

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Abderrahmane Mira Bejaia

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de microbiologie



جامعة بجاية
Tasdawit n Bgayet
Université de Béjaïa



Mémoire

Présenté pour l'Obtention du Diplôme de Master en Microbiologie

Option : Biotechnologies Microbiennes

Thème

**Suivi des paramètres physicochimiques et
microbiologiques des eaux de la BSA d'El Kseur**

Présenté par : M^{lle} Berrane Fouzia

M^{lle} Bouchlaghem Sabira

Jury d'évaluation :

Présidente..... Mme ARKOUB Warda.....M .C.B.....U.A/Mira Bejaïa.

Examinatrices.....: Mme CHIBANE Nouara....M.A.A..... U .A/Mira Bejaïa.

Ecadreur..... : Mr BOUKEROUI Abdelhamid...M.C.A...U.A/Mira Bejaïa.

Co-promoteur.....: Mr IDIR Azzedine..... Ingénieur (BSA)

Année universitaire: 2016 – 2017

Remerciements

Au terme de ce travail, nous tenons à exprimer toute notre reconnaissance et de profond respect à notre encadreur monsieur BOUKEROUI ABDELHAMID pour ses précieux conseils, la rigueur et l'orientation tout au long de la rédaction de ce mémoire.

Nos tenons particulièrement à remercier Mr IDIR AZZEDINE responsable de laboratoire pour ses bonnes explications qui nous ont éclairés le chemin de la recherche, pour son accueil, son aide, son attention et sa gentillesse tout au long du stage.

Nos remerciements s'étendent également l'ensemble de l'équipe de laboratoire pour leur contribution et leur soutien.

Nos vifs remerciements vont également à Mr AKMOUSSI le directeur de l'organisme d'accueil, et à toutes personnes de l'unité et l'ensemble des employés

Nos voudrais exprimer également notre reconnaissance aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail.

On n'oublie pas nos parents, qui nous ont toujours encouragées. Enfin on remercie tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail.



thank you ☺



Dédicace

Je dédie ce travail, comme preuve de respect, de gratitude, et de reconnaissance à :

Mes chers parents pour tous leurs sacrifices, et leur soutien tout au long de mes études.

A mes chères sœurs et mes chers frères pour leurs encouragements permanents

A toute personne qui m'a aide à améliorer mes connaissances en me donnant information et conseils.

A tous mes amis

A tous mes collègues de promotion

A tous ceux que j'aime.

fouzia



SOMMAIRE

Liste des figures

Liste des tableaux

INTRODUCTION1

CHAPITRE I : REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

I GENERALITES SUR L'EAU.....2

I.1 Les propriétés de l'eau2

I.1.1 mobilité2

I.1.2 Solvant universel2

I.1.3 Caractères organoleptiques..... 2

I .2 Les électrolytes minéraux 3

I.2.1 Les éléments fondamentaux.....3

I .2.2 Les éléments caractéristiques.....5

I .3 aspect microbiologique.....5

I .4 Présentation de l'entreprise6

I .4.1 Organigramme.....6

I.4.2 Description du service utilité..... 8

CHAPITRE II : MATERIELS ET METHODES

II CONTROLE DE QUALITE.....12

II .1 Partie physico-chimique.....12

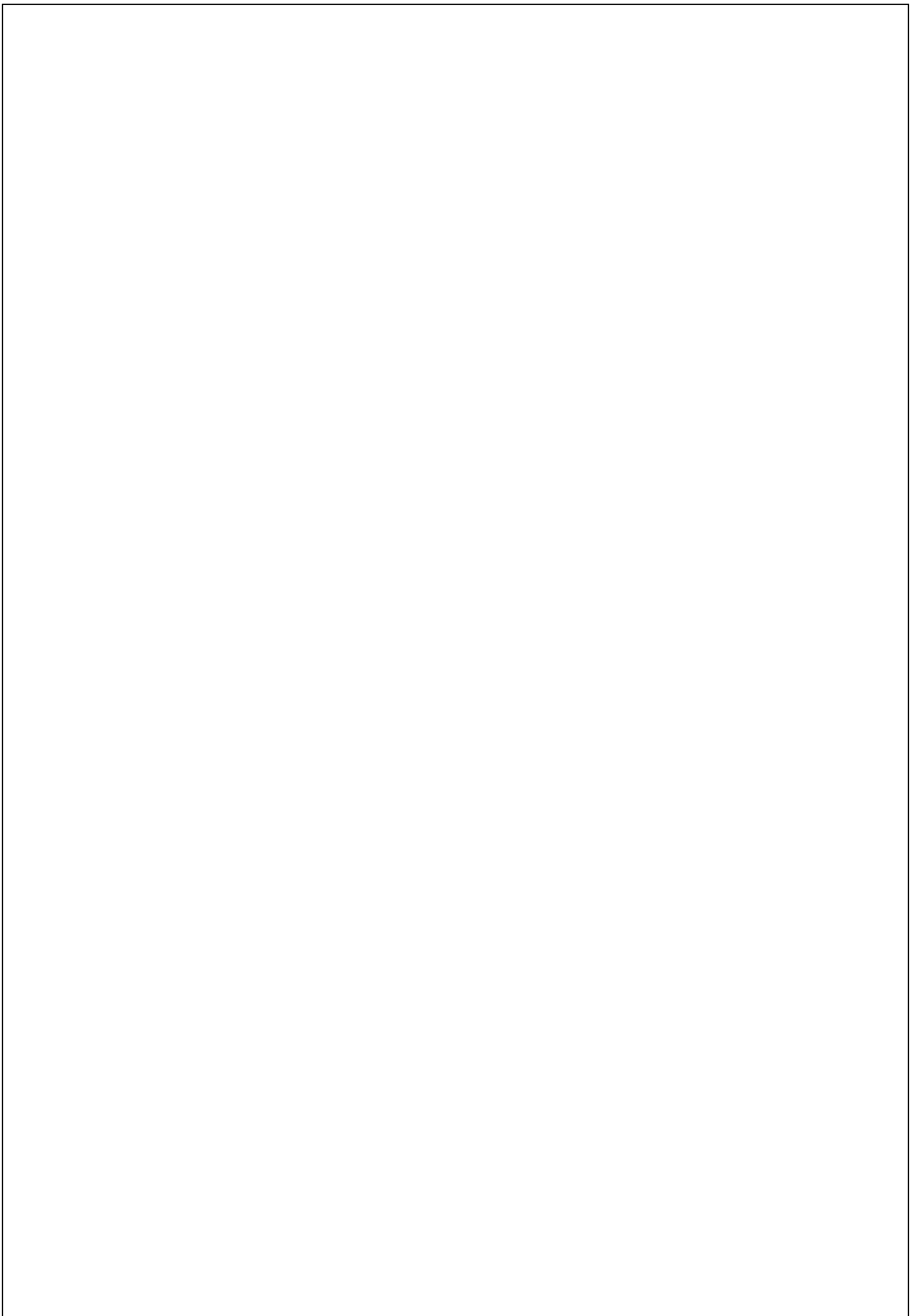
II.1.1 Echantillonnage..... 12

II.1.2 Analyses physico-chimique12

II.2 Partie microbiologique.....	18
II .2.1 Echantillonnage	19
II.2.2 Appareillages	19
II .2.3 Milieux de culture et réactifs.....	19
II .2.4 Analyses microbiologiques.....	19

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSIONS

III.1 Les analyses physicochimiques.....	26
III 1.1 Evolution pH.....	26
III.1 .2 Le titre hydrométrique.....	27
III .1.3 Conductivité.....	27
III .1.4 Titre alcalimétrique complet TAC.....	28
III .1.5 Chlore libre	28
III .1 .6 Les phosphates et les sulfites.....	29
III.2 Discussion générale	30
III .3 Analyses microbiologiques.....	32
III.4 Discussion des analyse microbiologique.....	34
CONCLUSION.....	36
Références bibliographiques.....	37
Annexes	
Résumés	



Liste des figures

- Figure -1-** Organigramme Brasserie Star AlgérieP 8.
- Figure -2-** Schéma de la station de traitement des eauxP 10.
- Figure -3- :** Évolution du pH au cours du traitement de l'eau filtrée, osmosée et brassage.....p 23.
- Figure -4- :** Évolution du pH au cours du traitement de l'eau adoucie, bache et chaudière.....P 23.
- Figure -5- :** Evolution du TH au cours du traitement de l'eau adoucie, bache et chaudière pendant dix jours (TH en °F).....P 24.
- Figure -6- :** Variation de la conductivité des eaux de process pendant dix jours (conductivité en uS/cm à 20°C).....P24.
- Figure -7-:** Evolution du TAC de l'eau, bache et chaudière pendant dix jours en °F.....P 25.
- Figure -8- :** Evolution du chlore libre de l'eau adoucie, bache et chaudière pendant dix jours.....P 25.
- Figure -9-:** Variation des phosphates et sulfites de l'eau chaudière pendant dix jours.....P 26.
- Figure -10- :** Dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux.
- Figure -11- :** Recherche des Coliforme totaux.....Annexe.
- Figure -12- :** Recherche des streptocoques fécaux.....Annexe.
- Figure - 13- :** Recherche les Clostridium sulfito-réducteurs.....Annexe.

Liste des tableaux

Tableau n° 1 : Les répartitions dans le TA et le TAC des espèces hydroxyles, carbonates et hydrogénocarbonates.....P 5.

Tableau n° 2 : Différentes étapes utilisées au longue chaine de traitement des eaux, à la BSA..... P 11.

Tableau n°3: Résultats des analyses physicochimiques de l'eau de forage.....P 23

Tableau n°4 : Résultats des analyses physicochimiques de l'eau filtrée et OsmoséeP 24.

Tableau n°5: Résultats des analyses physicochimiques de l'eau de brassage (process) et l'eau adoucieP 25.

Tableau n°6 : Résultats des analyses physicochimiques de l'eau de bêche et de chaudière.....P 26.

Tableau n° 7: Résultats des analyses microbiologiques effectuées sur les quatre échantillons... P 34.

Tableau n°8 : Indices de Nombre le Plus probable NPP.....Annexe.

Tableau n°9 : Exigences et normes des analyses physicochimique des eauxAnnexe.

Liste d'abreviations

HACCP: Hazard Analysis and Critical Control Points

BSA : Brasserie Star d'Algérie

pH : Potentiel d'Hydrogène

CNA : Capacité à Neutraliser les Acides

TA : Titre Alcalimétrique

TAC : Titre alcalimétrique complet

TH : Titre Hydrométrique (durté totale)

°f : Degré Français

UV : Ultra Violet

TR : Toure de Refroidissement

RC: Retour condensat

NTU: Nephilometric turbidity unit

EDTA : Ethylène Diamine Tétracétique

PCA : Plate Count Agar

BCPL : Bouillon Lactosé au Pourpre

S/C : Simple Concentration

D/C : Double concentration

Npp: Nombre le plus probable

Abs : Absence

VF : Gélose Viande Foie

CL.S.R: Clostridium Sulfito- Réducteur

EVA : L'éthyle- Violet à l'Azide de sodium

JOA : Journal Officiel Algérien

OMS : Organisation Mondiale de la santé

ISO : International Standardisation Organisation (Organisation Internationale de la normalisation)

: Nombre le plus probable

Abs : Absence

INTRODUCTION

Le contrôle de la qualité des aliments a été pendant longtemps limité aux contrôles des produits finis, par comparaison aux normes. L'industrie agro-alimentaire moderne s'intéresse à la maîtrise des paramètres qui influencent la qualité finale du produit. Le système HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points) a été développé pour répondre à cette spécificité de l'industrie agro-alimentaire moderne. Ce système passe par un ensemble de processus qui va de la maîtrise de la qualité des matières premières brutes, jusqu'au contrôle du produit fini en passant par les différents points critiques de la chaîne de production. Aujourd'hui, ce système de contrôle est largement utilisé dans les usines.

L'obtention de la qualité des aliments est quasiment impossible si la qualité des matières premières n'est pas maîtrisée (Jouve J.L 1994). L'eau est la matière première des industries agro-alimentaires qui mérite un contrôle rigoureux. Même si elle est inodore, incolore et sans saveur, certains paramètres physico-chimiques et microbiologiques peuvent lui conférer des caractéristiques qui, détériorent fortement la qualité finale du produit.

