à la corrosion du ciment ou des métaux de canalisation avec entrainement d'éléments indésirables comme le plomb et le cuivre. (Rodier.2005)

Un pH élevé conduit à des dépôts de tarte dans les circuits de distributions.

Au dessus de pH=8, il y a une diminution progressive de l'efficacité de la décontamination bactérienne par le chlore, par ailleurs la chloration diminue le pH.

La mesure du pH se fait grâce à un pH-mètre ou un comparateur calorimétrique. (OMS.1994)

❖ La température

La température de l'eau est un paramètre de confort pour les usagers, il est important de la connaître avec une bonne précision.

La température joue un rôle dans la solubilité des sels et des gaz, et dans la détermination du pH.

Une température dépassant les $15^{\circ}C$ favorise le développement des micro-organismes dans les canalisations en même temps qu'elle intensifie les odeurs et les saveurs. Par contre, une température inférieure à $10^{\circ}C$ ralentit les réactions chimiques dans les différents traitements des eaux. (Rodier.2005)

❖ La turbidité

La turbidité est l'aspect plus ou moins trouble de l'eau, c'est-à-dire l'inverse de la limpidité. Elle constitue le premier paramètre perçu par le consommateur.

La turbidité éveille la méfiance et la répugnance du consommateur.

• La turbidité élevée de l'eau révèle la présence de fer, aluminium ou de manganèse due à une oxydation dans le réseau. (Jean.2002)

❖ Minéralisation globale

La minéralisation globale correspond à la concentration en sels minéraux dissous. La minéralisation de l'eau est fonction de géologie des terrains traversés. D'une façon générale, elle est plus élevée dans les eaux souterraines que dans les eaux superficielles.

Les eaux très minérales, du fait de leur teneur en sels dissous, semblent bien contribuer à l'homéostasie de l'homme et surtout de l'enfant; cependant, elles peuvent poser des problèmes endocriniens très complexes. (Rodier.2005)

❖ Les matières en suspension

La présence de matières en suspension augmente la turbidité de l'eau et diminue sa transparence (sable fins). Une eau potable ne doit pas contenir de matières en suspension décanales. Pour une eau qui contient des suspensions à des teneurs de quelques milligrammes par litre cela ne pose pas de problèmes majeurs. (Rodier.2005)

Les matières organiques dissoutes

Dans les eaux naturelles, les matières organiques dissoutes représentent plusieurs familles de composés parmi lesquels on peut citer les acides humiques, les acides carboxyliques et les hydrates de carbone.

On distingue deux origines à ces matières :

- les matières organiques acides d'origine animale
- les matières organiques basiques d'origine végétale.

Elles constituent une source nutritive essentielle pour la prolifération bactérienne. Ces matières réagissent avec le chlore et affectent le goût et l'odeur. (Hamzaoui.2014)

❖ Dioxyde de carbone libre

Le gaz carbonique CO_2 joue un rôle important dans la chimie des eaux. Le CO_2 combiné à l'eau possède effectivement des propriétés acides, ce qui donne naissance notamment aux carbonates et bicarbonate de calcium et de magnésium. (AWWA 1990).

❖ La dureté totale (titre hydrotimétrique) TH:

La dureté totale ou TH représente la somme des concentrations en cations calcium et magnésium, elle est exprimée en degrés français ($^{\circ}\text{F}$) ou en meq/L, $1\text{meq/L5} = ^{\circ}\text{F}$

On distingue: (HAMZAOUI.2014)

'Le TH total = TH ca + TH mg

- TH calcique qui correspond à la teneur global en sel de calcium.
- Le TH magnésium qui correspond à la teneur global en sel de magnésium.

En fonction de la dureté totale, les eaux sont classées suivant les indications suivantes.

Tableau 01 : Classification des eaux selon la dureté totale : (Hamzaoui.2014)

Type de l'eau	TH en degré français
Très douce	0à7
Douce	>7à15
Moyennement dure	>15à25
Assez dure	>25à32
Dure	>32à42
Très dure	>42

❖ Alcalinité

L'alcalinité est la mesure de la capacité de l'eau à absorber les protons H^+

L'alcalinité d'une eau correspond à la présence d'hydrogénocarbonates, de carbonates, d'ions hydroxydes et d'une façon limitée, aux ions silicates.

L'alcalinité dépend des rejets urbains (phosphate, ammoniacque, matières organique, ...) ou industriels (apports acides ou basique). (CRE, 2002),

❖ Résidu sec

La détermination du résidu sec sur l'eau non filtrée permet d'évaluer la teneur en matières dissoutes et en suspension, non volatile, obtenues après une évaporation d'eau. (Rodier.2005)

Tableau 02 : la potabilité en fonction des résidus secs : (Rodier.2005)

Résidu sec (mg/l)	Potabilité
RS<500	Bonne
500<RS<1000	Passable
3000<RS<4000	Mauvaise

I-4-3.Les Caractéristiques microbiologiques

L'eau destinée à l'alimentation humaine contient une multitude de microorganismes pathogènes, agents d'infection humaines redoutable, ce sont des bactéries, des virus, voir des champignons et des algues. (Barthe et *al.*1998)

❖ Germes totaux

Ce sont des germes qui se développent dans des conditions aérobies, leur présence est indicatrice de pollution bactérienne. Leur dénombrement donne une information sur la qualité hygiénique de l'eau destinée à la consommation humaine.

Ainsi il renseigne sur le degré de protection des nappes souterraines d'où provient l'eau à analyser. (Rodier, 2005).

❖ Coliformes

Appartenant à la famille des Enterobacteriaceae, les coliformes sont des bacilles gram négatifs, non sporulés, oxydases négatifs, aérobies ou anaérobies facultatifs, capables de fermenter le lactose avec production d'acide et de gaz en 48h à une température de 35°C à 37°C. les coliformes comprennent les genres : E. coli, entérobactérie, ... (Camper et al. 1991).

❖ Escherichia coli

C'est l'une des espèces bactériennes les plus souvent rencontrées en pathologie humaine. Ce sont des hôtes normaux de l'intestin de l'homme et des animaux, que l'on rencontre également dans le milieu extérieur (sol, eau). E. Coli est sans doute le plus spécifique de tous les germes de contamination fécale. (CEAEQ, 2009).

❖ Streptocoques fécaux

Les streptocoques fécaux sont des cocci gram positifs, en chaînettes, catalase négatif, ils sont caractérisés par leur appartenance au groupe sérologique D de Lancefield.

Leur présence indique une pollution fécale, ils sont incapables de se multiplier dans l'environnement aquatique, comme le font des coliformes (Ruoff et al. 1989)

❖ Clostridium sulfito-réducteurs

Ces bactéries appartiennent à la famille des Bacillaceae, ce sont des bacilles Gram positifs, isolées ou en chainettes, catalase négatif, anaérobie strié, souvent gazogène, capable de réduire le sulfite de sodium en sulfure d'où la présence d'un halo noir autour des colonies due à la formation de sulfure de fer.

Clostridium sulfito-réducteurs sont souvent considérés comme des témoins de contamination fécale ancienne ou intermittente, sa permanence marque la défaillance en un point donné du processus de filtration naturelle. (Hamzaoui, 2014).

I-5. Importance de l'eau potable

L'homme a besoin de 25 à 50g d'eau par kilogramme de son poids pour vivre dans les conditions normales, c'est-à-dire pour un adulte de 2 à 3 litres par jour. L'eau entre pour 60 à 90 % en poids dans la constitution des animaux et végétaux.

Généralement on ne peut survivre pendant plus de 2 jours sans eau : on peut perdre 40 de son poids corporel, tout le glycogène, toute la graisse, la moitié des protéines et survivre encore.

Mais la perte de 10l d'eau corporelle entraîne de graves conséquences surtout chez les nourrissons et les enfants. La perte de 20l entraîne la mort.

Selon l'OMS, 30.000 personnes meurent par jour environ, approximativement 10 millions par an, meurent en raison de l'insuffisance ou de la mauvaise qualité de l'approvisionnement en eau et des conditions d'hygiène déplorables.

Cependant avec l'accroissement démocratique et le développement socioéconomique, il est certain que les besoins en eau et les exigences de qualité ne cesseront de croître. Dans ces conditions, l'eau fait l'objet d'une attention particulière de la part des hygiénistes et des agents de la santé publique en général. (OMS ,2001)

I-5-1. Les sels minéraux dissous:

Les sels minéraux dissous sont soit des ions positifs (cation) soit des ions négatifs (anions).

I-5-1-1. Les cations

- Ion Calcium Ca^{2+}

C'est la composante majeure de la dureté de l'eau, c'est un métal alcalino-terreux, très répandu dans la nature et en particulier dans les roches calcaires sous forme de bicarbonates.

La teneur de calcium varie selon les terrains traversés.

- L'ion magnésium Mg^{2+}

Il constitue l'élément significatif de la dureté de l'eau avec l'ion calcium, c'est l'un des éléments les plus répandus dans la nature.

Le magnésium en excès donne une saveur amère à l'eau.

Le magnésium a un rôle physiologique important que vient confirmer les troubles dus à sa carence.

- L'ion sodium Na^{2+}

C'est un élément constant de l'eau, toutefois les concentrations peuvent être extrêmement variables allant de quelques dizaines de milligrammes à 500 mg, il peut provenir de la décomposition de sels minéraux comme les silicates de sodium.

Il est utilisé dans de nombreuses activités industrielles et même en hiver pour faire fondre la neige.

Les eaux trop riches en sodium deviennent saumâtres et prennent un goût désagréable et ne peuvent pas être consommés. (Monique, 1991).

- L'ion potassium K^+

C'est un métal alcalin très répandu dans la nature sous forme de sels. Il joue un rôle important dans l'équilibre électrolytique de l'organisme. Sa présence à peu près constante dans les eaux naturelles ne dépasse pas habituellement 10 à 15 mg/L.

Le potassium est étroitement rattaché au sodium à tel point, qu'il est rarement analysé comme un constituant à part dans les analyses d'eau. Sa présence est moins répandue dans la nature. (Monique, 1991).

- L'ion ammonium NH_4^+

C'est un cation qui provient de la dissolution de l'ammoniac dans l'eau.

L'ammonium n'a pas d'effet appréciable sur la santé du consommateur mais sa présence dans les eaux est un indicateur de pollution. Dans les eaux profondes, sa présence peut également être due aux conditions réductrices régnant dans une nappe. Il doit être éliminé dans les eaux de consommation car c'est un élément qui peut permettre à certaines bactéries de proliférer dans les réseaux de distribution.

Il est important d'éliminer l'ammonium avant l'introduction de l'eau dans le réseau parce que l'ammonium réagit avec le chlore pour produire des chlorémies qui sont comme désinfectants moins efficaces et peuvent provoquer des goûts désagréables. (Monique, 1991).

I-5-1-2. Les anions**- Les chlorures Cl^-**

Les chlorures sont très répandus dans la nature sous forme de sels de sodium, de potassium et de calcium.