L'usine utilise l'eau de manière répétée au cours des stades successifs de la chaîne de fabrication. Et l'implication d'une eau contaminée, qu'elle soit le résultat d'une contamination directe ou d'un traitement inadéquat, donne un aliment contaminé. Nous a amené à choisir ce thème, afin d'analyser la gestion qualitative des eaux de la Brasserie Star d'Algérie, coïncidé une période de trois mois de stage pratique, à pour objectif de évaluation et amélioration de la qualité des eaux analysées par suivi leurs paramètres physicochimiques et microbiologiques.

I Généralités sur l'eau

Nom féminin du latin aqua, l'eau est un corps incolore, inodore, insipide et liquide à la température ordinaire. L'eau était considérée par les anciens comme l'un des quatre éléments de base avec le feu, l'air et la terre. Elle constitue un élément indispensable à la vie. Elle est le substrat fondamental des activités biologiques et le constituant le plus important des êtres vivants (70 % de leurs poids en moyenne). Comme elle représente également le constituant le plus abondant dans la plupart de nos aliments à l'état naturel (Cheftel, 1986). L'eau se rencontre dans l'écosphère sous trois états, solide, liquide, gazeux qui dépendent des conditions particulières de température et de pression.

I.1 Propriétés de l'eau

L'eau a des propriétés physiques ou chimiques, qui lui confèrent des qualités qu'il faut connaître pour comprendre mieux le rôle fondamental que joue cette molécule sur notre planète, aussi bien comme facteur essentiel pour les écosystèmes que comme élément vital pour les être vivants. (Jean M. 2016)

I.1.1 mobilité

L'eau est un corps continu, sans rigidité, qui coule facilement et remplit tous les interstices, puis s'étale en surface.

Elle possède un fort pouvoir mouillant qui lui donne des propriétés capillaires particulièrement importantes. Sa viscosité est variable selon sa composition chimique ou sa température. Elle est à l'origine des caractéristiques de miscibilité remarquable. (Michard G.2002).

I.1.2 Solvant universel

L'eau est le plus formidable solvant naturel à la surface de la terre. L'eau est capable de dissoudre quasiment n'importe quel substrat (solvant universel) (Michard G.2002).

I.1.3 Caractères organoleptiques

La couleur : La couleur est due à la présence des matières organiques dissoutes ou colloïdales. Une eau colorée n'est pas agréable pour les usages domestiques, en particulier pour la boisson, car elle provoque un doute sur sa potabilité. (Rodier, 1984).

L'odeur : Une eau destinée à l'alimentation doit être inodore. En effet, toute odeur est un signe de pollution ou de la présence de la matière organique en décomposition. (Rodier, 1984).

Le goût : Le goût peut être défini comme l'ensemble de la sensation gustative, lorsque l'aliment ou la boisson dans la bouche. (Rodier, 1984).

I.2 Les électrolytes minéraux

La nature chimique des terrains conditionne la composition électrolytique des eaux naturelles, il en résulte des qualités d'eau extrêmement variées et on peut classer les constituants minéraux en deux catégories : Les éléments fondamentaux et les éléments caractéristiques (Hadouchi. M 2008).

I.2.1 Les éléments fondamentaux

Ce sont ceux qu'on trouve dans toutes les eaux naturelles, ils représentent le système calco-carbonique associés aux ions issus de la dissociation de l'eau ; H_2CO_3 , Ca^{2+} , HCO_3^- , CO_3^{--} , OH^- et H^+ . Leur présence découle de la dissolution du CO_2 dans l'eau et du passage en solution sous l'effet de l'acidité carbonique, provenant du carbonate de calcium (CaCO_3).

Les eaux riches en Ca^{2+} ou eaux dures, se rencontrent dans les régions où le sol organique est épais. Dans les zones où le sol organique est mince la formation calcaires rares (concentration Ca^{2+} est faible). Les eaux douces, les Ca^{2+} il n'est pratiquement jamais absent (Hadouchi. M 2008).

- **Acidité et Alcalinité**

Le niveau d'acidité d'une eau est caractérisé par deux paramètres : son pH et sa capacité de neutraliser les acides, La capacité à neutraliser les acides (CNA) d'une eau illustre sa résistance vis-à-vis des acides. Plus la capacité à neutraliser les acides d'une eau est forte et plus celle-ci pourra recevoir d'acide sans que cela modifie son pH.(Coin. P1942)

Alcalinité : L'alcalinité d'une eau correspond à la présence d'espèces basiques telles que les ions hydroxydes (OH^-), les ions carbonate (CO_3^{2-}) et les ions hydrogénocarbonate (HCO_3^-). Elle est exprimée en degrés français ou en meq : $1^\circ\text{F} = 0.2 \text{ meq}$ (Brissart. R

2009). La neutralisation d'hydrocarbonate par l'acide donne du CO_2 libre selon la réaction suivante : $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

On distingue deux types d'alcalinité :

Le Titre Alcalimétrique (TA) et le Titre Alcalimétrique Complet (TAC). Ils permettent d'évaluer les teneurs en hydrogénocarbonate, en carbonates, hydroxydes alcalins et alcalino-terreux.

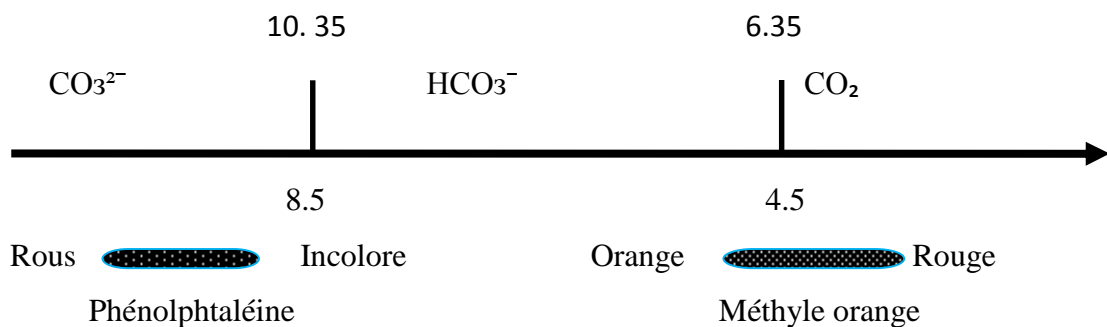
TA : permet donc de connaître la teneur en hydroxydes, la moitié de la teneur en carbonates, $\text{TA} = [\text{OH}^-] + \frac{1}{2} [\text{CO}_3^{2-}]$

TAC : permet de connaître la teneur totale en hydroxydes, carbonates, hydrogénocarbonates alcalins et alcalino-terreux, $\text{TAC} = [\text{OH}^-] + [\text{CO}_3^{2-}] + [\text{HCO}_3^-]$

Diagramme de prédominance des espèces CO_2 , HCO_3^- , CO_3^{2-}

On donne les PKa des couples acido-basique :

$\text{PKa} (\text{CO}_2 \text{ dissous} / \text{HCO}_3^-) = 6.35$; $\text{PKa} (\text{HCO}_3^- / \text{CO}_3^{2-}) = 10.35$



Le méthyle orange est remplacé par le vert de bromocrésol qui est mieux adapté.

Jaune à pH < 3.8, bleu à pH > 5.4

3.8 5.4

Vert de bromocrésol

Tableau I : Les répartitions dans le TA et TAC des espèces hydroxydes, carbonates et hydrogénocarbonates

Espèces	TA=0	TA<TAC /2	TA=TAC/2	TA>TAC/2	TA = TAC
HCO_3^-	TAC	TAC-2TA	0	0	0
CO_3^{2-}	0	2TA	TAC	2(TAC - TA)	0
OH^-	0	0	0	2TA - TAC	TAC

La dureté d'une eau (Titre Hydrométrique)

La dureté ou titre hydrotimétrique d'une eau est la grandeur reliée à la somme des concentrations en cations métalliques, à l'exception de ceux des métaux alcalins (Na^+ , K^+). Dans la plupart des cas, la dureté est surtout due aux ions calcium Ca^{2+} et magnésium Mg^{2+} (ions alcalino-terreux) (Sekerka, I. et Lechner, J.F.. 1975)

Le degré de dureté de l'eau potable classé en fonction de la concentration de carbonate de calcium (CaCO_3) : eau douce, de 0 à 60 mg /l, eau modérément dure, de 60 à 120 mg /l, eau dure, de 120 à 180 mg/L et eau très dure >180 mg /l (Normes Algérienne).

Même si la dureté est causée par des cations, on parle souvent de dureté carbonatée (temporaire) et de dureté non carbonatée (permanente). La dureté carbonatée concerne la quantité de carbonates et de bicarbonates qui peut être éliminée ou précipitée par ébullition. Ce type de dureté est responsable de l'entartrage des canalisations d'eau chaude et des bouilloires. La dureté non carbonatée est due à l'association des cations responsables de la dureté avec les sulfates, les chlorures et les nitrates. On l'appelle également «dureté permanente», car elle ne peut pas être éliminée par ébullition. (B.BRISSART 2009).

Dureté totale = dureté permanente (non carbonatée) +dureté temporaire (carbonatée)
--

I .2.2 Les éléments caractéristiques

Ils regroupent l'ensemble des autres ions minéraux, qui résultent aussi souvent de dissolvante de l'acide organique (HCO_3^-) : Mg^{2+} , Fe^{2+} , Mn^{2+} , Al, Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- , SiO_3^- , etc. leur présence donne sa particularité à l'eau, qui fera dire l'eau est magnésienne, ferrugineuse, chlorurée, séléniteuse. Parmi les éléments caractéristiques se situent aussi tous les éléments à l'état de traces plus ou moins importants qui peuvent jouer un rôle au niveau d'effets toxiques ou thérapeutiques éventuels de l'eau. (Hadouchi. M 2008).

I .3 Aspect microbiologique

Une eau potable ne doit pas contenir de germes pathogènes. Dans la pratique on admet que les contaminations microbiennes de l'eau de boissons proviennent dans la quasi-totalité des cas de matières fécales ; donc la possibilité d'apport de germes pathogènes. L'essentiel de l'analyse microbienne de l'eau de boisson consiste en la recherche et le dénombrement des germes de contamination fécale. Les germes test les plus connus sont les coliformes dont E. coli est le responsable le plus souvent nommé, les Streptocoques fécaux et les clostridium sulfite-réducteurs (C.S.R). (Lagardette, 2004).

I .4 Présentation de l'entreprise

L'Entreprise SPA Brasserie Star d'Algérie est une unité spécialisée dans la production des boissons alcoolisées son siège social se trouve dans la zone industrielle d'El-Kseur - Bejaia.

Sa création revient à signature du contrat de partenariat entre le groupe industriel AKMOUSSI et leurs partenaires UNIBRA Belgique le 12 février 2005. Sa nomination était Brasserie SKOL d'Algérie. Le 30 mars 2005 l'entreprise a commencé officiellement son activité et elle a commercialisé son premier produit en avril 2007. A partir du 12 février 2008 le nom de l'entreprise devient Brasserie Star d'Algérie après qu'elle devient à 100% Algérienne. La marque du produit est appelé ALBRAU ; qui signifie AL : Algérie BRA : Brasserie, U : Unibra.