La présence de chlorures dans l'eau de boisson peut être attribuée à des sources naturelles, aux eaux des égouts, aux effluents industrielles, à la pollution provenant du salage des routes et à des intrusions salins.

Une concentration élevée de chlorures affecte le goût de l'eau et, accélère la corrosion des métaux dans le réseau en fonction de l'alcalinité de l'eau. Cela peut entraîner une augmentation de la concentration de certains métaux dans l'eau.

Selon l'OMS une teneur en chlorure supérieure à 250 mg/l peut être perceptible au goût. (Monique, 1991).

- Les nitrates NO_3^-

L'ion nitrate est la forme la plus hydrosolubles de l'azote.

Les ions nitrates se forment au cours de cycle de l'azote, notamment lorsque des matières organiques se décomposent par l'action des bactéries du sol.

Dans les eaux, la quantité maximale est fixée de 50mg/l. (Monique, 1991).

- Les nitrites NO_2^-

Les nitrates sont formés par la dégradation des matières azotées mais sont rapidement transformés en nitrates dans les sources d'eau potable.

Les nitrites sont des puissants oxydants qui ont la capacité de transformer l'hémoglobine en méthémoglobine, rendant le sang incapable de transporter l'oxygène jusqu'aux tissus.

Les nitrates inhiberaient l'activité biologique de certaines vitamines (A, B, B6

En milieu acide (pH = 1 à 5), pH normal, les nitrates régissent avec les amines primaires, secondaires et tertiaires généralement d'origine alimentaire pour donner les nitrosamines réputées cancérigènes. (Monique, 1991).

- Les sulfates SO_4^-

L'ion sulfate est l'un des anions les moins toxiques, toute fois des concentrations élevées peuvent avoir un effet purgatif ou entraîner une déshydratation et une irritation gastro-intestinale.

La présence de sulfates dans l'eau de boisson peut aussi lui communiquer un goût perceptible et contribuer à la corrosion du réseau de distribution. Les doses de 1 à 2 g de sulfate provoquent des effets purgatifs légers chez l'adulte, chez l'enfant et le nourrisson la dose est de 21mg/kg. L'organisme humain s'adapte à des concentrations plus élevées en sulfate dans l'eau de boisson. (Monique, 1991).

- **Ion Phosphate PO_4^{3-}**

L'ion phosphate est un anion poly atomique de formule chimique brute, les atomes phosphates sont utilisés dans l'agriculture comme engrais en tant que source de phosphore. Il est donc fréquent de trouver du phosphate dans les eaux de ruissellement agricoles avec des concentrations élevées.

La valeur maximale admise est de 0.5mg/L, s'ils dépassent les normes ceux-ci sont considérés comme indice de contamination fécale entraînant une prolifération des germes, du goût et de la coloration.

Le phosphate joue un rôle important dans le développement des algues, il est susceptible de favoriser leur développement dans les réservoirs et la grosse canalisation. (Monique, 1991).

L'eau contaminée et les aliments contaminés par l'eau sont à l'origine de nombreuses infections virales (hépatite, polio), bactériennes (diarrhées, typhoïde, choléra) ou parasitaires (amibiase).

Dans l'industrie agroalimentaire également, les usages de l'eau sont multiples. Elle est utilisée dans le processus de fabrication et ainsi être mise au contact direct avec les denrées alimentaire (lavage de matière première ou incorporé comme ingrédient lors de la préparation des aliments).

Elle sert aussi, entre autres, pour le nettoyage des matériels et des locaux et pour l'hygiène du personnel de l'entreprise.

L'eau, y compris sous forme de glace ou de vapeur, est un vecteur et/ou un réservoir possible de dangers microbiologiques et chimiques. Ces dangers peuvent être présents dans la ressource utilisée. Ils peuvent également être générés lors du traitement, du stockage et de la distribution de l'eau au sein de l'entreprise, si des mesures appropriées pour la maîtrise de sa qualité ne sont pas appliquées.

Les critères de qualité de l'eau destinée à la consommation humaine (EDCH) sont fixés par le Code de la santé publique (CSP) qui vise « toutes les eaux utilisées dans les entreprises alimentaires pour la fabrication la transformation, la conservation ou la commercialisation de produits ou de substances, destinés à la consommation humaine, qui peuvent affecter la salubrité de la denrée alimentaire finale y compris la glace alimentaire d'origine hydrique ».

Cependant, la Directive n° 98/83/CE indique que, dans les entreprises alimentaires, il est possible d'utiliser de l'eau propre autre que de l'EDCH, « lorsque les autorités nationales compétentes établissent que la qualité de cette eau ne peut affecter la salubrité de la denrée

Alimentaire finale ». Pour certains usages, de l'eau d'une qualité autre que celle de l'EDCH ou de l'eau propre peut être utilisée. (Haslay et *al* .1993)

II-1.Infections humaines transmissibles par l'eau

II-1-1.Gastroentérite d'origine infectieuse

La gastroentérite est une inflammation d'origine infectieuse de la paroi de l'estomac et de celle de l'intestin, qui provoque de la diarrhée et des vomissements.

Les infections entériques bactériennes et parasitaires causent souvent de la diarrhée, mais rarement des vomissements. Différents agents infectieux peuvent être en cause, par exemple *Giardia lamblia*, *Salmonella*, *Escherichia coli* producteur de vérocytotoxine,

II-1-2.Méningite

La méningite est une inflammation des méninges (fines membranes entourant le cerveau et la moelle épinière) et du liquide céphalorachidien (LCR). La méningite est le plus souvent causée par une infection. .

La méningite bactérienne atteignant les enfants de 2 mois et moins ne sera pas abordée dans cette section, car elle est causée par d'autres organismes et dépasse le cadre du guide.

La méningite bactérienne atteint plus fréquemment les petits de 2 à 23 mois (taux d'incidence allant jusqu'à 7 sur 100 000) que les enfants de 2 à 17 ans (taux d'incidence d'environ 0,5 sur 100 000). (Marie, 2005).

II-1-3.Le choléra

Il s'agit une infection grave due a une bactérie du genre vibron qui à l'origine d'une diarrhée sévère avec vomissements s'accompagnons d'une déshydratation rapide le plus souvent mortelle ou l'absence de traitement. (Morin, 2003).

II-1-4.Fièvre typhoïde

C'est une infection a transmission fécaux-orale par les mens salle et les eaux infectées.

II-1-5.Les hépatites virales

Certains hépatite peuvent être contracté en consomment l'eau ou les aliments contaminées (hépatite A et E). (Morin, 2003).

II-1-6.Les parasitoses digestives

Un bon nombre d'infections parasitaires peuvent être contracté en consommant une eau ou des aliments contaminés (l'amibiase et certains vers intestinaux). (Morin, 2003).

II-2 .Répercussions de la qualité physico-chimique de l'eau sur la santé

II-2-1.Baryum

L'exposition à de faibles quantités de baryum, dissous dans l'eau, peut amener une personne à déclencher l'un ou plusieurs de ces problèmes :

- Difficultés respiratoires.
- Augmentation de la tension artérielle.
- Changements du rythme cardiaque.
- Irritation de l'estomac.
- Faiblesses musculaires.

- Modifications des réflexes nerveux.
- Dommages au cerveau, au foie, aux reins et au cœur.

À ce jour, le baryum n'a pas été démontré comme déclencheur de cancer, d'infertilité ou de malformations congénitales. (Morin, 2003).

Selon la nature et l'importance de la pollution, différents procédés peuvent être mis en œuvre pour l'épuration des eaux résiduaires urbaines et industrielles en fonction des caractéristiques de celles-ci et du degré d'épuration désiré. Donc globalement le traitement des eaux usées a pour but de les dépolluer suffisamment pour qu'elles n'abîment pas le milieu naturel dans lequel elles seront finalement rejetées.

III-1.Principales filières de traitement des eaux résiduaires

On peut classer, à partir des connaissances actuelles en la matière, les différents procédés de traitements possibles ; selon l'origine, la nature de la pollution (organique ou minérale) et sa forme (soluble, colloïdale et en suspension). (Balaska, 2005).

➤ A-Prétraitement

Il a pour objet de séparer les matières les plus grossières et les éléments susceptibles de gêner les étapes ultérieures du traitement. Il comprend les opérations de dégrillage, tamisage, dessablage et déshuilage pour les rejets industriels. Il est souvent souhaitable d'assurer leur homogénéisation au niveau d'un bassin tampon de tête, qui permet par ailleurs d'éviter les variations du débit hydraulique et d'assurer si nécessaire un pré neutralisation.

A-1.Dégrillage

Le dégrillage, premier poste de traitement, indispensable aussi bien en eau de surface qu'en eau résiduaire, permet :

- De protéger les ouvrages aval contre l'arrivée de gros objets susceptibles de provoquer des bouchages dans les différentes unités de l'installation ;
- De séparer et évacuer facilement les matières volumineuses charriées par l'eau brute et qui pourraient nuire à l'efficacité des traitements suivants, ou en compliquer l'exécution.

A-2.Dessablage

Le dessablage a pour but d'extraire des eaux brutes les graviers, sables et particules minérales plus ou moins fines, de façon à éviter les dépôts dans les canaux et conduites, à protéger les pompes et autres appareils contre l'abrasion, à éviter de perturber les stades de traitement suivant.

A-3.Dégraissage

C'est généralement le principe de la flottation qui est utilisé pour l'élimination des huiles. Son principe est basé sur l'injection de fines bulles d'air dans le bassin de déshuilage, permettant de faire remonter rapidement les graisses en surface (les graisses sont hydrophobes). Leur élimination se fait ensuite par raclage de la surface. Il est important de limiter au maximum la quantité de graisse dans les ouvrages en aval pour éviter par exemple un encrassement des ouvrages, notamment des canalisations.

Les problèmes de rejets de particules graisseuses, les difficultés de décantation ou les perturbations des échanges gazeux. (Balaska, 2005)

III-2.Traitement physicochimique

C'est une séparation physique, liquide – solide, dont l'objectif est de retenir le maximum de matières en suspension présentes dans les eaux usées. Les matières en suspension que l'on peut habituellement éliminer par décantation font l'objet classique du traitement primaire. La clarification. (Lennetech, 1998)

2-1.Coagulation – floculation

Le processus de coagulation-floculation facilite l'élimination des solides en suspension et des particules colloïdales.

La **coagulation** est la déstabilisation de particules colloïdales par addition d'un réactif chimique appelé coagulant.

La **Floculation** est l'agglomération de particules déstabilisées en micro floc et ensuite en flocons plus volumineux que l'on appelle flocs. On peut rajouter un autre réactif appelé flocculant ou adjuvant de floculation pour faciliter la formation de flocs. (Lennetech., 1998).

2-2.Décantation

La décantation est la méthode de séparation la plus fréquente des MES et de colloïdes. La décantation a pour but d'éliminer les particules en suspension dont la densité est supérieure à celle de l'eau, ces particules s'accumulent au fond du bassin de décantation qu'on extrait périodiquement. L'eau clarifiée, située près de la surface, est dirigée vers l'unité de filtration.