I .4.1 Organigramme

L'entreprise est constituée de plusieurs départements et chacun d'eux comporte plusieurs services selon l'indication de l'organigramme suivant (voir figure -1)

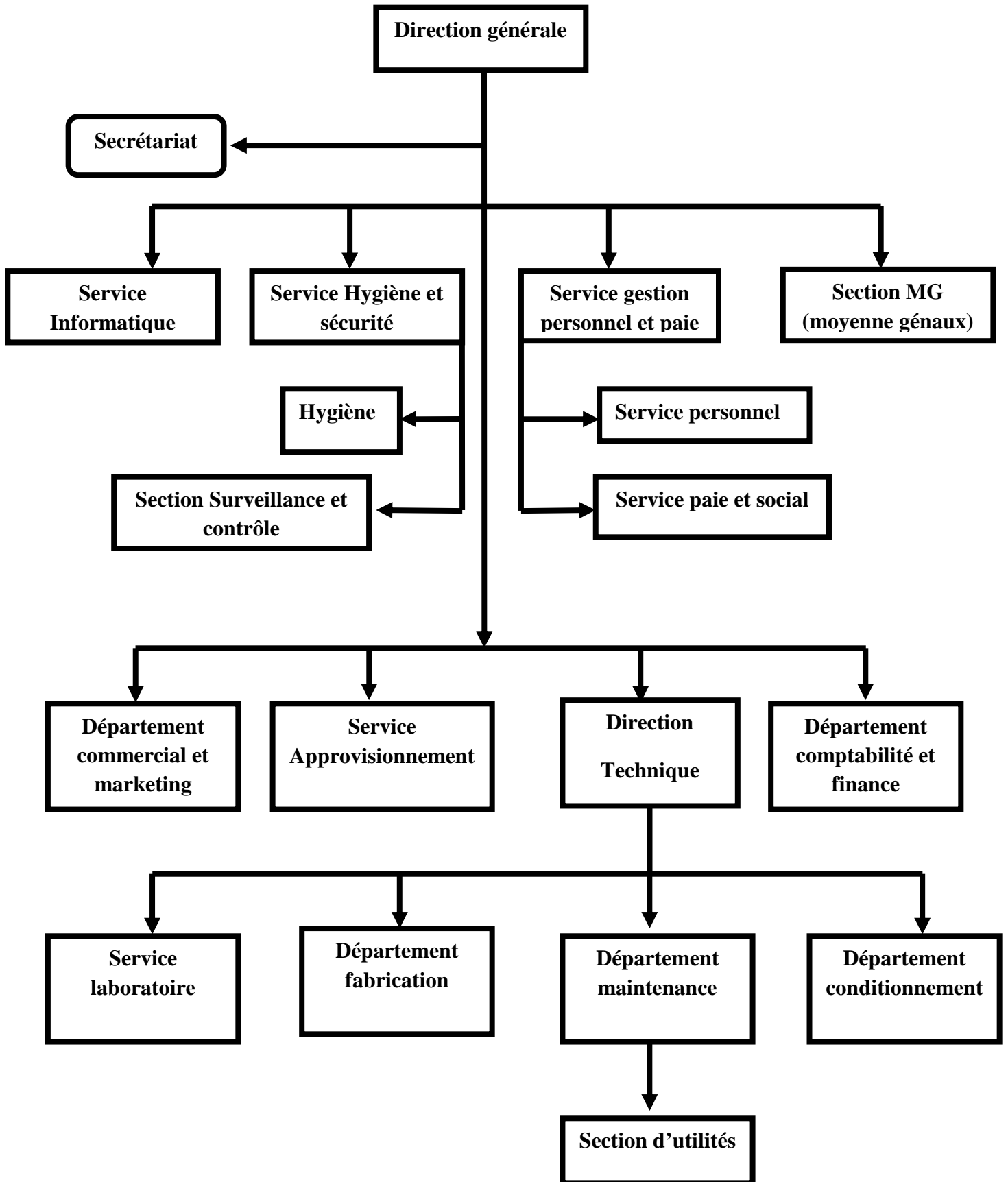


Figure -1- Organigramme de la Brasserie Star Algérie

I.4.2 Description du service utilité

Le service utilité est composé de plusieurs ateliers :

- froid
- chaudière
- électricité
- air comprimé
- récupération de CO₂
- Traitement des eaux

Les divers procédés de traitement de l'eau sont choisis d'une façon à satisfaire les exigences du Codex alimentarius (organisation mixte de l'ONU et de l'OMS). Pour répondre à ses exigences, la BSA dispose d'un système très efficace.

Le schéma suivant regroupe les différentes étapes de fonctionnement au niveau de la station des eaux. (Figure -2)

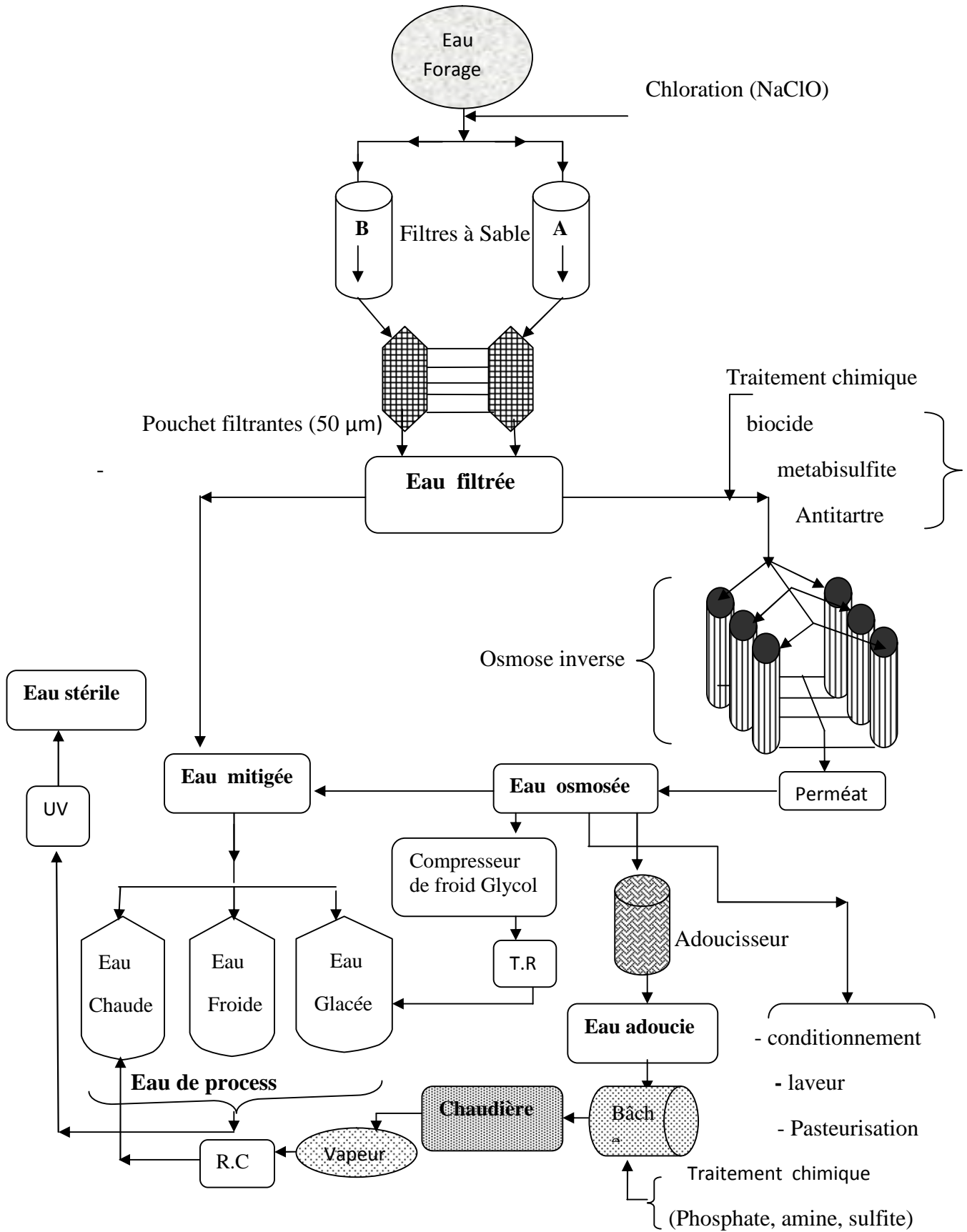


Figure -2- Schéma de la station de traitement des eaux

Chapitre II
Matériels et méthodes



La BSA est une industrie agro-alimentaire activant dans le domaine brassicole. En effet, la longue chaîne de la transformation du malt, du maïs, de houblon, de l'eau et de levure en bière ou encore la transformation du sucre, sont autant d'opérations intéressantes de la brasserie.

Nous sommes intéressés dans le présent travail est consacré à l'étude des mécanismes de traitement des eaux

L'un de nos objectifs étant de faire un état des lieux des techniques de traitement des eaux. Nous y avons d'abord suivie les différentes méthodes de traitement, avant de passer au contrôle de qualité et de conformité de différents types des eaux sur les deux plans, physicochimique et microbiologique. (Tableu II)

Tableau -II- différentes étapes utilise à la longue chaine de traitement des eaux, au BSA.

Procédé	Principe
Filtre à sable	procédé d'élimination de particules fines diminution du nombre de micro-organismes (bactéries, virus, kystes), par élimination de matières en suspension et colloïdales.
Chloration	désinfection par utilisation de chlore (hypochlorite de sodium)
Traitement chimique	Procédé de traitement par adjonction de trois produits : <ul style="list-style-type: none"> - Biocide - Metabisulfite - Antitartre
Osmose Inverse (déméralisation)	Consiste à éliminer les sels et matière en suspension dans l'eau . C'est un procédé de séparation en phase liquide par perméation à travers des membranes semi-sélectives. la partie qui passe à travers la membrane est le perméat, et celle qui ne passe pas à travers la membrane est le concentrât (retentât). Celle-ci contient les molécules ou particules retenues par la membrane.
Adoucisseur	Résine échangeuse des ions. C'est un moyen pour lutter contre l'entartage généré par la présence des ions Ca^{2+} et Mg^{2+} . Le but c'est de transformer une eau dure en une eau douce.
Bâche d'alimentation	Préchauffage de l'eau d'alimentation de la chaudière, et réservoir d'eau pour équilibrer le débit d'eau d'alimentation de la chaudière entre les retours et les condensats
chaudière	La chaudière est un dispositif permettant de chauffer l'eau pour produire de la vapeur.

II Control de Qualité

Les analyses s'effectuent aux différents points critiques de control au long de la chaîne de traitement, afin de vérifier l'efficacité des traitements et d'apporter les mesures et actions correctives en cas de non-conformité.

II.1 Partie physico-chimique

II.1.1 Echantillonnage

Les prélèvements des échantillons pour les analyses physico-chimiques ont été faits de la manière suivante :

- ouvrir le robinet de prise d'échantillon ;
- laisser couler l'eau pendant au moins une minute afin d'évacuer l'eau stagnante dans la conduite ;
- rincer deux à trois fois le flacon de prélèvement avec l'eau à échantillonner ;
- éviter de remplir complètement le flacon ;
- fermer soigneusement le flacon.

II.1.2 Analyses physico-chimique

➤ Mesure du pH

Le potentiel hydrogène, plus connu sous le nom de "pH" permet de mesurer l'acidité ou la basicité d'une solution. Le pH de l'eau pure à 25°C, qui est égal à 7, a été choisi comme valeur de référence d'un milieu neutre. Il représente la concentration des ions hydrogènes dans une solution. Cette mesure est importante car le pH régit un grand nombre d'équilibres physico-chimiques.

Le pH est mesuré par la méthode électrométrique. Dans le cadre de notre étude, nous avons utilisé le pH-mètre avec compensation automatique de température.

Le protocole d'analyse :

- s'assurer que le pH-mètre est étalonné ;
- plonger l'électrode du pH-mètre dans l'échantillon ;

- laisser la valeur se stabiliser et lire directement la valeur du pH sur l'écran.

➤ **Mesure de la conductivité**

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes, par des ions chargés électriquement.

Nous l'avons mesurée à l'aide d'un conductimètre, exprimée en microsiemens par centimètre ($\mu\text{S}/\text{cm}$), à 25°C.

Protocole d'analyse :

- plonger l'électrode du conductimètre dans l'échantillon.
- Lire la valeur de la conductivité en $\mu\text{S}/\text{cm}$ ou en mS/cm directement sur l'écran du conductimètre.

➤ **Mesure de la Turbidité**

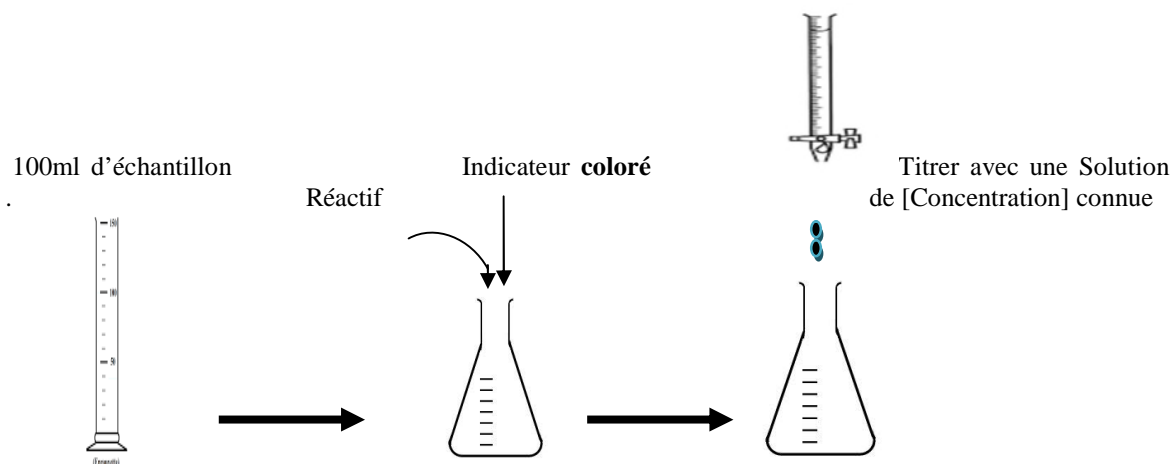
La turbidité désigne la teneur d'une eau en particule suspendus qui la troublent. Elle est déterminée à l'aide d'une néphélométrie UTN (turbidimètre).