2-3.Flottation

Par opposition à la décantation, la flottation est un procédé de séparation solide-liquide ou liquide-liquide qui s'applique à des particules dont la masse volumique est inférieure à celle de l'eau. (Balaska, 2005)

2-4.Filtration

La filtration est un procédé physique destiné à clarifier un liquide qui contient des matières solides en suspensions en le faisant passer à travers un milieu poreux constitué d'un matériau granulaire. (Lennetech, 1998).

III-3.Traitement biologique

Communément appelés traitements secondaires, les procédés biologiques sont généralement mis en œuvre dans une chaîne de traitement d'eaux résiduaires.

Le traitement biologique est utilisé pour détruire les composés organiques contenus dans l'eau. On distingue 2 types de traitements :

3-1.Epuration anaérobie

Ce procédé consiste en la dégradation de matières organiques en absence d'oxygène (digestion anaérobie) et à l'abri de la lumière par l'action combinée de plusieurs communautés de micro-organismes

3-2.Epuration aérobie

Les procédés biologiques aérobies sont nombreux tant qu'en épuration, qu'en potabilisation. Les phénomènes de dégradation du carbone, de nitrification, de dénitrification sont appliqués au sein des boues activées, des bio filtres,...etc. L'ensemble des microorganismes aérobies se développe en oxydant les matières organiques présentes dans l'effluent. (Balaska, 2005)

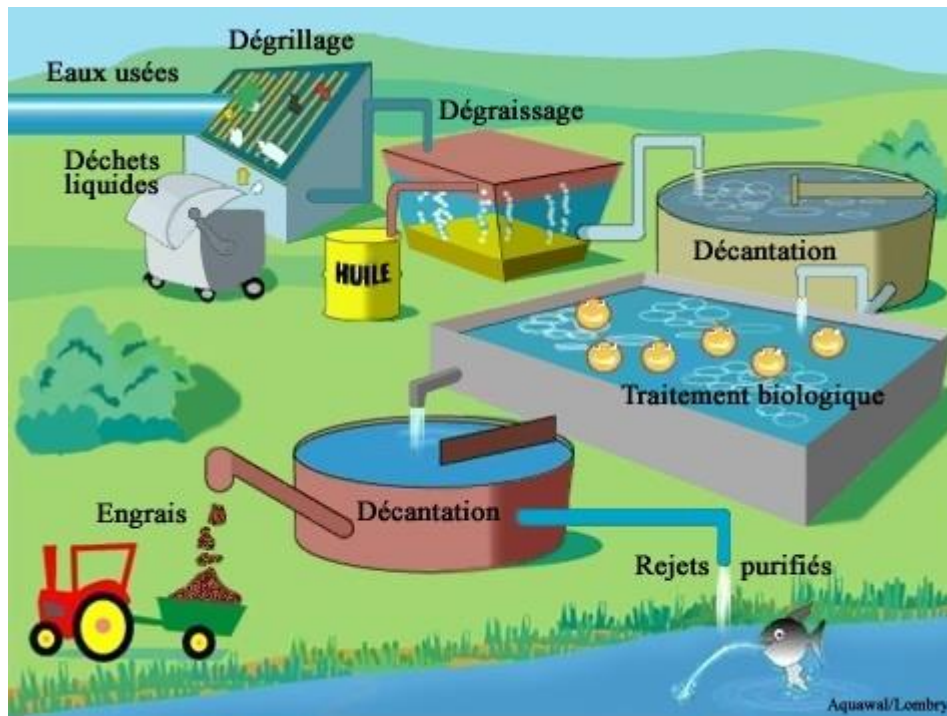


Figure 03: représente station d'épuration des eaux usées. (3)

PARTIE II

ETUDE

EXPRIMENTALE

VI.1- Présentation de l'unité :

La laiterie fromagerie de BOUDOUAOU par abréviation « LFB » est opérationnelle depuis l'année 1978 sous une ancienne appellation « Onalait » .elle était connue depuis longtemps sous le nom « Orlac »

Elle a été filialisée en 21_09_1997 avec un capital social de 200.000.000 DA elle appartient au groupe industriel de la production laitière Giplait.

L'unité est localisée à environ 35 km à l'est d'Alger, sa surface totale est de 7,78 ha et la surface construite est de 2 ha.

L'activité principale est la production et la commercialisation du lait et produits laitiers.

VI.1-1. Statut de l'unité :

C'est une société par action SPA.

VI.1-2. Productions de l'unité :

L'unité de « LFB » assure la production de :

- Lait pasteurisé conditionné en sachet polyéthylène d'une capacité moyenne d'un litre.
- Lait acidifié fermenté (leben).
- Fromage fondu pasteurisé en portion (boite de 8 et 16) et en barre de 1 Kg.
- Fromage à pâte pressée non cuite type « EDAM ».
- Fromage fondu stérilisé, en boite métallique de 200 g.
- Lait en poudre instantanée de 200 g.

VI.1-3. Présentation du laboratoire :

- Le responsable du laboratoire.
- L'équipe de laboratoire.

VI.1-4. Les unités du laboratoire :

- Une chambre pour analyse physicochimique.
- Une chambre pour analyse microbiologique.
- Une chambre d'incubation.

VI.1-5. Les paramètres pratiques :

Il compose deux paramètres qui sont :

1. Analyse physicochimique.
2. Analyse microbiologique.

V.1- Matériel et méthodes

L'eau utilisée au niveau de l'unité provient soit de l'ADE (Algérienne Des Eaux), c'est une eau de robinet, soit d'un forage propre à l'usine ou l'eau est stockée dans une bache ou elle subit le traitement en additionnant l'eau de javel.

La dureté de l'eau destinée au nettoyage est nulle et dans le cas où cette dureté atteint des valeurs supérieures à 5°F on réalise une régénération qui fonctionne grâce à des billes de résine sur lesquelles sont fixés des ions sodium (Na^+). Les ions calcium (Ca^{2+}) de l'eau dure sont échangés lors de leur passage sur la résine par des ions Na^+ . Lorsque tous les ions Na^+ de la résine sont consommés, il faut régénérer l'adoucisseur. On lui apporte alors une solution saturée en sel (chlorure de sodium Na Cl) riche en ions Na^+ . De leur côté, les ions calcium (Ca^{2+}) sont évacués vers les égouts avec les eaux de rinçage. Les eaux usées sont traitées au niveau de la station d'épuration des eaux usées.

V.1-1. Matériels utilisés

Matériels	Réactifs et milieux de cultures
-bécher.	-phénolphtaléine à 1%.
-pipette simple	-acide sulfurique.
-erlenmeyer	-Méthylorange.
-éprouvette	- H_2SO_4 .
-tube à essai	-EDTA.
-pH mètre	-Le noir erichrome.
- conductimètre	-Nitrate d'argent.
-thermomètre	-bichromate de potassium.
- turbidimètre	-milieu BCPL
-bain marin	-réactif de Kovac
-boite de pétri	-milieu Schubert
-Autoclave	-gélose viande de fois
-étuve	-solution de sulfite de sodium

-Boite de pétri	-solution d'alun de fer
-bec benzène	-gélose PCA
- l'eau distillée	
- fiole	
-bouteille stérile	

V-2. Les analyses organoleptiques

Les paramètres organoleptiques de l'eau doivent être appréciés au moment du prélèvement.

V-2.1. Test de la couleur

La couleur a été évaluée par simple observation oculaire de plusieurs bouteilles remplies d'eau prélevée.

V-2.2. Test de la turbidité

La mesure de la turbidité a été effectuée à l'aide d'un turbidimètre appelé aussi néphélométrie, en utilisant des cubes en verre bien nettoyés et bien séchés, remplis de l'eau à analyser.

V-2.3. Test de l'odeur et de la saveur

L'odeur a été évaluée par simple sensation au lieu du prélèvement (robinet).

La saveur a été évaluée par dégustation de l'eau au point de prélèvement

V-3. Les Analyses physicochimiques

Les analyses physico-chimiques ont été réalisées au sein du laboratoire de laiterie LFB.

Les principaux facteurs physico-chimiques recherchés dans l'eau sont : la température, le pH, le titre alcalimétrique, le titre hydrotimétrique, dosage de chlorure, le titre alcalimétrique complet.

V-3-1. Détermination du pH

❖ Principe

Il consiste à mesurer l'acidité ionique de l'eau. (AFNOR 1986)

Cette méthode consiste à introduire délicatement l'électrode du pH mètre dans un bécher Contenant 100 ml d'eau à analyser.

❖ **Lecture**

La valeur du pH est lue directement sur l'écran du pH-mètre.

V-3-2.Mesure de la température

La température de l'eau est mesurée avec thermomètre à électrode. On émerge complètement l'électrode dans l'eau à analyser.

La lecture se fait après quelque secondes.

V-3-3.Mesure de la conductivité

Elle est mesurée à l'aide d'un conductimètre à électrodes constituées de deux lames carrées de 1 cm de côté en platine. On émerge complètement l'électrode dans l'eau à analyser.

D'une façon générale, opérer avec la verrerie rigoureusement propre ; et rincer avec de l'eau distillée;

Rincer plusieurs fois l'électrode de platine, d'abord avec de l'eau distillée puis en le plongeant dans un récipient contenant de l'eau à analyser, en prenant soin que l'électrode soit complètement émergée.

V-3-4.Détermination de titre alcalimétrique TA

❖ **Principe**

La mesure du TA permet la détermination de la quantité d'hydrates alcalins et seulement la moitié des carbonates. Le principe de mesure de TA est basée sur la neutralisation d'un volume d'eau (100 ml) par un acide minérale (H_2SO_4 0.1 N) dilué en présence d'indicateur coloré qui est la phénolphtaléine, cette neutralisation correspond au virage de la couleur rose à l'incolore.

On introduit dans une fiole 100ml d'eau à analyser et on ajoute 2 gouttes de phénophtaléine à 1%.

Si la coloration rose ne se produit pas, l'alcalinité à la phénolphtaléine et le TA sont égales à 0, le pH de l'eau est donc inférieur à 8.3, il s'agit alors une eau neutre.

Si par contre une coloration rose se produit, on titre avec de l'acide sulfurique jusqu'à disparition de la couleur rose. (AFNOR 1986)

Expression des résultats

La valeur de TA est mesurée en degré français et exprimer par la formule suivante :

$$TA = V' \times 5 \quad (\text{me})$$

Dont :

V' : le volume de la solution H_2SO_4 (N/10) titré.

NB : 1me = 5° français.

V-3-5.Détermination du titre alcalimétrique complet TAC

❖ Principe

La mesure du TAC permet la détermination de la teneur en alcalin libre et en carbonate et bicarbonate, elle est basée sur la neutralisation d'un volume d'eau par un acide minéral, en présence d'un indicateur coloré et se traduit par le virage du jaune à l'orange.