Protocole d'analyse :

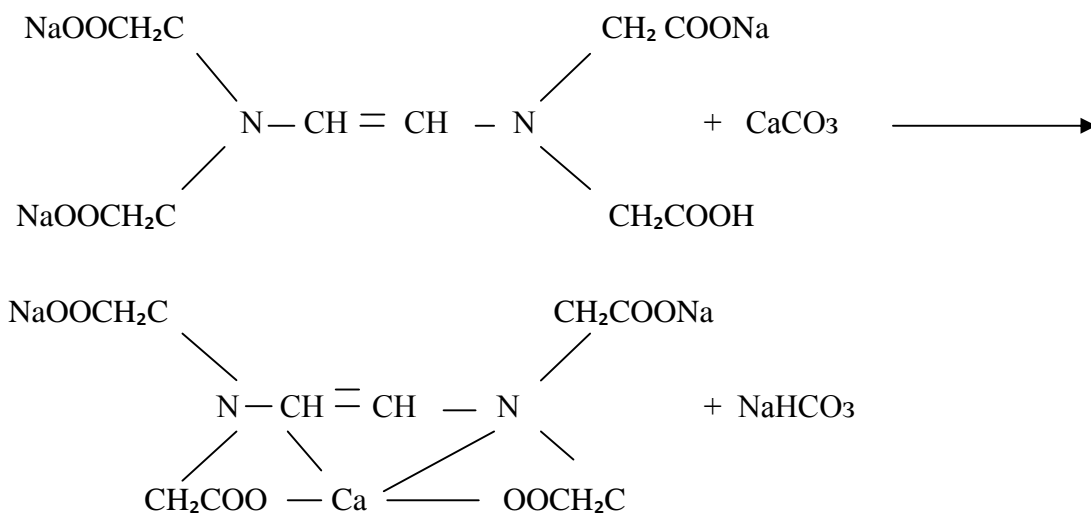
- Contrôle et assurance de la propreté de l'appareil
- Flacon d'échantillon doit être propre et exempt de dépôt, tache et marque susceptible de fausser les résultats.
- Faire la mesure et lire la valeur directement sur l'écran (EBC)

➤ **Méthodes Titrimétriques et Colorimétriques**

La titrimétrie comprend l'ensemble des méthodes analytiques basées sur la neutralisation d'un certain volume d'eau par une solution de concentration connu, en présence d'un indicateur coloré (Rodier, 1984).



TH : Il est déterminé par complexométrie. Le dosage est fait sous agitation. Les réactifs utilisés sont : une solution tampon ammoniacal à pH 10, de l'EDTA (0.02N) et un indicateur complexométrique le Noir Eriochrome T (NET). Comme montre les détaille cette réaction suivante :



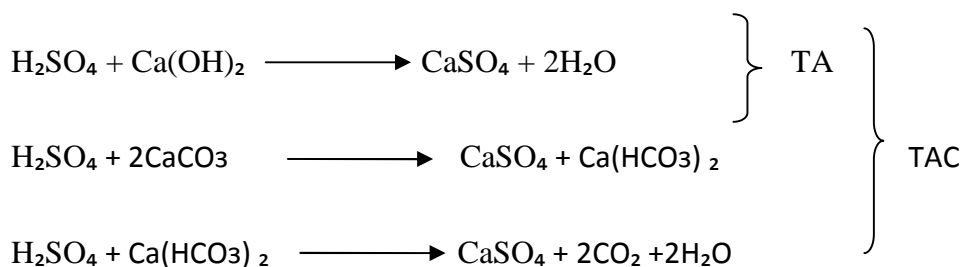
Protocole d'analyse :

- Prélever 100 ml d'échantillon d'eau à analyser dans un erlenmeyer de 250 ml ;
- Ajouter 2 ml (20 goutte) du tampon ammoniacal à pH 10 pour basicifier le milieu réactionnel ;
- Ajouter 3 gouttes du indicateur colore Eriochrome T ou NET ;

- La solution se colore au violet au cas où l'échantillon est dur. Dans le cas contraire, le TH = 0 °f (coloration bleue),
- doser à l'aide de la solution d'EDTA, jusqu'au virage total au bleu, Soit TH égale le volume de la chute de la burette.

TH Ca⁺⁺: le principe est identique à celui de la méthode Titrimétriques décrite pour la dureté totale, toutefois on utilise : NaOH 5N (13gouttes), l'EDTA (0.04N) et des pointe de murexide comme un indicateur coloré.

TA et TAC : sont déterminés par dosage acido-basique, les mesures sont réalisées en neutralisant un certain volume V d'eau, par l'acide sulfurique H₂SO₄ de normalité 0.1 N, en présence de phénolphtaléine pour le TA, et en présence de méthylorange pour le TAC. Les équations au dessous expliquent le déroulement de la réaction.

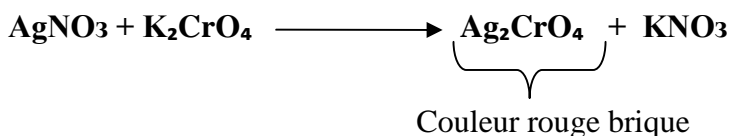
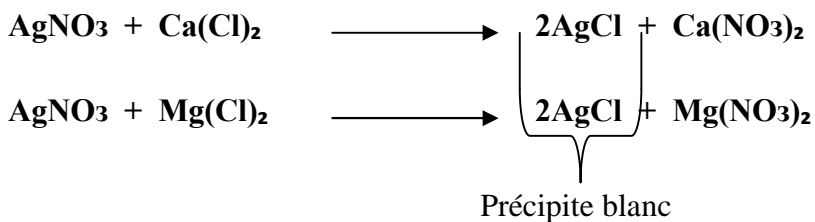


Protocole d'analyse

- prélever 100 ml de l'échantillon dans un erlenmeyer de 250 ml;
- ajouter 2 à 3 gouttes d'indicateur phénolphtaléine et agiter ;
- si le milieu réactionnel ne vire pas (virage de l'incolore), le TA = 0 °f;
- si le milieu réactionnel vire au rose, doser, avec l'acide sulfurique jusqu'au virage de rose à l'incolore tout en agitant. Le TA est égale au volume de l'acide sulfurique utilisé ;
- ajouter 2 à 3 gouttes d'indicateur méthylorange dans le milieu réactionnel qui, vire à l'orange ;
- continuer le dosage avec l'acide sulfurique tout en agitant, sans refaire le zéro de la burette jusqu'au virage de rouge orangé. Le TAC est égal au volume de la chute de la burette.

Dosage des chlorures Cl^-

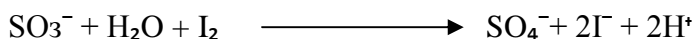
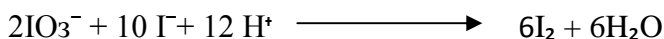
La détermination des chlorures se fait par la méthode de Mohr, en milieu neutre (le pH de l'eau à analyser doit être entre 5 à 9). Lors de notre étude, nous avons utilisé : une solution de nitrate d'argent AgNO_3 (0,1 N) et conservée dans l'obscurité et une solution indicatrice K_2CrO_4 (10 %) (Rodier, 1984). La réaction est décrite par ces formules suivantes :



Déroulement de l'analyse

- prélever 100 ml de l'échantillon à analyser dans le flacon de 250 ml;
- additionner 3 gouttes ou 2 ml de chromate de potassium;
- Titrer jusqu'à apparition du précipité de chromate d'argent (précipité rouge brique) avec la solution de nitrate d'argent.

Sulfites (SO_3^{2-}) : Dosage titrimétrique (titration oxydoréduction, iodométrie). Dans le cadre de notre étude, nous avons utilisé l'iodate de potassium en présence de HCl, de KI (5%) et amidon. la réaction est traduite à ces équations au dessous :



Protocole d'analyse

- prélever 100 ml de l'échantillon à analyser dans le flacon de 250mL;

- additionner 5ml de HCl et de KI et 1 ml d'amidon dans les 100 ml de l'échantillon
- si la couleur bleue est présente dans le milieu réactionnel ; pas de titrage avec KIO_3 , car $[\text{SO}_3^{2-}] = 0$ ppm et si il n'y a pas de coloration bleue, doser avec KIO_3 jusqu'au virage au bleu, le $[\text{SO}_3^{2-}]$ ppm est égale au volume de la chute.

Les phosphates : les phosphates et les poly phosphates empêchent la corrosion par les eaux agressives, ils se forment une mince couche protectrice de phosphate de fer et de calcium, ce qui empêche la formation de tartre qui forme des complexes stables avec les générateurs de dureté présente dans l'eau.

Lors de notre étude la détermination des phosphates est réalisée après la détermination de TA et TAC par titration avec NaOH.

Déroulement de l'analyse

- prélever 100 ml de l'échantillon à analyser dans le flacon de 250 ml;
- porter l'échantillon à ébullition pendant 10 min après détermination du TAC ;
- porter le volume à 100 ml avec l'eau distillée après refroidissement de l'échantillon ;
- décolorer au jaune l'échantillon avec NaOH ;
- ajouter 3 gouttes de phénolphaléine, titrer avec NaOH jusqu'à ce que la solution devienne rouge orangée ;
- lire la valeur de NaOH versée pendant la titration lors de la deuxième chute.

➤ **Méthode spectrophotométrie**

La spectrophotométrie est parmi les nombreuses méthodes instrumentales utilisées pour déterminer la concentration d'une espèce chimique en solution et qui est basée sur la mesure de l'intensité d'absorption ou d'émission d'un rayonnement par l'espèce à doser. Les plus utilisées sont l'Ultra Violet, la lumière visible et l'Infra Rouge (Rodier, 1984).

Dosage de la silice : la détermination de la silice est réalisée par spectrophotométrie. Dans le cadre de notre étude, nous avons utilisé du HCl à 10% et 1g de molybdate d'ammonium.

Protocole d'analyse :

- Prélever 100 ml de l'échantillon à analyser dans le flacon de 250 ml;
- Ajouter 5 ml de HCl et 1g de molybdate d'ammonium (indicateur colorée) ;
- Agiter jusqu'à obtention d'une coloration verte dont l'intensité traduit la concentration en SiO_2 ;
- Mettre le spectrophotomètre sous tension et laisser se stabiliser ;
- Établir le dosage en mode absorbance avec fixation de la longueur d'onde à 410 nm.
- Lire l'extinction de la solution par apport à l'eau distillée (blanc).

Dosage du fer : le principe est identique à celui du dosage de la silice. Toutefois on utilise KSCN et H_2O_2 à 3% et HCl à 20%, à la longueur d'onde de 480 nm.

II.2 Partie microbiologique

II .2.1 Echantillonnage

Les prélèvements pour les analyses microbiologiques ont été faits rigoureusement avec toutes les conditions d'asepsie nécessaires dans des flacons stériles en verre de 250 ml, selon l'ordre des étapes suivantes :

- laver correctement les mains et les désinfecter avec l'alcool ;
- ouvrir le robinet de prise d'échantillon ;
- laisser couler l'eau afin d'évacuer l'eau stagnante dans la conduite ;
- flamber jusqu'à ce que le robinet devient brulant pour détruire les impuretés et bactéries ;
- flamber le goulot du flacon avant et après remplissage, éviter de toucher le goulot ou de faire tomber le bouchon
- maintenir la flamme près du robinet et ouvrir ce dernier à un débit moyen ;

- laisser couler pendant au moins une minute pour refroidir le robinet avant de prélever l'échantillon ;
- puis prélever et étiqueter l'échantillon.

II.2.2 Appareillages

- ✓ Autoclave
- ✓ Balance analytique
- ✓ Microscope photonique
- ✓ Etuve bactériologique
- ✓ Bain marie
- ✓ Compteur de colonies
- ✓ Jarre d'anaérobiose
- ✓ Bec Bunsen
- ✓ Agitateur magnétique
- ✓ Rampe de filtration sur membranes

II .2.3 Milieux de culture et réactifs

- Gélose PCA
- Gélose VF
- Bouillon de Rothe
- Bouillon BLBVB
- Bouillon BCPL
- Thiosulfite de sodium (Na_2SO_3)
- Alun de fer (F_2SO_4)

II .2.4 Analyses microbiologiques

Les analyses ont porté sur les différents types d'eaux suivantes :

- Eau de brassage (process)
- Eau osmosée
- Eau filtrée (traitée)
- Eau stérile (eau de rinçage)

- **Dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux (flore totale)**

Cet examen vise à dénombrer spécifiquement le plus grand nombre de micro-organismes en particulier des bactéries se développant dans les conditions aérobies habituelles de culture et ce quelque soit le milieu utilisé (milieux non sélectifs). (Guiraud J.P. et Galzy P, 1998).

Déroulement de l'analyse

On introduits 1 ml de l'échantillon dans des boîtes de Pétris coulées avec gélose PCA en surfusion à $45^{\circ}\text{C}\pm 1$. Après homogénéisation et solidification du milieu, la lecture est faite après 24 heures d'incubation à 37°C ou après 72 heures d'incubation à 22°C . À la fin de la période d'incubation, les boites contenant un nombre de colonie compris entre 15 et 300, sont dénombrables. Les résultats sont exprimés en nombre de colonies ou unités formatrices de colonies UFC/ml. (ISO, 8199).

- **Recherche et dénombrement des germes de contamination fécale**

Les germes de contamination fécale recherchés dans l'eau sont les coliformes fécaux, les streptocoques fécaux et les Clostridium sulfito-réducteurs.

- **Recherche des Coliforme totaux**

Les Coliformes Caractérisé par leur aptitude à fermenter le lactose en acide lactique (test présomptif sur milieu BCPL, et pour test confirmatif sur BLBVB...) avec dégagement de gaz supérieur ou égale 1/10 du volume de la cloche (gaz+) à 37°C pendant 48h (Rejsek, 2002).

Ce test est réalisé sur bouillon lactosé additionné d'indicateur de pH pourpre de bromocrésol (BCPL), avec la cloche de Durham. Dans notre étude nous avons utilisé la méthode de détermination du nombre le plus probable (NPP) en série de 5 tubes, il consiste à porter aseptiquement 10 ml d'échantillons dans chacun des 5 tubes contenant 10 ml de bouillon BCPL double concentré (D/C), plus un flacon de 100ml (50ml échantillons et 50ml de bouillon lactose), et 1ml d'échantillon introduit dans les 5 tube du 9 ml de bouillon BCPL pour simple concentré (S/C). La présence de coliformes totaux se traduit par la présence à la fois un trouble microbien et un dégagement gazeux avec un virage de

la couleur violet au jaune, selon la prescription de la table de Mc Grady. (ISO, 9308/2) et (NA 2691).

- **Recherche des streptocoques fécaux**

La recherche ou le dénombrement de l'ensemble des espèces appartenant au groupe des Streptocoques fécaux englobe le genre « Enterococcus » et les streptocoques du groupe antigénique D, pour leur développement en utilisant un milieu de présomption de Rothe et un autre de confirmation de l'Eva Litsky (Guiraud J.P. et Galzy P, 1998).

Déroulement de l'analyse

On ensemence une série des 5 tubes contenant le milieu Rothe, 10ml d'échantillon pour D/C (10ml) plus un flacon de 50ml d'échantillon et 1ml d'échantillon pour 9ml de S/C. L'incubation se fait à 37 °C pendant 48h. Les tubes présentent un trouble plus un précipité blanc pendant le temps d'incubation considéré positifs (ISO 7899/1-1994 (F)).

- **Recherche des Clostridium sulfito-réducteurs**

Les Clostridium sulfito-réducteurs et les Clostridium perfringens réduisent les sulfites en sulfures. Les Clostridium sulfito-réducteurs (ou leurs spores) sont des bactéries commensales de l'intestin ou saprophytes du sol. Leur croissance dans un milieu de la gélose viande foie (VF) est rendu sélectif par le sulfite de sodium et l'alun de fer (Guiraud J.P. et Galzy P, 1998).

Déroulement de l'analyse

Ensemencement en profondeur avec 1ml d'échantillon d'eau dans deux tubes, après avoir chauffé à 80 °C pendant 10 min afin d'éliminer les formes végétatives. Par la suite faire passer sous filet d'eau froide 10 ml d'échantillon d'eau pour la forme végétative, puis on coule dessus la gélose VF. L'incubation se fait à 46 °C pendant 48h, les colonies apparaissent noires (ISO 6461-2) et (NA 764).

Le contrôle de qualité vise essentiellement à s'assurer de la qualité de l'eau utilisée pour la fabrication. A cet effet, des analyses physico-chimiques sont effectuées à différents points critiques de la chaîne de traitement. Les résultats de ces analyses sont présentés dans les tableaux suivants :

Tableau III : Résultats des analyses physicochimiques de l'eau de forage

Type d'eau	Eau de forage					
Paramètre	pH	TH totale	TA	TAC	Conductivité	Turbidité
Jour	/	°f	°f	°f	µS/cm	EBC
1	6.78	166	0	52	6730	0,02
2	6.93	167	0	50	6750	0.02
3	6.79	171	0	49	6480	0,01
4	6.85	170	0	51	6610	0.02
5	6.82	162	0	35	6010	0.02
6	6.89	181	0	38	6120	0.03
7	6.82	176	0	44	5900	0.01
8	6.80	178	0	49	6060	0.01
9	6.85	181	0	50	5870	0,01
10	6.75	179	0	51	5333	0,01
Moyenne	6.83	173.1	0	46.9	6186,3	0,01
Min	6.75	162	0	35	5333	0,01
Max	6.93	181	0	52	6750	0,03

Tableau IV : Résultats des analyses physicochimiques de l'eau filtrée et Osmosée

Type d'eau	Eau filtrée							Eau osmosée						
Paramètre	pH	TH totale	TA	TAC	Conductivité	Cl ₂ libre	Turbidité	pH	TH	TA	TAC	Conductivité	Cl ₂ libre	Cl ⁻
Jour	/	°f	°f	°f	µS/cm	ppm	EBC	/	°f	°f	°f	µS/cm	(mg/l)	(mg/l)
1	6,9	160	0	28	6580	0,25	0,02	6,14	2,7	0	3	701	0	198.25
2	7,05	161	0	28	6690	0,80	0,01	6,33	2	0	3	735	0	195.5
3	6,91	165	0	28	6670	0,60	0,01	6,27	2	0	5	736	0	194.6
4	6,97	164	0	29	6680	0,40	0,02	6,17	3,3	0	5	752	0	200
5	6,94	156	0	29	6730	0,40	0,01	6,4	3,8	0	4	780	0	196.00
6	7,01	172	0	29	6840	0,30	0,02	6,56	3	0	3	747	0	191.35
7	6,94	170	0	29	6620	0,50	0,00	6,05	3	0	3	789	0	189.75
8	6,92	170	0	29	6780	0,30	0,00	6,02	3,2	0	3,5	720	0	187.73
9	6,99	175	0	30	6590	0,40	0,01	6,36	3	0	3,5	716	0	189.35
10	7,01	174	0	28	6050	0,30	0,01	6,36	4,7	0	3,5	672	0	190.1
Moyenne	6,964	166,7	0	28,7	6623	0,43	0,01	6,27	3,07	0	3,65	734,8	0,00	200,00
Min	6,9	156	0	28	6050	0,25	0,00	6,02	2,00	0,00	3	672	0	197,33
Max	7,05	175	0	30	6840	0,80	0,02	6,56	4,70	0,00	5	789	0	200,00

Tableau V: Résultats des analyses physicochimiques de l'eau de brassage (process) et l'eau adoucie

type d'eau	Eau de Brassage								Eau Adoucie			
	pH	TH °f	TA °f	TAC °f	Conductivité µS/cm	Cl ₂ libre	Cl- (mg/l)	Turbidité EBC	TAC (°f)	TA (°f)	TH (°f)	pH
1	6,3	10,1	0	3,5	996	0	284	0	3,0	0,0	0,5	6,04
2	6,56	7	0	3,5	1068	0	285,77	0	2,5	0,0	0	6,05
3	6,48	7,5	0	3,5	1115	0	287,55	0,02	2,0	0,0	0	6,11
4	6,5	12	0	4	1138	0	308,85	0,01	3,0	0,0	0,1	6,18
5	6,5	8,5	0	4,5	1020	0	298,2	0,01	2,0	0,0	0	6,11
6	6,49	9	0	4,5	993	0	248,5	0	2,5	0,0	0	6,3
7	6,26	11,5	0	4,5	1060	0	259,15	0,01	2,0	0,0	0	6,06
8	6,24	10,3	0	4,5	1075	0	298,2	0,01	1,5	0,0	0	6,02
9	6,51	10,5	0	5	1000	0	287,55	0,01	2,5	0,0	0	6,05
10	6,63	11,5	0	3,5	945	0	305,3	0,01	3,5	0,0	0	6,04
Moyenne	6,447	9,79	0,00	4,1	1041	0	286,31	0,008	2,45	0,00	0,06	6,10
Min	6,24	7	0	3,50	945	0	248,5	0,00	1,50	0,00	0,00	6,02
Max	6,63	12	0	5,00	1138	0	308,85	0,02	3,50	0,00	0,50	6,30

Tableau VI: Résultats des analyses physicochimiques de l'eau de bêche et le de chaudière

type d'eau	Eau de bêche						Eau de Chaudière									
	TAC (°f)	TA °f	TH (°F)	Cl ⁻ (mg/l)	pH	Conductivité (µcm/S)	TA (°F)	TAC (°F)	TH (°F)	pH	P ₂ O ₅ (mg/l)	NaSO ₃ (mg/l)	Cl ⁻ (mg/l)	Conductivité (µcm/S)	Fer (mg/l)	Silice (mg/l)
1	5	2.5	0,2	63,9	<u>7,49</u>	30,2	5	10	0,3	9,95	11,85	10	106,5	1000	0,15	0,05
2	3,5	1.5	0,1	71	<u>7,04</u>	42,8	7	15	0,1	10,9	11,85	12	113,6	1038	0,1	0,02
3	1	1.5	0	74,55	8,71	136	2,5	14,5	0	10,69	14,22	20	117,15	1200	0,1	0,04
4	4,5	3	0,1	53,25	9,68	176,3	8,5	13,5	0,4	11,1	26,07	35	120,7	1250	0,08	0,04
5	1,5	2	<u>0</u>	<u>60,35</u>	10,08	150	7	13,5	0,3	11,03	23,7	20	124,25	1100	0,15	0,04
6	6,5	2.5	0	63,9	8,85	162	5	19	0,1	11,85	23,7	40	120,7	1250	0,14	0,05
7	8	4.5	0	74,55	10,05	163	11,5	34	0	11,51	21,33	45	124,25	1300	0,08	0,02
8	4,5	2.5	0	95,55	9,09	160	11,5	34	0	10,98	21,33	50	134,9	1380	0,08	0,01
9	7,5	3.5	0	134,9	10,68	180	15	33	0	11,03	30,81	50	142	1420	0,14	0,02
10	10	7	0	138,45	9,03	378	12,5	45	0	11,41	42,66	60	195,25	1500	0,1	0,02
Moyenne	5,20	4.00	0,04	83,04	9,07	157,83	8,55	23,15	0,12	11,05	22,75	34,20	129,93	1244	0,112	0,031
Min	1,00	1.5	0,00	53,25	7,04	30,20	2,50	10,00	0,00	9,95	11,85	10,00	106,50	1000	0,08	0,01
Max	10,00	7.00	0,20	138,45	10,68	378,00	15,00	45,00	0,40	11,85	42,66	60,00	195,25	1500	0,15	0,05

III Résultats et discussions

III.1 Les analyses physico-chimiques

Pour mieux étudier les effets de ce traitement sur les paramètres physico-chimiques des eaux, nous avons représentés les résultats obtenus par figures suivantes :

III 1.1 Evolution du pH

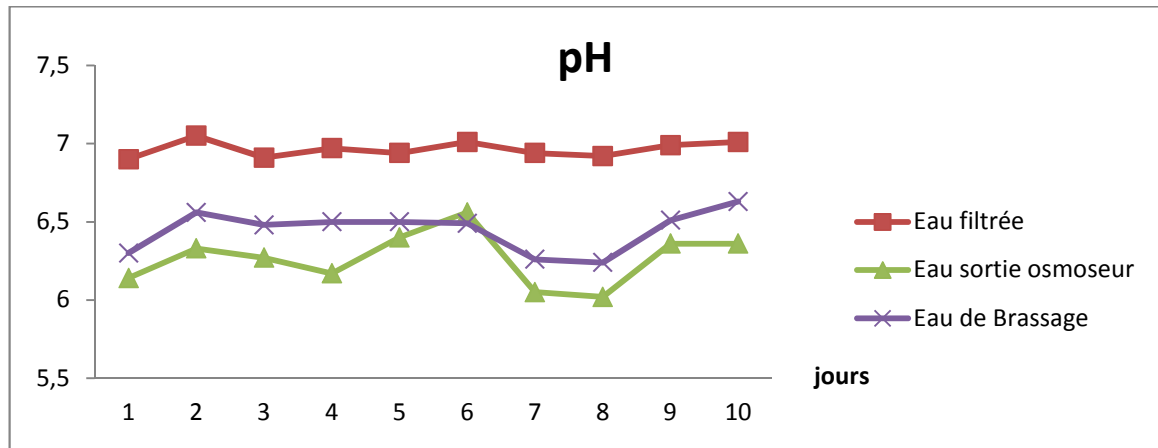


Figure 3 : Évolution du pH au cours du traitement de l'eau filtrée, osmosée et brassage

La figure 3 montre que le pH de l'eau filtrée est supérieure à celui de l'eau osmosée et de l'eau de brassage et le pH de ce dernier est un peu plus élevé à celui de l'eau osmosée.