On prend 100ml d'eau à analyser et on ajoute 2 gouttes de méthylorange. Cette solution est titrée avec H_2SO_4 jusqu'au virage jaune à l'orange. (AFNOR 1986)

❖ Expression des résultats

La valeur de TAC est mesurée en degré français et exprimée par la formule suivante :

$$TAC = V \times 2 \times 5 \times 5 \quad (^\circ F)$$

Dont :

V : volume de la solution H_2SO_4 Utilisé pour le titrage en ml.

V-3-6.Détermination de titre hydrométrique TH

❖ Principe

Le titre hydrométrique ou la dureté totale d'une eau correspond à la concentration en ions Ca^{2+} et Mg^{2+} .

Le sel disodique de l'EDTA est un agent chélateur. Il se combine en solution aqueuse avec les ions Ca^{2+} pour former des composés solubles très dissociés en milieu tamponné à pH 10.

L'indicateur coloré, le noir erichrome (NET) donne une coloration rouge en se combinant avec les ions Mg^{2+} . La fin de la réaction du titrage est indiquée par le virage au bleu-nuit.

Le titre hydrométrique ou la dureté totale d'une eau correspond à la concentration en ions Ca^{2+} et Mg^{2+} .

Dans une fiole contenant 50ml d'eau à analyser. On ajoute 2ml de la solution tampon K10 et 2 gouttes de noir Erichrome T (NET), cette solution doit se colorer violet, pour le titrage on utilise la solution EDTA à 0.01N dont on agite jusqu'au virage au bleu.

❖ Expression des résultats

Le titre hydrométrique (TH) ou la dureté totale des ions Ca^{2+} et Mg^{2+} exprimée (mmol) selon la formule suivante :

$$\text{TH} = 1000 \times V_1 \times C / V_2 \quad (\text{mmol})$$

Dont :

V_1 : le volume de la solution EDTA titré.

C : concentration de la solution EDTA.

V_2 : le volume de la prise d'essai.

$$1 \text{ mmol} = 10^\circ\text{F}$$

V-3-7. Dosage de chlore

❖ Principe

C'est une méthode qui permet de déterminer la concentration de l'eau en ions chlore (Cl) par une solution de nitrate d'argent (AgNO_3) à 0.1N en présence de bichromate de potassium $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_4$ comme indicateur coloré, la réaction est indiquée par l'apparition d'une couleur rouge brique.

Dans une fiole propre contenant 50ml d'eau, nous ajoutons 2.5ml de bichromate de potassium $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_4$, cette solution se colore en jaune puis titrer par une solution de nitrate d'argent (AgNO_3) jusqu'à l'observation de la couleur rouge brique avec une précipitation à la base de la fiole.

❖ Expression des résultats

La concentration d'eau en ions chlore est exprimé en mg/l et déterminé par la formule suivante :

$$\text{Cl} = (V-1) \times m \quad \text{mg/l}$$

Dont :

V : le volume de la solution AgNO_3 utilisée.

m : la masse molaire de chlores (35.5g/mole).

1 : Volume de la solution d' AgNO_3 (0.1N). Pour obtenir la même teinte (rouge brique) dans un essai à blanc avec 100 ml d'eau distille.

V-4-Les analyses microbiologiques

Ces analyses ont été effectuées au niveau de laboratoire de la laiterie LFB.

Les tests auxquels sont soumises les eaux destinées à la consommation humaine sont :

- dénombrement des germes totaux
- recherche des coliformes totaux et fécaux.
- dénombrement des anaérobies sulfito-réducteurs

Mode de prélèvement

- Le prélèvement d'un échantillon est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté. L'échantillon doit être homogène, représentatif, et obtenu sans modifier les caractéristiques de l'eau.
- Le prélèvement à partir d'un robinet, il est indispensable d'attendre que l'eau en stagnation soit éliminée. En pratique, il convient d'ouvrir le robinet à débit maximum pendant 5 à 10 secondes puis de le ramener à un débit moyen pendant 2 minutes pour ensuite remplir la bouteille sans la refermer.

Pour l'analyse bactériologique, on doit se laver très soigneusement les mains et les avant-bras, les rincer à l'alcool, laisser sécher, faire flamber le robinet, laisser couler 3 à 5 minutes avant le faire prélèvement. Ensuite faire flamber rapidement le bord de flacon, une fois rempli, le flacon doit être de nouveau flambé au niveau du goulot pour le refermer.

Les échantillons prélevés doivent être clairement identifiés. Chaque flacon doit porter une étiquette indiquant

- ✓ L'origine de l'eau ;
- ✓ La date et l'heure du prélèvement ;
- ✓ La température de l'eau ;
- ✓ Le nom du point d'eau et localisation

V.4-1. Recherche et dénombrement des coliformes et E. Coli

La colimétrie consiste à déceler et dénombrer les coliformes et parmi eux : E. coli.

❖ Milieu de culture et réactifs

-Bouillon lactose au pourpre de bromocrésol (BCPL) à double concentration (D/C) et simple concentration (S/C).

- milieu de confirmation : milieu de Schubert.
- réactifs de Kovac pour la recherche de l'indole.

❖ Mode opératoire

La colimétrie s'effectue en deux étapes

✓ **1^{ère} étape** : test présomptif

Le dénombrement s'effectue selon la méthode de nombre le plus probable (NPP). Ensemencer un flacon 50ml de BCPL à D/C muni d'une cloche de Durham avec 5 ml d'eau à analyser.

-Ensemencer 5 tubes de BCPL à D/C munis d'une cloche de Durham avec 10ml d'eau à analyser.

-Ensemencer 5 tubes de BCPL à S/C munis d'une cloche de Durham avec 1ml d'eau à analyser.

Agiter pour homogénéiser sans faire pénétrer l'air dans la cloche et placer les tubes dans une étuve à 37°C pendant 24 h à 48.

❖ **Lecture**

Après l'incubation, les tubes considérés comme positifs présentent un trouble dans toute la masse liquide, avec virage du violet au jaune et un dégagement de gaz dans la cloche.

❖ **Résultat**

Le nombre de coliformes totaux par 100ml sera obtenu en comparant le nombre des tubes positifs et en se référant à la table de MacCreedy qui nous donne le nombre le plus probable (NPP).

✓ **2^{ème} étape** : repiquage sur milieu de confirmation (test confirmatif)

Chaque tube positif de la 1^{ère} étape est repiqué (6 gouttes) dans les tubes de bouillon Schubert (avec la cloche de Durham) puis incubé à 44°C pendant 24h.

❖ **Lecture**

Considérer comme positifs les tubes où se manifestent une croissance bactérienne et un dégagement de gaz dans la cloche.

❖ **Résultat**

Le dénombrement des coliformes fécaux s'effectue de la même manière que celui des coliformes totaux et les résultats sont exprimés dans 100ml d'échantillon

V.4-2. Recherche d'Escherichia coli

Ajouter 2 à 3 gouttes de réactif de Kovac au tube contenant le bouillon Schubert avec la cloche de Durham positif.

❖ Lecture

Considérer comme positif les tubes ou il y a formation d'un anneau rouge à la surface qui témoigne la production d'indole.

❖ Résultat

Le dénombrement d'*Escherichia coli* s'effectue en se référant à la table du nombre le plus probable (NPP) dans 100ml d'échantillon.

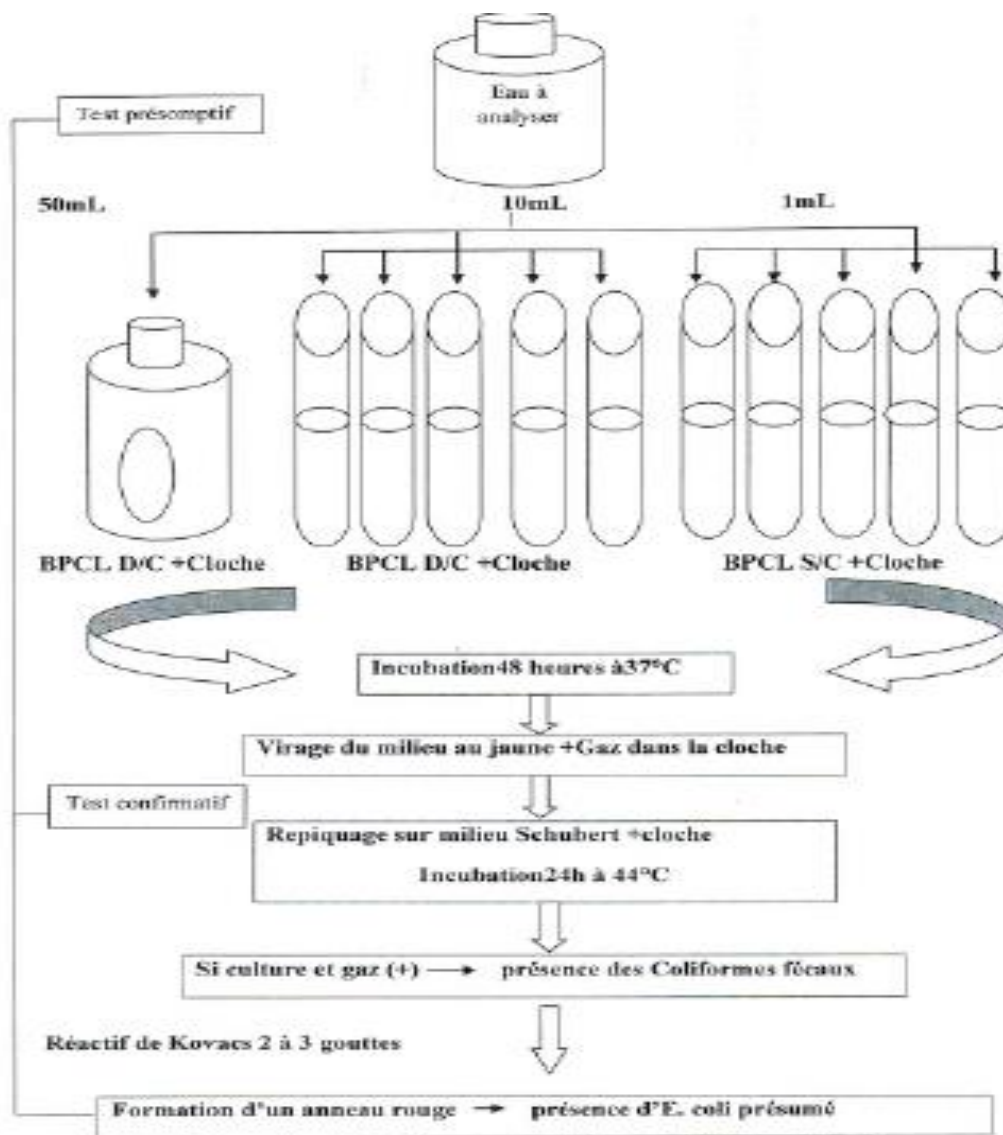


Figure 4 : Dénombrement des Coliformes et d'*Escherichia coli*

V.4.3. Recherche et dénombrement des anaérobies sulfite réducteurs

❖ Milieu de culture

- Gélose viande de foie (VF)
- Solution de sulfite de sodium
- Solution d'alun de fer

➤ Mode opératoire

- Forme sporulée
 1. Introduire dans deux tubes à essai 5ml de l'eau à analyser ;
 2. Placer les tubes au bain marie à 80°C pendant 10 minutes ;
 3. Après chauffage, on ajoute les additifs : deux gouttes d'alun de fer et quatre gouttes de sodium puis on remplit les deux tubes par la gélose viande de foie;
 4. Mélanger doucement sans incorporation de l'air ;
 5. Incuber à 44°C et faire une lecture après 24 h ;
- Forme végétative

La recherche des bactéries aérobies sulfite – réducteurs sous forme végétative se fait de la même manière que celle sporulé à l'exception de chauffage.