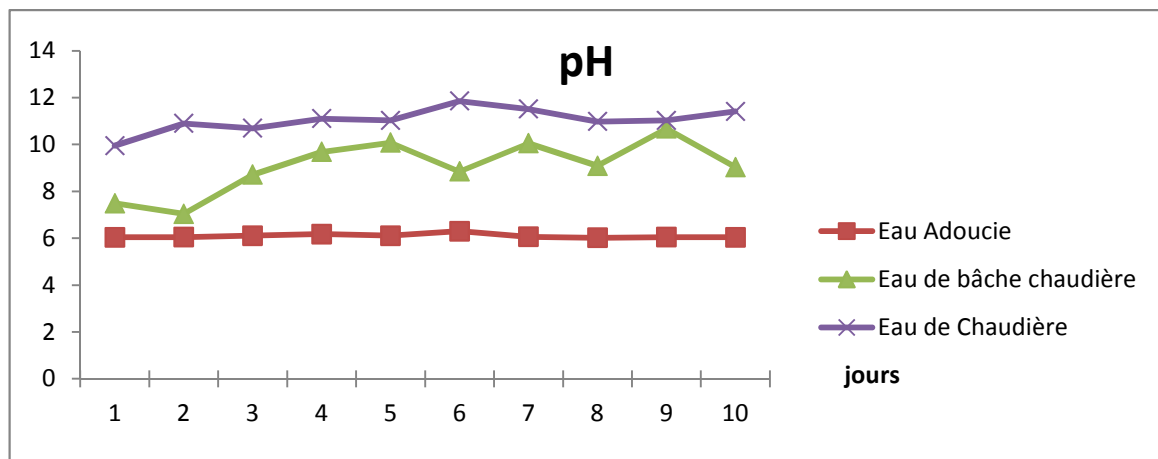


Figure 4 : Évolution du pH au cours du traitement de l'eau adoucie, bache et chaudière

On remarque d'après la figure 4 que l'eau de chaudière et l'eau de bache ont des valeurs de pH basique. Toutefois, le pH de chaudière légèrement supérieure à celui de l'eau de bache. L'eau adoucie a un pH inférieur à 7 (entre 6.02 et 6.30).

III.1 .2 Le titre hydrométrique TH

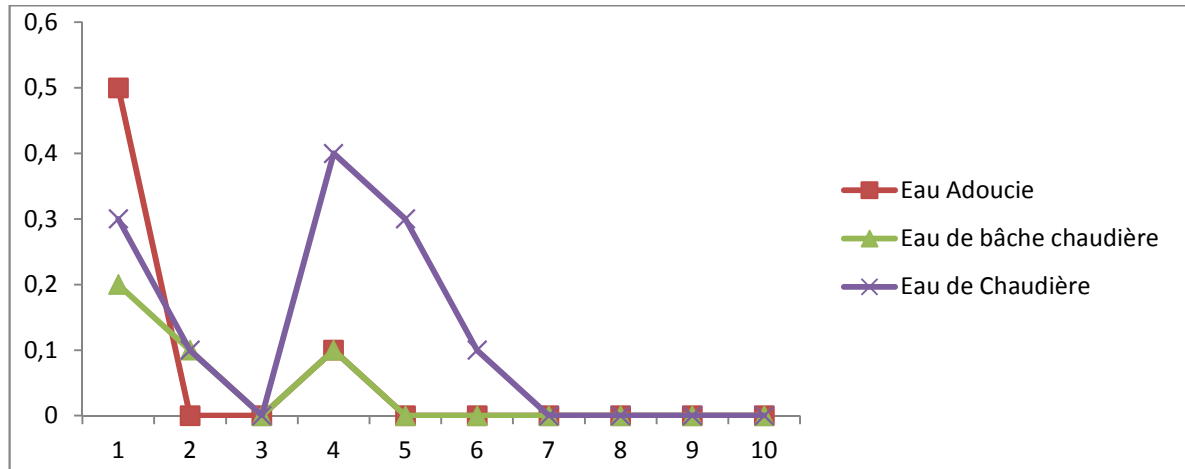


Figure 5 : évolution du TH au cours du traitement de l'eau adoucie, bache et chaudière pendant dix jours (TH en °F).

La figure 5 indique que le TH de l'eau adoucie, bache et de chaudière pendant le premier et le quatrième jour sont élevés, par rapport aux autres jours et cela pour les trois types d'eaux.

III .1.3 Conductivité

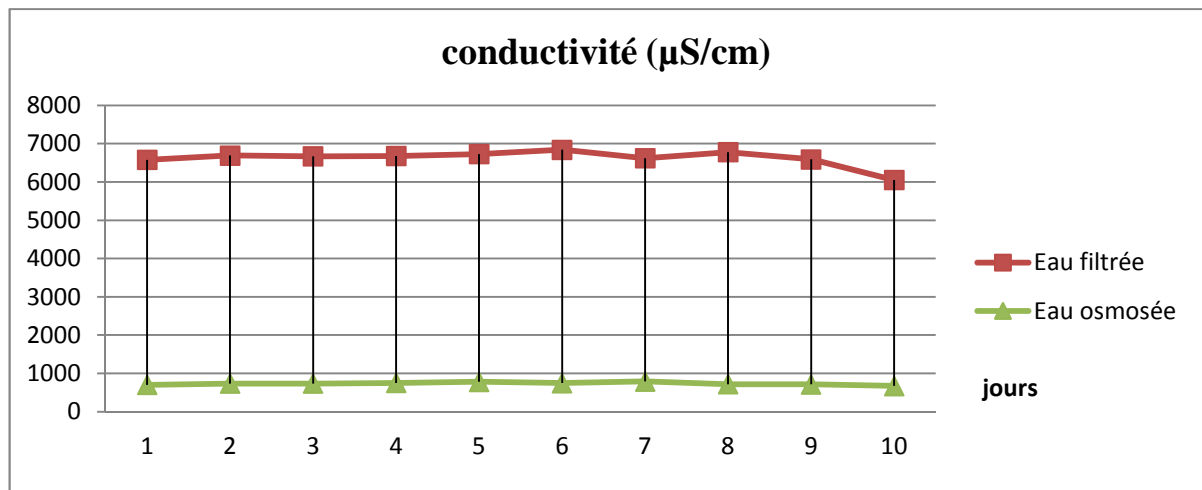


Figure 6 : variation de la conductivité des eaux de process pendant dix jours (conductivité en µS/cm à 20°C).

D'après la figure 5, La valeur de la conductivité de l'eau filtrée situe entre 6050 à 6840 µS/cm. C'est un domaine très élevé par comparaison à celui de l'eau osmosée qui est de

672 à 789 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Ceci prouve que la déminéralisation de l'eau par osmose inverse a été bien menée et le taux de déminéralisation est de 89 %.

III .1.4 Titre alcalimétrique complet TAC

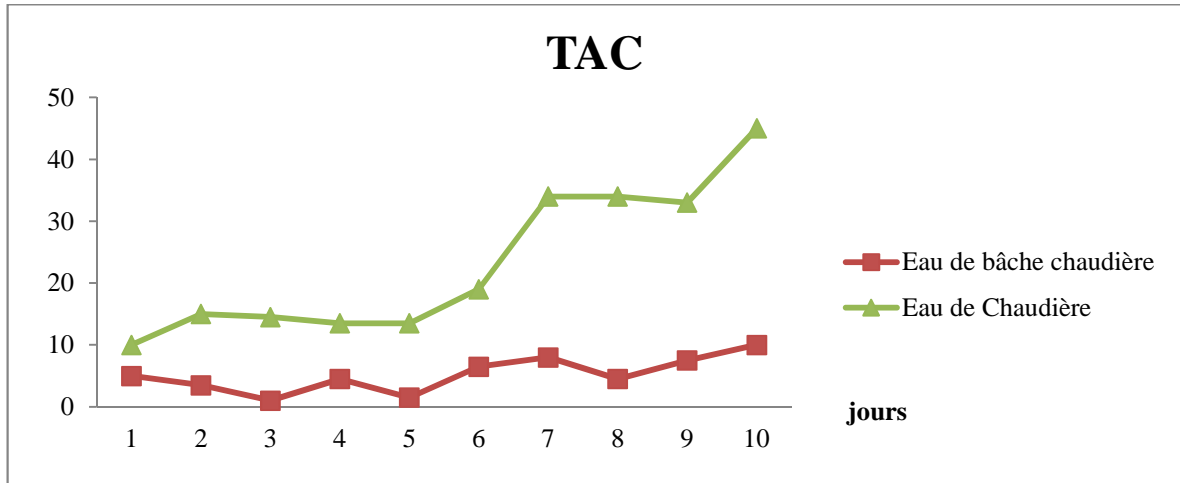


Figure 7: évolution du TAC de l'eau de bache et de chaudière pendant dix jours en °F.

L'allure des deux courbes dans la figure 7 montre que le TAC de l'eau de chaudière est supérieur au TAC de l'eau de bache. A partir de sixième jour, on observe une augmentation du TAC de ces échantillons.

III .1.5 Chlore libre

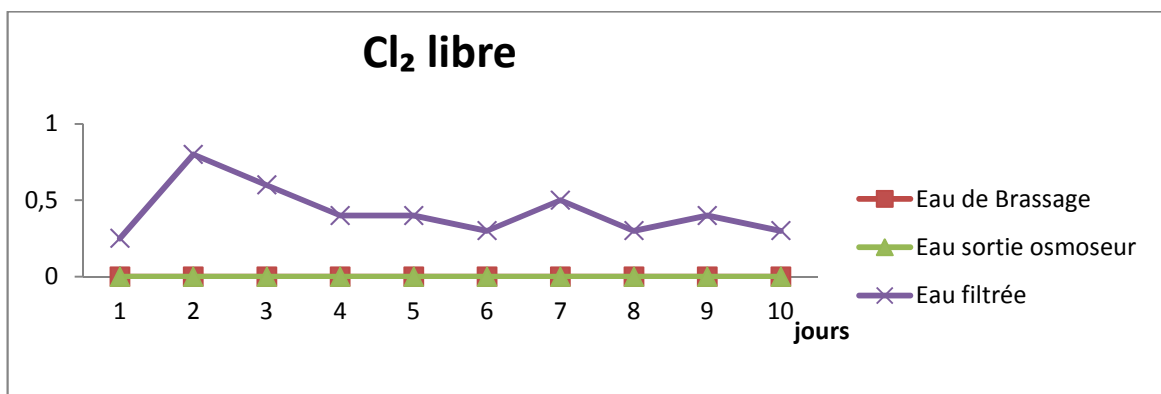


Figure 8 : évolution du chlore libre de l'eau brassage, osmosée et filtrée pendant dix jours.

La teneur en chlore libre de l'eau filtrée exprime des faibles valeurs pendant le premier, le sixième, le huitième et le dixième jour et des valeurs plus ou moins élevées dans les autres jours. la teneur en chlore libre était nul Pour l'eau osmosée et l'eau de brassage. (Figure 8).

III .1 .6 Les phosphates et les sulfites

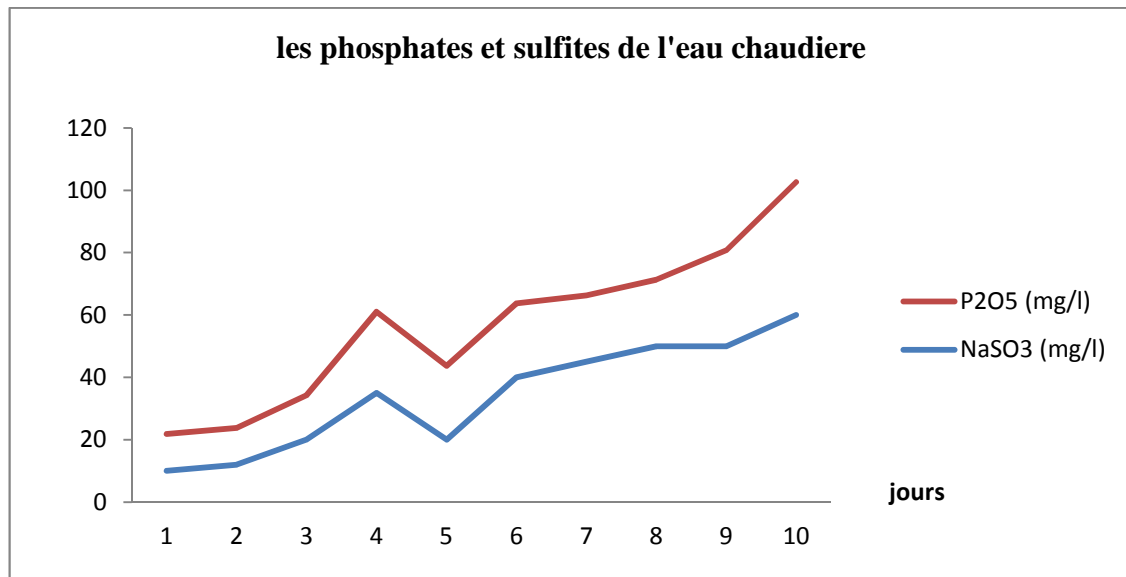


Figure 9: variation des phosphates et sulfites de l'eau chaudière pendant dix jours

La représentation graphique (figure 9) montre que la concentration des phosphates dans l'eau de chaudière est supérieure à celle des sulfites. La concentration de ces éléments voit une diminution pendant le cinquième jour, puis une augmentation relative pendant le reste des jours.

III.2 Discussion générale

Le pH de l'eau forage (brute), filtrée et de l'eau osmosée et celui de l'eau de process (brassage), est neutre avec de légère différence. Ceci due à la nature de ces eaux, par contre le pH de l'eau de bêche et de chaudière est basique après avoir subie un traitement chimique par les amines et les phosphates. Ces substances permettent d'assurer une valeur de pH convenable dans l'eau et assure un fonctionnement normal de longue durée aux installations en évitant les risque de corrosion. Effectivement, lorsque l'eau est trop acide elle attaque les parois de la chaudière ou lorsqu'elle est trop alcaline, il y aura formation de mousse. Les valeurs de pH obtenu sont conformes aux normes Algériennes NA 751 (JOA N° 11-125 du 22 Mars 2011).

Notre étude sur la mesure des Matières En Suspension (turbidité) des échantillons présente des faibles valeurs (0 à 0.02) qui se traduit par un aspect physique clair de l'eau. Ces valeurs sont conformes à la norme algérienne (22 mars 2011).

L'eau de forage et l'eau filtrée présente une conductivité élevée par apport aux limites fixées par le décret exécutif (N° 11-125 du 22 Mars 2011), cela est lié à la nature et la composition minérale de ces échantillons. Après avoir subis différents traitements, on observe une diminution de la conductivité pour les différents échantillons analysés. C'est dû à la diminution de la charge ionique, qui est en accord avec la norme.

Le tableau 3 révèle que l'eau de forage et l'eau filtrée sont très dures (plus de 50 °F), ce qui nécessite un traitement par antitartre pour se couvrir des risques d'entartrage des membranes d'osmose inverse. La Figure 5 montre que les valeurs de TH du premier et du quatrième jour de l'eau adoucie ne sont pas conformes à la norme. Ceci explique la saturation de la résine de l'adoucisseur qui demande une régénération de cette dernière. Le TH de première, deuxième et quatrième jours pour l'eau de bêche et l'eau de chaudière ne sont pas conforme à la norme. Ceci est dû à des « fuites » de dureté qui augmentent les risques de corrosion par précipitation des sels alcalino-terreux en adhérant aux parois de la

chaudière. Ce qui demande un apport en phosphates au niveau de la bêche et la purge de chaudière pour éviter les dépôts de calcaire et éliminer toutes particules précipitées.

On note par rapport aux résultats obtenus que l'eau de forage, filtrée, osmosée, de brassage et l'eau adoucie ont un titre alcalimétrique TA nul qui est due à l'absence des OH^- et des CO_3^{2-} . Ces résultats est acceptable, vue que le pH de ces échantillons sont relativement neutre (inférieur 8.5). Ces valeurs donnent un titre alcalimétrique complet TAC égale à la teneur en bicarbonate HCO_3^- (tableau1). Le TA de l'eau de bêche est inférieur à 10 °F et celui de l'eau de chaudière est inférieure à 120 °F. Ces valeurs répondent aux normes (type de chaudière utilisée). Le TAC de ces échantillons provient à la fois des concentrations des hydroxydes alcalins OH^- , des carbonates alcalins CO_3^{2-} et des hydrogencarbonates HCO_3^- contenues dans ces eaux.

La teneur en chlore libre (Cl_2) de l'eau filtrée dans le premier, sixième, huitième et dixième jour, est faible, ce qui nécessite le dosage de chlore (désinfection par hypochlorite de sodium), et dans les autres jours la teneur est dans la norme (0.5 à 1.2). On note la teneur en Cl_2 de l'eau osmosée et l'eau de brassage est nul, qui explique la neutralisation et l'élimination des molécules de chlore par metabisulfite avant qu'elle passe à l'osmose inverse, pour éviter le préjudice des membranes de ce dernier et l'inhibition de la croissance de *saccharomyces cerevisiae* au cours de étape de la fermentation et pour éviter l'altération des caractères organoleptiques par formation des chloramines.

La teneur en ion chlore (Cl^-) des eaux naturelles est essentiellement associée à celle du sodium. Selon les normes algériennes la concentration de cet élément ne devrait pas dépasser les 500 mg/l.

Les résultats de nos analyses, montrent que l'eau osmosée et celle de brassage sont conforme à la norme utilisée (inférieure a 200 mg/l).

Dans notre étude on s'intéresse aussi à l'effet des produits chimiques, les phosphates et les sulfites apporter au niveau de la bêche, à l'objectif de traitement, l'eau de bêche et l'eau de chaudière, est avoir des teneur convenable pour suivre tout les composés chimiques (pH, O₂ dissous et sels alcalino-terreux,..), a risques d'accélération de la corrosion et engendre des dégradations des matériaux constituant la chaudière a objectif d'assure un rendement maximum à l'installation tout en prolongeant sa durée de vie. La figure 9 montre que la concentration des phosphates et sulfites en premier, deuxième et troisième jours est faible ce qui demande un dosage de ces dernières, les restes jours sont conforme a la norme.

La teneur en fer et silice de l'eau de chaudière est faible (Tableau 6) ce qui est admissible à la norme des matériaux utilisés.

III .3 Analyses microbiologiques

L'eau destinée a l'alimentation en tant que boisson au celle destinée au traitement des aliments ou a l'industrie alimentaire en générale, doit présenter une grande pureté de point de vue microbiologique. A cet effet la qualité microbiologique doit s'assurée. Les résultats de ces analyses sont présentes dans le tableau 7.

Tableau 7 : résultats des analyses microbiologiques effectuées sur quatre types d'eau

	type d'eau	eau filtre	eau osmosée	eau de brassage	normes	eau stérile	normes	méthodes
détermination								
germe aérobies à 37°C/ml		10	Abs	Abs	< 20	Abs	Abs	Arrêté interministériel du 24/06/2012
germes aérobies à 22°C/ml		Abs	Abs	Abs	< 100	Abs	Abs	Arrêté interministériel du 24/06/2012
coliformes totaux /100ml		Abs	Abs	Abs	< 10	Abs	Abs	NA 2691
coliformes fécaux /100ml		Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	NA 2691
streptocoques D/50ml		Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	ISO 7899/1
Clostridium S.R à 46°C		Abs	Abs	Abs	< 5	Abs	Abs	ISO 6461/1
Clostridium S.R la forme sporulé à 46°C		Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	ISO 6461/1

III.4 Discussion de l'analyse microbiologique

Le dénombrement des germes aérobies mésophiles, permet de recenser un groupe relativement varié d'espèces de bactéries, sans égard à leur pathogénicité. C'est un indicateur de façon globale du degré de contamination et d'hygiène de l'eau. Les analyses ont montré que la charge de la flore totale de tous ces échantillons est très faible et on remarque leur absence totale pour l'eau stérile.

Les bactéries du groupe coliformes sont choisies comme des bactéries de référence de contamination fécale. Le principal représentant de ce groupe de bactéries est *Escherichia coli*. Sa présence dans l'eau indique la présence plausible de germes pathogènes entériques. Une eau bien traitée est convenablement protégée et ne doit pas contenir d'*Escherichia coli*, sa présence constitue un risque immédiat pour la santé. On note par rapport au tableau 7 une absence totale des coliformes fécaux (*Escherichia coli*) dans les eaux analysées.

Les streptocoques considérés comme indicateur de pollution fécale, dans la présente norme (ISO 7899), une méthode décrite précédemment pour isoler les streptocoques possédant le groupe antigène D, trouvé dans l'eau proviennent également d'autres habitats. Les résultats obtenus présentent une absence totale de ce germe.

Le clostridium est aussi un microorganisme de contamination fécale qui représente les spores et qui sont largement répandues dans l'environnement. Elles sont présentes dans les matières fécales humaines et dans les eaux usées à la différence des coliformes. La présence de clostridium dans l'eau indique une contamination fécale ancienne. Notre analyse montre une absence de clostridium dans les deux formes végétative ou sporulée.

L'absence totale des microorganismes dans les eaux analysées s'explique par l'action conjuguée entre : le traitement physique (filtration sur sable et poches filtrantes) qui sert à débarrasser les matières en suspension, algues et particules, présente sous forme colloïdale. Cette phase élimine les microparticules constituant un support pour les

bactéries. L'absence de microorganismes et de matières colloïdales dans l'eau traitée est confirmée par sa faible valeur de turbidité. Et un traitement chimique combiné à l'hypochlorite de sodium et biocide qui pénètre dans la membrane cellulaire des bactéries et inhibe leurs fonctions enzymatiques. Ils réagissent également avec les substances organiques des cellules des bactéries en arrêtant plusieurs processus indispensables à la vie cellulaires.

On constate que la qualité microbiologique de ces eaux analysées est satisfaisante conformément aux exigences normatives du codex alimentarius, relatif aux spécificités microbiologiques.

En outre, en cas de non-conformité, c'est-à-dire présences des microorganismes dans les échantillons analysées, nécessite un CIP (Cleaning In Place) qui veut dire nettoyage en place (NEP).

CONCLUSION

L'eau occupe une place importante dans l'industrie alimentaire. Mais son utilisation pose plusieurs problèmes au niveau de la chaîne de fabrication quand elle est utilisée directement pour une multitude de cause, le plus souvent pour sa fragilité et son instabilité lors de son contact avec des milieux extérieurs qui généralement lui transmettent leurs contaminants.

Aux termes de notre travail qui a porté sur différents traitements des eaux au niveau de la BSA et afin de faire face aux exigences liées à l'utilisation de l'eau, nous pouvons conclure d'après les résultats obtenus au cours de notre étude, que ce soit, au niveau de la station ou au niveau du laboratoire (analyses physico-chimiques et bactériologiques) que dans la majorité des cas les paramètres obtenus répondent aux normes (physicochimique et bactériologiques) exigés par la réglementation concernant le type d'activité. En effet, les résultats ont montré que les eaux produites sont de bonne qualité. Par conséquent, on peut certifier -sur les types d'eaux analysées- que ces eaux ont subi les traitements nécessaires.

Enfin, c'est l'occasion pour nous de rappeler aux autorités en charge de l'industrie que l'industrie alimentaire est un secteur très délicat. Il va falloir non seulement multiplier les inspections sur le marché mais aussi développer les systèmes de contrôle en industrie afin d'inciter les promoteurs à promouvoir la qualité exigée dans les industries.

LISTE DE REFERENCES

BRISSART R., l'eau, Manuel interne de l'entreprise BSA El-Kseur .PP 5,6. 2009.

CHEFTEL J., et CHEFTEL H ; Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments.Ed. Et Doc Lavoisier, Paris 11, 1986, P 52.