Expression des résultats

La présence d'un résultat positif d'une spore de bactérie anaérobie sulfite réductrice est exprimée par l'apparition des colonies entourées d'un halo noir ; alors que les résultats des formes végétatives sont exprimés en nombre de germe par ml.

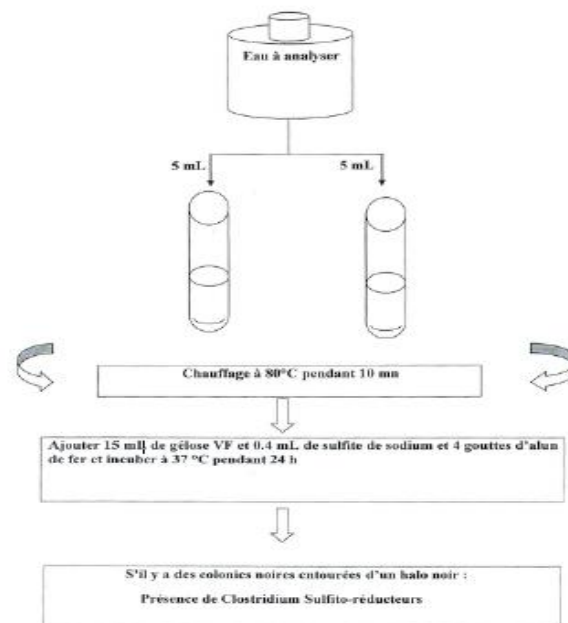


Figure 5 : Dénombrement des spores des anaérobies Sulfite-réducteurs

V.4-4. Recherche et dénombrement des germes totaux

Le dénombrement des germes totaux, consiste à une estimation du nombre total des germes totaux dans l'eau.

➤ **Milieu de culture**

➤ PCA : plate count agar.

➤ **Mode opératoire**

On verse 1ml d'eau à analyser dans une boîte de pétrie vide et stérile préparée à cet usage et numéroté (deux boîtes sont utilisées pour chaque germe recherché), après on ajoute 15 ml de gélose PCA

Faire ensuite des mouvements circulaires en forme de «8» pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose. Laisser solidifier sur la paillasse.

L'incubation des germes aérobies dure 72h à 37°C pour une boîte et 72h à 22°C pour l'autre boîte.

➤ **Lecture**

Colonie fusiforme, couleur beige

Après l'incubation, on dénombre les boîtes de pétri, on prend en considération les boîtes contenant un nombre entre 30 et 300 UFC par ml (unité formant une colonie).

➤ **Expression des résultats**

Les résultats sont exprimés en nombre des germes.

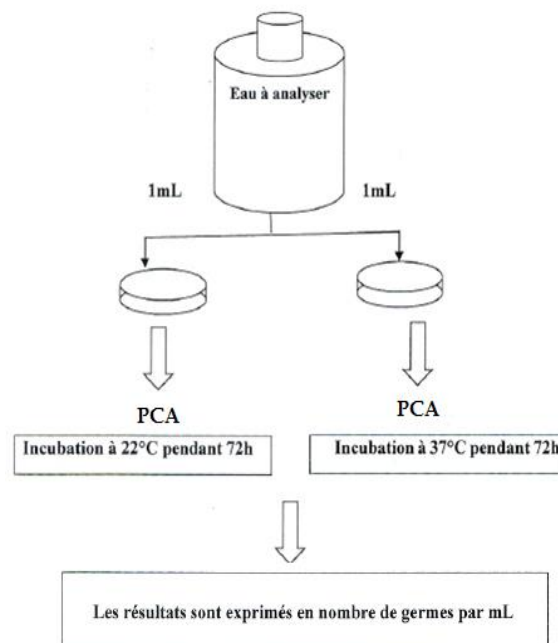


Figure 6: Recherche et dénombrement des germes totaux

VI-1. Résultats des analyses organoleptiques

Interprétation des résultats

➤ Odeur et saveur

Les eaux étudiées (l'eau de robinet) ne présentent aucune odeur caractéristique, ceci indique que ces eaux sont exemptes des produits chimiques et de matières organique en décomposition, elles sont sans gout.

➤ La couleur

Une eau destinée à la consommation humaine doit être toujours incolore et limpide. L'eau étudiée respecte cette condition.

➤ La turbidité

Notre échantillon a présenté des turbidités égales à 00 NTU, ceci est conforme aux normes Algériennes qui fixent la valeur maximale à 5 NTU.

Tableau 3: Classification des eaux selon la turbidité.

NTU<5	Eau claire
5< NTU<30	Eau légèrement trouble
NTU>30	Eau trouble

➤ La conductivité électrique

Selon Rodier (2009), La conductivité permet d'apprécier le degré déminéralisation de l'eau dans la mesure où la plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargés électriquement. La conductivité électrique est un moyen important permet d'apprécier la qualité des sels dissous dans l'eau. Sa variation est liée à la nature des sels dissous et leur concentration.

La classification des eaux en fonction de la conductivité se présente de la manière suivante :

Conductivité égale à 0.05μS/cm : eau déminéralisée ;

Conductivité de 10 à 80μ S/cm: eau de pluie;

Conductivité de 80 à 100 μ S/cm : eau peu minéralisée;

Conductivité de 300 à 500 μ S/cm: eau moyennement minéralisée ;

Conductivité de 1000 à 3000 μ S/cm : eau saline ;

Conductivité supérieure à 3000 μ S/cm: eau de mer.

La réglementation Algérienne indique pour la conductivité une valeur maximum de $2000\mu\text{S}/\text{cm}$ à 20°C .

Notre échantillon présente une valeur égale à $1000\mu\text{S}/\text{cm}$. Ceci est conforme aux normes Algériennes de potabilité par rapport à la valeur trouvée par Kahoul M., Touhami M en 2014 dans les eaux d'Annaba qui est beaucoup plus faible et qui est comprise entre 300 et $800\mu\text{S}/\text{cm}$ et s'avèrent donc selon ce classement très moyennement minéralisée.

➤ **Traitement des données et analyse statistique**

Les variables caractérisant la qualité de l'eau ont d'abord été soumises à des analyses statistiques descriptives simples (moyenne, écart-type, maximum, minimum) pour caractériser globalement les échantillons de l'eau collectée.

VI-2. Les paramètres physico-chimiques

Les résultats des analyses physico-chimiques de l'échantillon sont portés sur le tableau.

Tableau 4: résultat des analyses physico-chimiques

Essai	Essai01	Essai2	Essai 3	Essai 4	Essai 5	Norme
TA	0	0	0	0	0	0
TAC	45	45	45	45	45	45
TH	74.7	74	74.4	70	72	40
Chlore	142	440	283	404	287.55	200
pH	6.83	6.83	6.83	6.83	6.75	6.5-8.5

Interprétation des résultats

➤ **La température**

En rapport avec les normes de potabilités de l'eau fixées par l'OMS (2001), l'eau est : excellente lorsque la température varie entre 20 et 22°C ; passable lorsque la température oscille dans l'intervalle de 22 à 25°C ; médiocre lorsqu'elle est comprise entre 25 et 30°C .

Les directives du conseil des communautés européennes et la réglementation algérienne. Fixent à 25°C la température à ne pas dépasser pour l'eau destinée à la consommation humaine

La température mesurée dans les échantillons d'eau de la ville de Boudouaou avoisine les 20 à 22°C Les températures mesurées pour l'eau de robinet est égale 21°C. Ce qui nous permet de dire que notre eau est dans les normes pour ce paramètre.

En comparaison avec celles étudiées par Mr Kahoul M et Mr M Touhami en 2014, leurs températures sont inférieures à 20°C, cela pourrait signifier comparativement aux normes sus citées, que leurs eaux analysées ne sont pas excellentes mais plutôt moyennes.

➤ **Le potentiel hydrogène (pH)**

Le potentiel hydrogène montre la capacité énergétique de l'eau en rapport avec sa concentration en proton H^+ .

L'acidité de l'eau ne pose en soi aucun problème vis-à-vis de la santé du consommateur. Toutefois, l'eau acide distribuée par un réseau de canalisations peut constituer indirectement une menace pour la santé du consommateur mal informé ou imprudent.

L'eau acide est en effet agressive (corrosive) et peut libérer les métaux constitutifs des canalisations (en particulier intérieures aux habitations), à savoir le fer, le cuivre, le plomb, le nickel, le chrome et le zinc (Hanon et Rouelle, 2011).

Les normes édictées par la réglementation locale et internationale en matière de potabilité de l'eau recommandent un pH situé entre 6,5 et 8,5(JORA, 1993; OMS, 2001).

Une eau idéale doit être légèrement acide avec un pH légèrement supérieur à 7. Ce pH est indispensable pour remplir son rôle de catalyseur de toutes les réactions chimiques et assurer une bonne assimilation des nutriments dans les échanges cellulaires.

Pour notre cas, la mesure du pH donne une valeur de 6.83 ce qui correspond aux normes admises (supérieur ou égal 6,5 et inférieur ou égal à 8,5) comparée à l'étude de Mr Kahoul M et Mr M Touhami en 2014, le pH de leur eau se situe entre 7,17 et 7,97, moins acide que l'eau de la laiterie de Boudouaou mais se retrouve dans les normes.

➤ **Titre alcalimétrique TA**

Le TA de notre eau est nul puisque la coloration rose n'est pas apparue après l'ajout du phénophtaléine à notre échantillon. Donc cette valeur reste dans les normes.

➤ Titre alcalimétrique complet

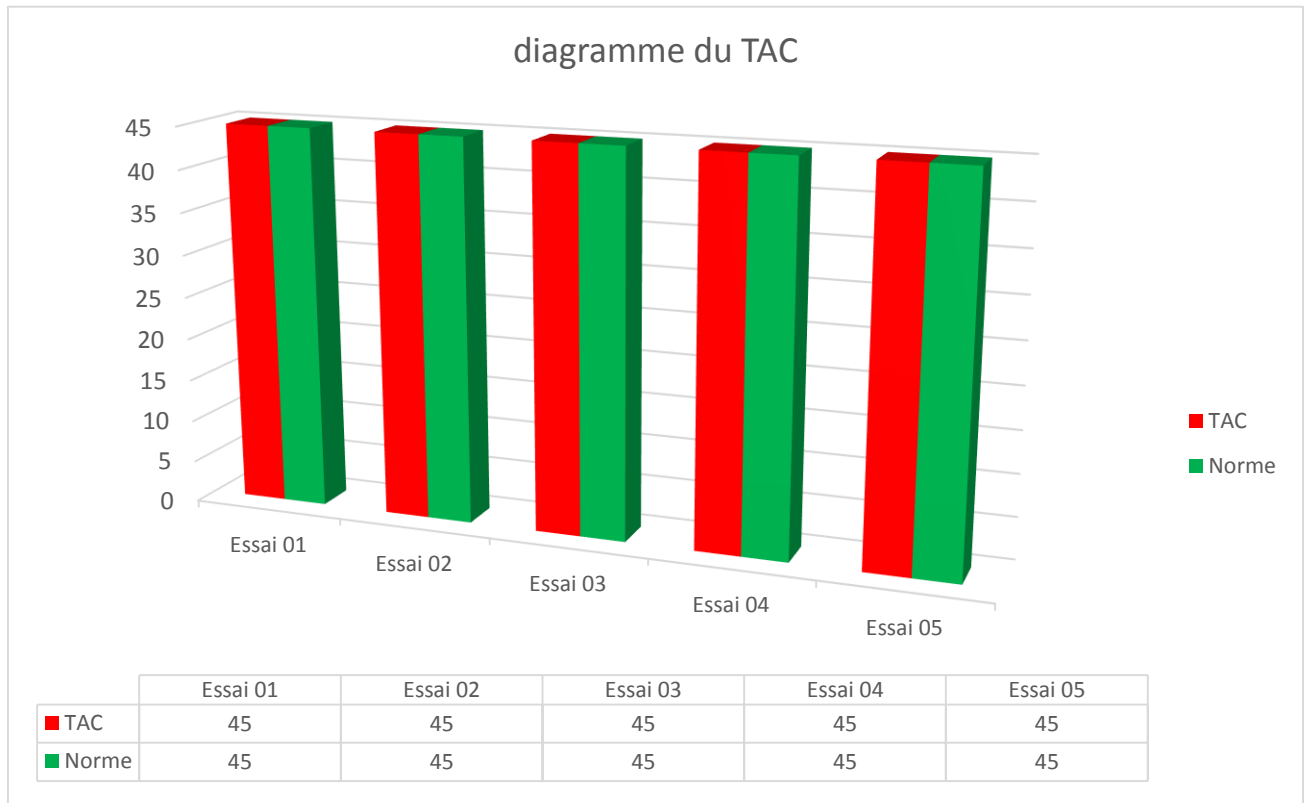


Figure 7 : Résultat de diagramme du TAC.

Le TAC permet de connaître les concentrations en bicarbonates, carbonates et hydroxydes contenues dans l'eau.

Autrement dit l'alcalinité de l'eau correspond à la présence éventuellement CaCO_3 et des hydroxydes.

Les résultats de nos essais (Figure 07) révèlent que la concentration des bicarbonates, des carbonates et des hydroxydes de l'eau utilisée gravitent autour des normes admises pour une eau de bonne qualité.

➤ La duresté

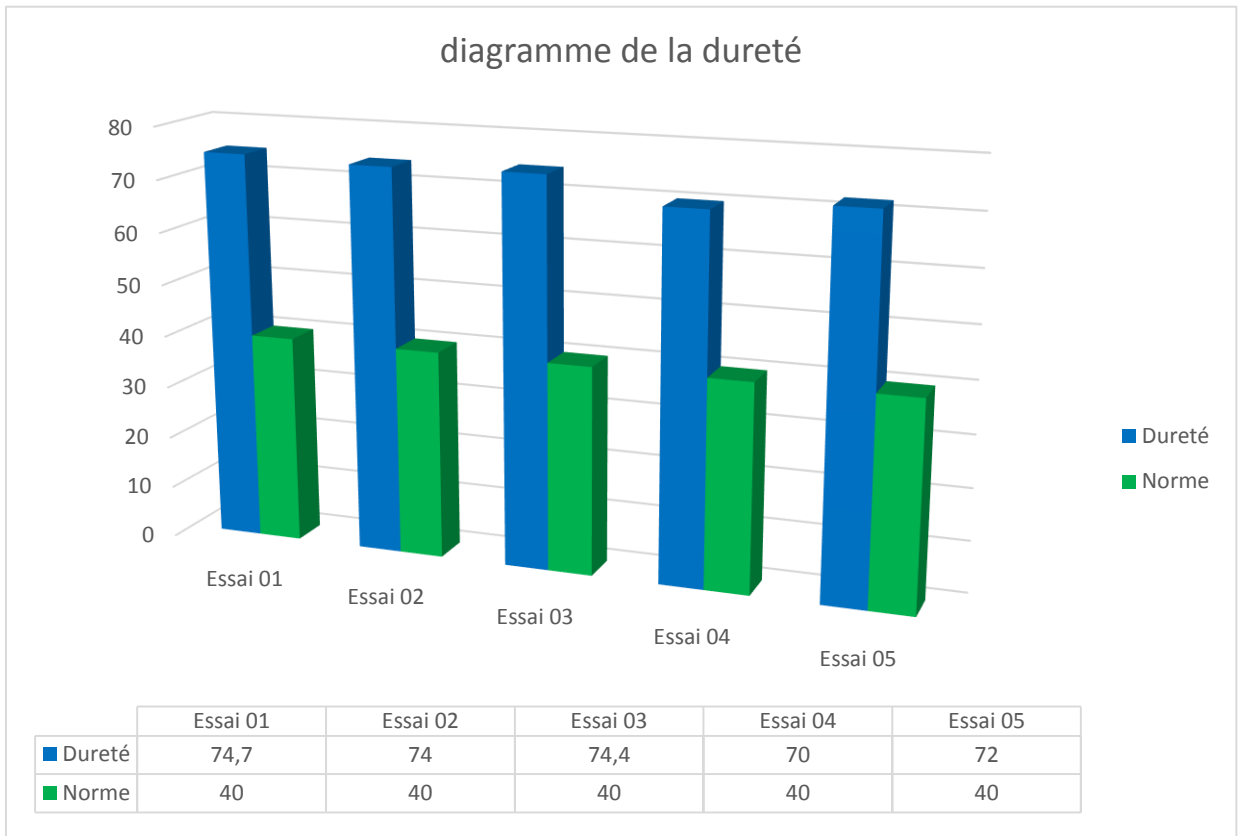


Figure 8 : Résultat du diagramme de la duresté.

Au niveau de la duresté, nous remarquons une certaine régularité des résultats qui montrent une charge assez excessive de magnésium et calcium influant sur la qualité de l'eau mais sans danger pour la consommation.

La charge de ces éléments provient très probablement de couches géologiques traversées par l'eau du forage de l'usine.

Cette forte duresté n'aurait aucun impact sur la santé du consommateur dans la mesure où un certain nombre d'études épidémiologiques (Neriet *al.*, 1972; Anderson et *al.*, 1975; Stitt et *al.*, 1973; Hudson et *al.*, 1973) effectuées respectivement au Canada, en Angleterre, en Australie et aux États-Unis, ont montré qu'il existe une corrélation statistique inverse entre la duresté de l'eau potable et certains types de maladies cardio-vasculaires.

➤ Le calcium

Le calcium est généralement l'élément dominant des eaux potables et sa teneur varie essentiellement suivant la nature des terrains traversés (terrain calcaire ou gypseux) (Rodier et *al.* 2009).

Les effets indésirables qui sont surtout d'ordre organoleptique ou esthétique résultant de la présence du calcium dans l'eau potable peuvent provenir de sa contribution à la dureté (A.W.W.A, 1990).

Les teneurs en calcium des eaux analysées sont toutes supérieures par rapport à celles étudiées par Mr Kahoul M et Mr M Touhami en 2014 de la ville d'Annaba qui sont toutes inférieures à la concentration maximale admissible édictée par les normes locales (N.A, 1992) pour l'eau potable

➤ **Les chlorures**

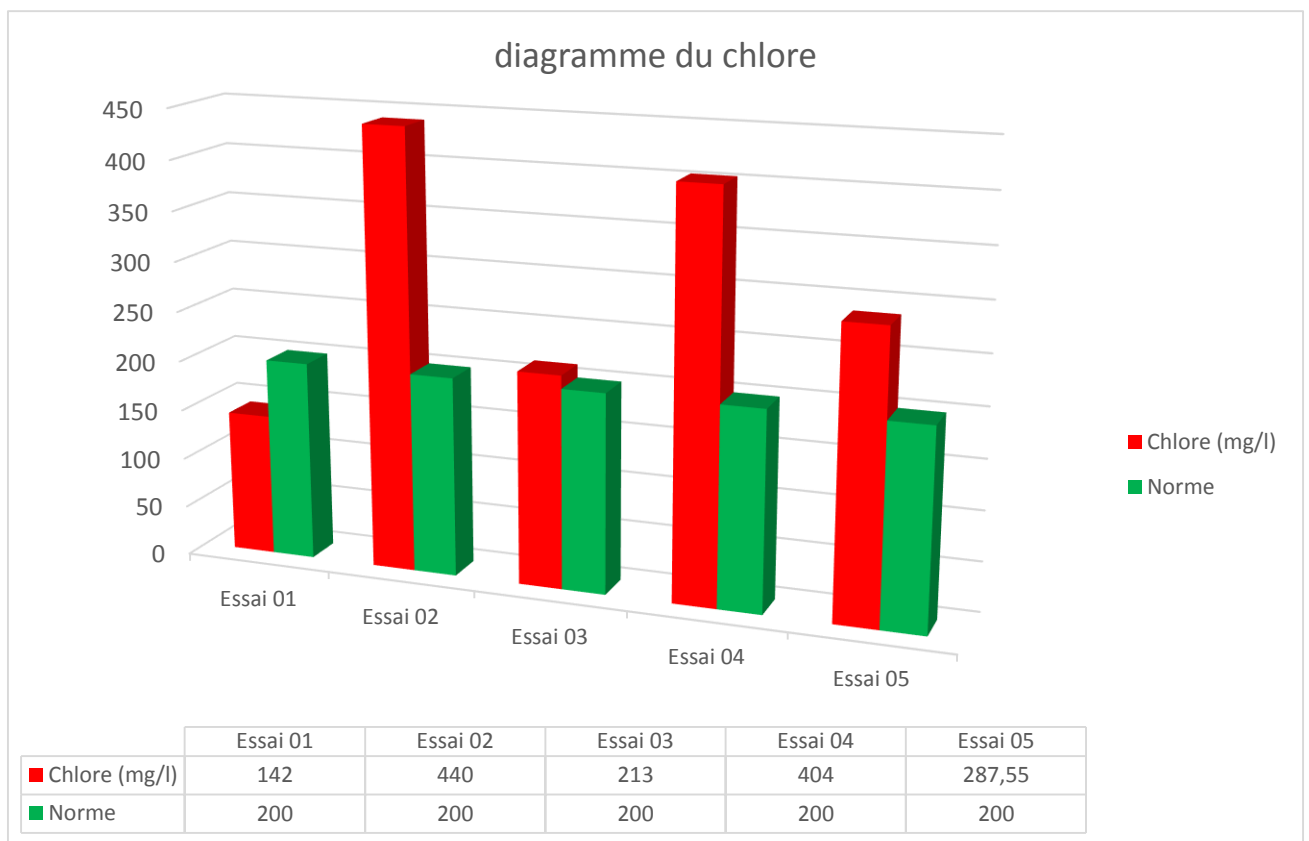


Figure 9 : Résultat de diagramme du chlore

Selon les normes locales de la potabilité des eaux, les chlorures doivent avoir une concentration maximale admissible inférieure à 500 mg/l dans les eaux de consommation (Norme Algérienne, 1992).

Selon les différents essais, les résultats du chlore varient du simple au triple. Selon nos observations, cette variabilité est principalement due à la javellisation manuelle qui a lieu une fois tous les deux jours.

Les différents résultats étant très variables, nous faisons recours à la moyenne mathématique des essais pour dégager un écart qui nous permettra de diagnostiquer l'eau utilisée. Il faut, cependant signaler que ce taux de chlore assez élevé et relevé une journée sur deux, lors de l'opération de javellisation.

Selon nos résultats la concentration est bien plus faible que l'analyse effectuée sur les eaux de la ville d'Annaba qui a révélé des quantités plus importantes de chlorures allant de 28,36 à 354,53mg/l Il s'avère d'après certaines études (Weinberg, 1986; Schultz, 1984; Siggaard-Anderson, 1976; Tortora, 1984) que même dans le cas de quantités excessives dans l'eau potable, les chlorures n'auraient pas d'effets néfastes sur la santé du consommateur car les concentrations de chlorures dans le corps sont bien régulées au moyen d'un système complexe faisant intervenir à la fois le système nerveux et le système hormonal.

Même après l'absorption de quantités importantes de chlorures par l'intermédiaire des aliments et de l'eau, l'équilibre du chlorure se maintient, surtout par l'excrétion de l'excès de chlorures dans l'urine.

VI-3. Les paramètres microbiologiques

➤ Résultat

Les résultats des analyses microbiologiques de l'échantillon pour l'eau de robinet sont portés sur le tableau.

Tableau 05 : résultats des analyses bactériologiques.

Germes recherchés	L'eau de procédé	Normes NA°6360-1992	Observation
Germes totaux 37°C24h dans 1ml	0	<10	Conforme
Germe totaux 22°C72h dans 1ml	0	<100	Conforme
Coliformes totaux dans 100ml	Absence	-	Conforme
Coliformes fécaux dans 100ml	Absence	-	Conforme
Anaérobie sulfite réducteurs dans 20ml	Absence	-	Conforme

Interprétation des résultats

➤ Coliformes totaux et fécaux

Selon la réglementation algérienne, une eau potable ne doit pas contenir des coliformes totaux dans 100ml la même exigence porte sur les coliformes fécaux.

C'est le cas de notre eau ou on a constaté l'absence des coliformes totaux témoigné par l'absence des tubes positifs ce qui a confirmé l'absence des coliformes fécaux et particulier *Escherichia Coli*.

Ceci montre que cette eau est conforme aux normes concernant les coliformes.

➤ anaérobie sulfite-réducteur

Selon la réglementation algérienne, une eau potable ne doit pas contenir des *clostridium* sulfite-réducteur dans 20ml, et l'absence de colonies noires entourées d'un halo noir.

Les deux échantillons montrent que notre eau est exempte de spores est exempte de *clostridium* sulfite-réducteurs, ce qui répond aux normes.

➤ Germes totaux

Le dénombrement des germes totaux est considéré comme un type d'indicateurs beaucoup plus générale, vis-à-vis de toute pollution microbiologique : c'est le dénombrement total des bactéries.

Dans notre eau : on n'a pas des germes totaux. Elle reste toutes fois conforme aux normes prescrites par la réglementation algérienne.

Selon les résultats obtenus, on constate que l'eau qu'on a étudiée est de bonne qualité microbiologique.

Conclusion des résultats

A l'issue de cette étude qui a porté essentiellement sur l'évaluation de la qualité de l'eau utilisée pour le mélange avec du lait en poudre écrémé au niveau de la laiterie,

Il ressort que la quasi-totalité des paramètres analysés sont conformes aussi bien à la réglementation nationale qu'internationale en matière de potabilité de l'eau.

En effet, les résultats obtenus sur le plan physique ont montré que le pH de ces eaux est correct, leur température est acceptable.

Sur le plan chimique, ces eaux sont également dans les normes dans la mesure où leur dureté est relativement élevée mais sans risque sur la santé du consommateur, leur teneur en chlorures est normale

Les teneurs en nitrates qui sont connues par leurs effets néfastes sur la santé, n'ont pas pu être calculées par manque de moyens au niveau de la laiterie.

En définitif, l'eau est potable et peut être considérée comme bonne à consommer et être utilisée sur les opérations de désinfection (chloration et autres).

Il serait souhaitable de mener régulièrement ce type d'études basées sur l'évaluation physico-chimique mais tout en les consolidant avec des analyses bactériologiques de l'eau.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Dans toute la majorité, le lait fabriqué par notre pays est obtenu en utilisant de la poudre de lait d'importation, de la matière grasse importée elle aussi et de l'eau.

La laiterie de Boudouaou, qui a la charge de couvrir une partie importante des besoins en lait et dérivés dans la région centre du pays, utilise de très grosses quantités d'eau (=180m³/h).

Dans le cadre de notre étude, il s'agissant de connaître les principaux critères permettant de s'assurer que l'eau utilisée est potable.

C'est ainsi que les différentes analyses que nous avons pu réaliser au niveau de cette unité permettent de retenir que l'eau utilisée dans la laiterie répond parfaitement aux normes bactériologique, chimique et organoleptiques.

C'est donc une eau que l'on peut consommer sans danger pour la santé. Car elle n'est ni toxique, ni infesté de bactéries, de parasites ou de virus nuisible pour l'homme.

Dans le souci de maintenir et de garantir encore d'avantage les critères de potabilité au niveau de cette unité de Boudouaou ; nous recommandons, toutes fois, les améliorations suivantes :

- 1-Mise en place d'un système de goutte à goutte automatique (javeliseur) de façon à permettre un traitement permanent, continu et régulier.
- 2-Installation avec système d'osmose inverse afin d'éliminer le maximum de sels minéraux susceptible de provoquer des défaillances ou de pannes d'équipements techniques.
- 3-Installation d'un système de désinfection par UV avec filtre sous pression, pompe, contrôle PLC avec raccords électriques et systèmes de tuyauteries en INOX.

Annexe 01 : Les normes de potabilité physico-chimiques et microbiologique :

Tableau 01 : normes algériens de potabilité de l'eau de consommation.

Paramètre	Unité	Concentration maximale admissible	Normes
PH	/	/	6.5-8.5
Turbidité	NTU	/	5
Conductivité	µs/cm	2000	400
Dureté	mg de Ca CO ₃ /l	500	100
Calcium	mg/l	75	200
Magnésium	mg/l	/	150
Manganèse	mg/l	5	0.5
Fer	mg/l	1	0.3
Ammonium	mg/l	/	0.5
Sulfates	mg/l	400	200
Nitrite	mg/l	/	0.1
Phosphate	mg/l	/	0.5
Chlorure	mg/l	500	200
Nitrate	mg/l	/	50
Matière dissoutes	mg/l	/	500
Matière organique	mg/l	/	2
Bicarbonate	mg/l	/	30

Les normes de potabilité bactériologique :

Les normes de la potabilité bactériologiques de l'eau potable sont représentée dans le tableau suivant :

Tableau 02 : norme de potabilité bactériologique (OMS)

Paramètres bactériologique	Unités	Recommandation (OMS)
Germe totaux	Germe/1ml	100

Coliformes fécaux	Germes/100ml	0
Streptocoques fécaux	Germes/100ml	10
Clostridium sulfite réducteur	Germes/20ml	0
Salmonelle	Pas d'unité	Absence
Vibrions cholérique	Pas d'unité	Absence

Annexe 02 : Composition des milieux de cultures :

✓ **Bouillon lactose au pourpre de bromocrésol (B.C.P.L):**

Double concentration (D/C)

- Extrait de viande de bœuf 6g
- Peptone 10g
- Lactose 10g
- Pourpre de bromocrésol 0.06g
- Eau distillée 1 000ml

Simple concentration (S/C)

- Extrait de viande de bœuf 3g
- Peptone 5g
- Lactose 5g
- Pourpre de brocrésol 0.03g
- Eau distillée 1 000ml
- PH=7
- autoclave pendant 20 mn à 120°C

✓ **Milieu Schubert:**

- Tryptone 20g
- Glycose 5g' Chlorure de sodium 5g
- Phosphate mono potassique 0.3g
- Azide de sodium 0.3g
- Solution d'éthyle violet 5ml
- Eau distillée 1 000ml
- Autoclave 20 min à 120°C

NB: Les milieux « BPCL et Schubert» reçoivent d'une cloche de durham.

✓ **Gélose viande de foie (VF) :**

- Base viande-foie 20g
- Glucose 0.75g
- Amidon 0.75g

- Sulfite de sodium 1.2g
- Sodium carbonate 0.67g
- Agar-agar 11g
- Eau distillée 1 000ml
- pH=7.6.
- Autoclave pendant 15 min à 120°C

Dissoudre les constituants, répartir en tubes ou flacons.

✓ **Gélose PCA :**

- Tryptone 5
- Extrait auto lytique de levure 2.5
- Glucose 1
- Agar agar 15
- PH 7.6
- Eau distillée 1000ml
- Autoclave pendant 15min à 120°C

Annexes 03 : Normes de rejet :

L'instruction ministérielle du 6 juin 1953, toujours en vigueur, définit des normes pour le rejet des effluents industriels dans le milieu naturel. Les valeurs limites sont les suivantes :

-pH compris entre 5,5 et 8,5.

Température < 30°C.

Composés cycliques hydroxylés ou leurs dérivés halogènes: O.

DBO 5 : teneur maximum comprise entre 40 et 200 mg/l selon le rapport de débit entre l'effluent et le milieu récepteur. La valeur la plus basse (40 mg/l) s'applique lorsque le débit des eaux usées dépasse le 1/150 du débit de la rivière à l'étiage (si le rejet est continu sur 24 h) ou le 1/360 du débit de la rivière lorsque le rejet n'a lieu que 10 h par jour. Dans la très grande majorité des cas, c'est la valeur à considérer.

Azote total organique compris entre 10 et 60 mg/l : la teneur limite à considérer dépendant du même paramètre que pour la DBO5 et les insolubles.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. **ADAM J.W.H.** (1980). Health aspects of nitrate in drinking-water and possible means of denitrification (literature review), *Water SA*, 6, 79.
2. **ANDERSON T.W., NERIL.C, SCHREIBER G.B., TALBOT D.F. ZDROJEWSKI A.** (1975). Ischemic heart disease, water hardness and myocardial magnesium. *Can. Med.Assoc.*, 113, 199
3. **ANDRIAMIRADIS L.**, (2005). Mémento technique de l'eau. 2^{ème} édition. **DEGREMENT**. P8.
4. **AWWA** (1990), Water quality and treatment. American Water Works Association, 4^e édition, 1194 p.
5. **BALASKA A.**, (2005). traitement de l'eau usée de la laiterie EDOUGH par des procédés physicochimique et biologiques. Thèse. Annaba.
6. **BARTHE, C. ET PERRON J.M.R.** (1998), Guide d'interprétation des paramètres microbiologiques d'intérêt dans le domaine de l'eau potable. Document de travail (version préliminaire), ministère de l'Environnement du Québec, 155 p.
7. **BEATSON, C.G.** (1978). Methaemoglobinaemia-Nitrates in drinking water, *Environ. Health*, 86, 31.
8. **BOUKHARI S, DJEBBAR YABIDA H,** (2007), (Prix des services de l'eau en Algérie, un outil de gestion durable.
9. **CAMPERA, CHARACKLIS W, Mc FETTERS G, ET JONES W,** (1991), Growth kinetics of coliform bacteria under conditions relevant to drinking water distribution systems. *Appl. Env. Microbiol*, 57: 2233-2239.
10. **CARO L.**, (1990). Les propriétés physique et chimique de l'eau. Le grand livre de l'eau. Edition. Le villette. P 83-194.
11. **CEAEQ** (2009b), Recherche et dénombrement simultané des coliformes fécaux et d'*Escherichia coli* dans l'eau potable avec le milieu de culture MI; méthode par filtration sur membrane. Centre d'expertise en analyse environnementale, Gouvernement du Québec, 20 p.
12. **Comité Régional de l'Environnement (CRE)** (2002), Qualité des ressources en eau et production d'eau potable : la situation en Poitou-Charentes.
13. **COULAIS J. M.**, (2002). Qualité des eaux et normes de potabilité en deux serves.
14. **DUPONT A.**, (1986). Hydraulique urbaine, hydrologie, captage et traitement des eaux. 6^{ème} édition. Edition. EYROLLES. Paris. P 64-66.
15. **EGBOKA B.C.E.**, (1984). Nitrate contamination of shallow ground waters in Ontario, Canada. *Sci. Total Environ*. 35, 53.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

16. **FELLAH M et HAMZAOU.,** (2014) Qualité du l'eau destinée à la production de lait IFKI Ben Badis, mémoire d'état, université Sidi Bel Abbés.
17. **GAUJOUS D.,** (1995). La pollution des milieux aquatiques. Aide-mémoire. 2ème édition. LAVOISIER.
18. **HANON M., ROUELLE A.,** (2011).Le pH de l'eau de distribution, Portail environnement de Wallonie, Belgique.
19. **HASLAY C et LECLERC H.,** (1993) Microbiologie des eaux d'alimentation. Lavoisier Tec & Doc, Paris, 495 p.
20. **HUDSON H.E.JR., GILCREAS F.W.,** (1976). Health and economic aspects of water hardness and corrosiveness. Am. Water Works Assoc., 68,201
21. **JEAN J-C.,** (2002). La dégradation de la qualité de l'eau dans le réseau. Paris.
22. **JORA. ,** (2011).Décret exécutif n° 11-219, fixant les objectifs de qualité des eaux superficielles et souterraines destinées à l'alimentation en eau des populations.
23. **JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE. ,** (1993)
24. **KAHOUL M, TOUHAM M.,** (2014).Evaluation de la qualité physico-chimique des eaux de consommation de la ville d'Annaba (Algérie)
25. **LEFEVRE S.,** (1991). Les analyses d'eau avec les tests prêts à l'emploi la potabilité de l'eau, les eaux piscicoles, l'eau des piscines, laboratoires Merck-Clevenot SA.
26. **LENNETECH. ,** (1998). traitement des eaux usées.
27. **MARCEL F.,** (1986). Dictionnaire français d'hydrologie de surface. Edition. Masson. P94
28. **MARI E.,** (2005). La rousse médicale. Edition. Direction de la publication.
29. **MENS et DEROUAN E.,** (2000). Etat des nappes de l'eau souterraine de Wallonie. Edition. Service public de Wallonie, DGO 3 (DGARNE), Belgique.
30. **MERCIER J.,** (2005), Le grand livre de l'eau. Edition. La reconnaissance du livre. Collecte art de livre. P91.
31. **MONIQUE Y.,** (1991). Les eaux naturelles et les eaux de consommation Saint Laurent.
32. **MORIN Y.,** (2003). Le petit Larousse de la médecine. Edition : Direction de la publication.
33. **NERI L.C., HEWITT D., MANDEL J.S.** (1972).Relation between mortality and water hardness in Canada, Lancet, (i): 931.
34. **NORMES ALGERIENNES(N.A).** (1992). Norm. Al. 6360, Ed. Ianor.

35. **NORMES EUROPEENNES.**, (1998). Directives du conseil 98/ 83 / EC sur la qualité de l'eau.
36. **OMS.**, (2001) Directives de qualité pour l'eau de boisson ; volume 1 – recommandations. Organisation mondiale de la Santé, 2e édition, 202 p.
37. **OMS.**, (2003).Directives de qualité pour l'eau de boisson, 1, 9-187.
38. **OUALI S.**, (2008). Cours de procédés unitaires biologiques et traitement des eaux. 2ème édition.
39. **RODIER J.**, (2005). L'analyse de l'eau. 8ème édition : Dupont. Paris.
40. **RUOFF, K., Miller SI , Garner C V , Ferraro M J, and Calderwood S B (1989)**
Bactereia with Streptococcus bovis and Streptococcus salivarius: clinical correlates of more accurate identification of isolates. Journal of Clinical Microbiology, 27: 305-308.
41. **SCHULTZ S.G.**, (1984).A cellular model for active sodium absorption by mammalian colon, Annu. Rev. Physiol., 46,435.
42. **SIGGAARD-ANDERSON., (1976); RODIER J., LEGUBE B., MERLET N.** (2009).L'analyse de l'eau, Ed. Dunod, 78-1368.
43. **STITTF.W., CRAWFORDM.D., CLAYTON D.G., MORRIS J.N.**, (1973).Clinical and biochemical indicators among men living in hard and soft waterareas, Lancet, (i): 122.
44. **TORTORAG.J.ANAGNOSTAKOSN.P.** (1984).Principles of anatomy and physiology, 4eédition, Harper & Row, New York, NY.
45. **WEINBERG, J.M.**, (1986). Fluid and electrolyte disorders and gastro intestinal diseases, Dans: Fluids and electrolytes, J.P. Kokko ET R.L. Tanner (dir. depubl.), W.B. Saunders Co., Toronto.

Webographie

01 :www.azaquar.com/doc/eaudans les aliments.

02 :[www.louis-claud-vincen/molécule de l'eau.com](http://www.louis-claud-vincen/mol%C3%A9cule%20de%20l'eau.com)

03 :www.ecole-plui.com/pdf station d'épuration.

Résumé :

Dans l'industrie agro-alimentaire, l'eau est utilisée dans le processus de fabrication ou incorporée comme ingrédient dans la préparation de nombreux aliments notamment le lait, les fromages et les yaourts.

La laiterie de Boudouaou, qui a pour mission de couvrir une grande partie des besoins en lait et dérivés de la population du centre du pays, utilise d'énormes quantités d'eau (environ 180m³/h) pour atteindre ses objectifs.

Sur le plan sanitaire, il s'agit de connaître les principaux critères permettant de s'assurer que l'on peut consommer cette eau sans danger pour la santé.

Autrement dit cette eau ne doit être ni toxique, ni infesté de bactéries, de parasites ou de virus nuisibles pour l'homme.

Dans ce cadre, il a été très important, pour nous, d'établir les indicateurs de potabilité conformément aux protocoles conventionnels et surtout de vérifier que les normes sont respectées au niveau de l'unité de Boudouaou.

C'est ainsi que compte tenu des résultats enregistrés sur le terrain et la comparaison avec les normes et les recommandations définis par l'OMS et la réglementation algérienne ; nous retenons que l'eau utilisée au niveau de la laiterie de Boudouaou répond parfaitement aux normes de potabilité microbiologique, physico- chimique et organoleptique.

Mots clés : Eau - Analyses physicochimiques- Analyses bactériologiques- potabilité.

Abstract:

In the food industry, water is used in the manufacturing process or incorporated as an ingredient in the preparation of many foods including milk, cheese and yogurt.

The Boudouaou dairy, whose mission is to cover a large part of the milk and derived needs of the population in the center of the country, uses enormous quantities of water (about 180 m³ / h) to achieve its objectives.

In terms of health, it is a question of knowing the main criteria to ensure that this water is safe to consume.

In other words, this water must not be toxic, nor infested with bacteria, parasites or viruses harmful to humans.

In this context, it was very important for us to establish the indicators of potability in accordance with conventional protocols and above all to verify that the standards are respected at the level of the Boudouaou unit.

Thus, taking into account the results achieved on the ground and the comparison with the standards and recommendations defined by the WHO and the Algerian regulations; We note that the water used at the Boudouaou dairy meets the standards of microbiological, physicochemical and organoleptic potability

Key words: Water - physicochemical analysis - bacteriological analysis – potability.

: ملخص

في الصناعات الغذائية ويستخدم الماء في عملية التصنيع كعنصر اساسى في إعداد العديد من الأطعمة بما في ذلك الحليب والجبن والزبادي.

مجبنة و ملبنة بود واو التي تتمثل مهمتها في تغطية حاجيات السكان وسط البلاد و تستخدم كميات هائلة من المياه لتحقيق أهدافها.

.على الصعيد الصحي يجب توفر المعايير الرئيسية لضمان الاستهلاك الجيد لهذه المياه بدون اخطار للصحة

في هذا السياق المؤشر صلاحيات للشرب يكون وفقا للبروتوكولات التقليدية لضمان تلبية المعايير على مستوى وحدة بود واو

وهكذا وبالنظر إلى النتائج التي تحققت في هذا المجال والمقارنة مع المعايير والمبادئ التوجيهية التي وضعتها منظمة الصحة العالمية واللوائح الجزائرية. نحتفظ المياه المستخدمة في بود واو الألبان يلبي تماما معايير مياه الشرب الميكروبيولوجية، الفيزيائية والكيميائية والحسية.

الكلمات المفتاحية الماء -تحليل فيزيوكيميائي -تحليل بكتيري ولوجي -مياه صالحة للشرب.