JEAN.LM. .; l'eau- propriétés physiques et chimiques,Ed 75010 Pris 2016.

JOUVE J. L. La maîtrise de la sécurité et de la qualité des aliments par le système HACCP in Luquet et al., La qualité des produits alimentaires, Ed Tec et Doc Lavoisier 1994 PP 503 – 528

JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE., convention et accords internationaux, lois et décret, arrêtés, décision, avis communication et annonces, 50^{ème} Année, 23 mars 2011.

JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE., convention et accords internationaux, lois et décret, arrêtés, décision, avis communication et annonces, 22 mars 2011. **ISO 6222. NA 763** (Norme Algérienne), dénombrement des microorganismes revivifiables – comptage des colonies par inoculation dans ou sur un milieu de culture nutritif gélosé, Edition INAPI, 1990.

HADOUCHI M., les boissons, Edition INATAA.2009. PP 2, 6.

ISO 7899/1., Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux, Edition CDU, 1984.

ISO 6461-2.NA 764 (Norme Algérienne), recherche de dénombrement des spores de microorganisme anaérobies sulfite-réducteur (Clasridia), Edition INAPI, 1990.

GUIRAUD J.P. et GALZY P., 1980. L'analyse microbiologique dans l'industrie alimentaire. Edition de l'usine nouvelle, collection génie alimentaire, Paris. PP 109, 112.

GUIRAUD J.P., microbiologie alimentaire, DUNOD, Paris. 2003, p133.

LAGARDETTE J. (2004). L'eau potable et l'assainissement. Edition Johanet. Paris. pp : 58-60. ISBN : 2-900086-53-1.

MICHARD G.2002. chimie des eaux naturelles. Principes de géochimie des eaux. Edition Publi-Sud. p565 .

P.COIN. La détermination de l'acidité dans les eaux naturelles. Ann. Hyg. publ. Ind. Social.1942. P 20.

REJSEK F. Analyse des eaux. Aspects, réglementaire et Technique. CRDP Bordeaux ; 2002.

RODIER J et al ; L'analyse de l'eau 8^{ème} édition. Ed DUNOD, Paris, 2005, P 23-25.

RODIER J, Bernard L, Nicole M et coll., l'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. 9e édition, DUNOD, Paris. P792.

SEKERKA, I. et Lechner, J.F. Simultaneous determination of total non-carbonate and carbonate water hardness by direct potentiometry. Talanta, P 459 1975.

A. Milieux de culture

1. Milieu PCA

- Tryptone.....06g
- Extrait de levure déshydraté.....03g
- Gélose en poudre ou en paillettes.....12g
- Eau distillé.....1000ml

2 .Milieu BCPL

- Peptone.....05g
- Extrait de viande.....03g
- Lactose.....10g
- Pourpre de bromocrésol.....25mg

3. Milieu Rothe

- Extrait de viande de bœuf.....4.5g
- Tryptone.....15g
- Glucose.....7.5g
- Chlorure de sodium (NaCl)7.5g
- Azoture de sodium (NaN₃).....0.2g
- Pourpre de bromocrésol.....01ml
- Eau.....1000ml

4. Milieu VF

- Extrait de viande.....03g
- Peptone.....10g
- Chlorure de sodium(NaCl).....05g
- Gélose.....15g
- Eau.....1000ml

5. Milieu EVA Litsky

- Peptone20g
- Glucose05g
- Chlorure de sodium.....05g
- Mono hydrogène phosphate de potassium.....2.7g
- Dihydrogène-phosphate de potassium.....2.7g
- Azide de sodium (NaN_3).....0.3g
- Solution d'éthyle violet.....05ml
- Eau distillée.....1000ml

B. Réactifs

1 .Sulfite de sodium(Na_2SO_3)

- Sulfite de sodium.....10g
- Eau.....100ml

2 .Sulfate de fer(FeSO_4)

- Sulfate de fer.....08g
- Eau.....100ml

Tableau 8 : indices de Nombre le Plus Probable NPP

Flacon 50 ml D/C	5 tubes 10 ml D/C	5 tubes 01 ml S/C	Indice NPP Nbre
0	0	0	0
0	0	1	1
0	0	2	2
0	1	0	1
0	1	1	2
0	1	2	3
0	2	1	2
0	2	1	3
0	2	2	4
0	3	0	3
0	3	1	5
0	4	0	5
1	0	0	1
1	0	1	3
1	0	2	4
1	0	3	6
1	1	0	3
1	1	1	5
1	1	2	7
1	1	3	9
1	2	0	5
1	2	1	7
1	2	2	16
1	2	3	12
1	3	0	8
1	3	1	11
1	3	2	14
1	3	3	18
1	3	4	21
1	4	0	13
1	4	1	17
1	4	2	22
1	4	3	28
1	4	4	35
1	4	5	43
1	5	0	24
1	5	1	35
1	5	2	54
1	5	3	92
1	5	4	160
1	5	5	240

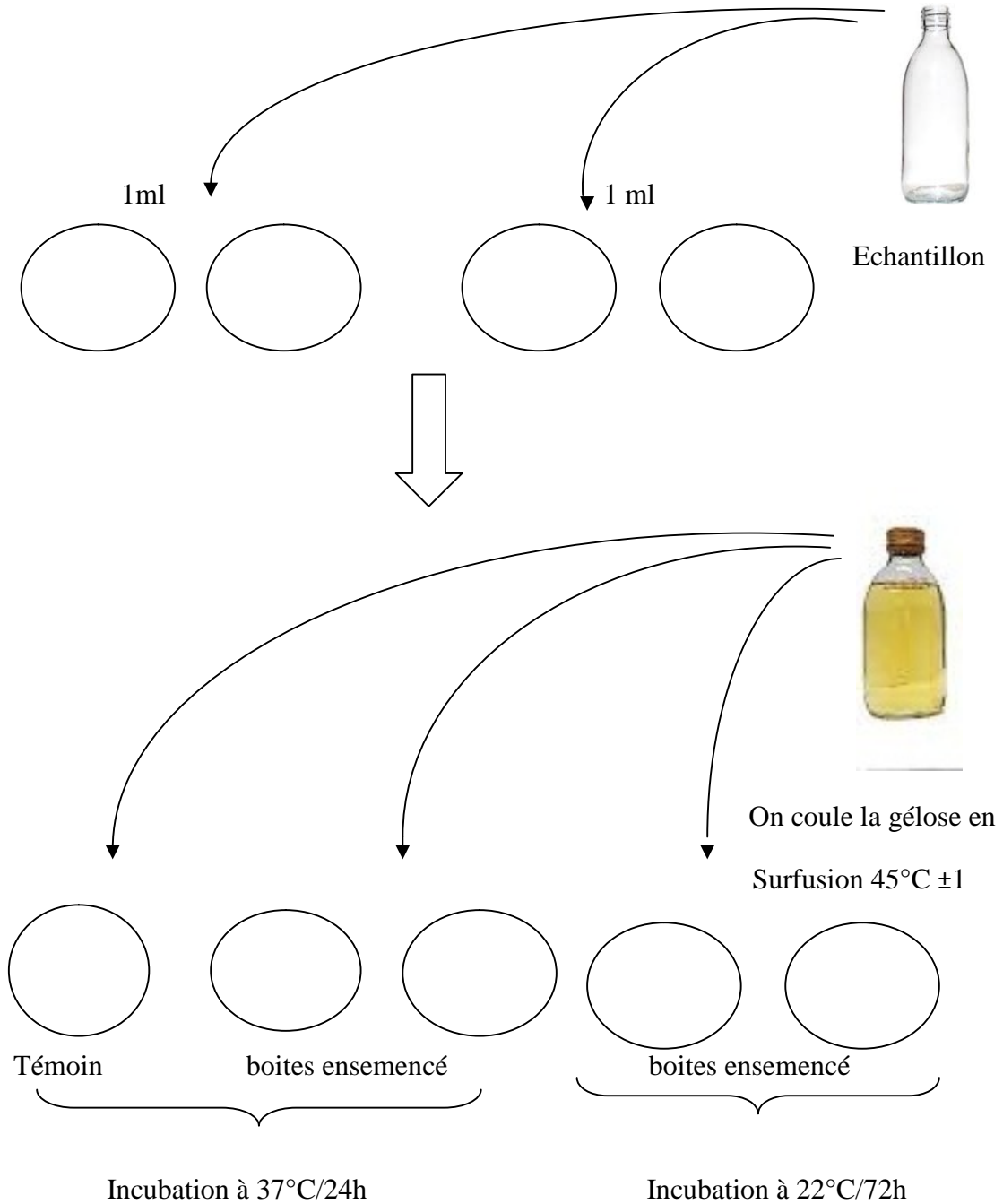


Figure 10 : Dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux.

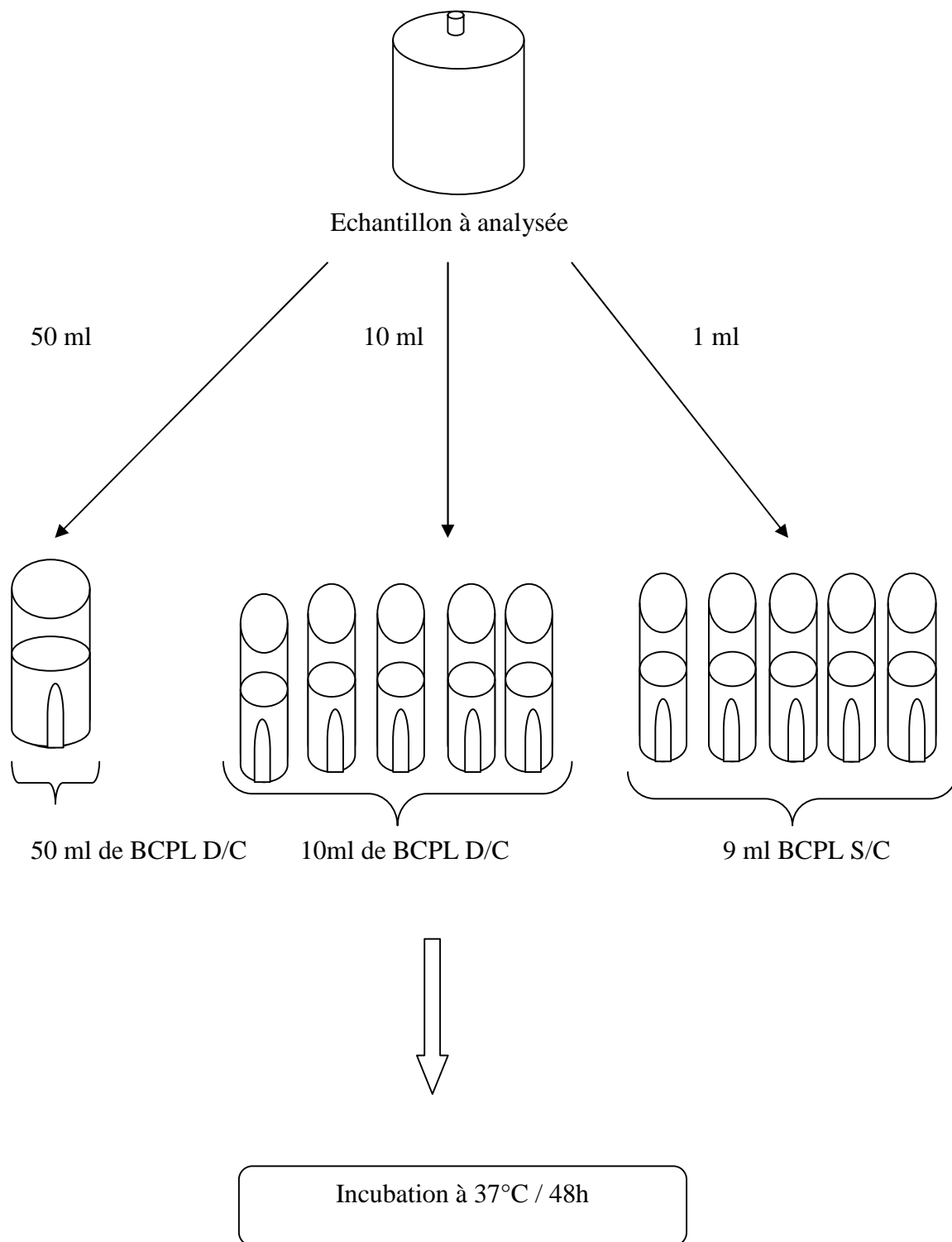


Figure 11 : Recherche des Coliforme totaux.

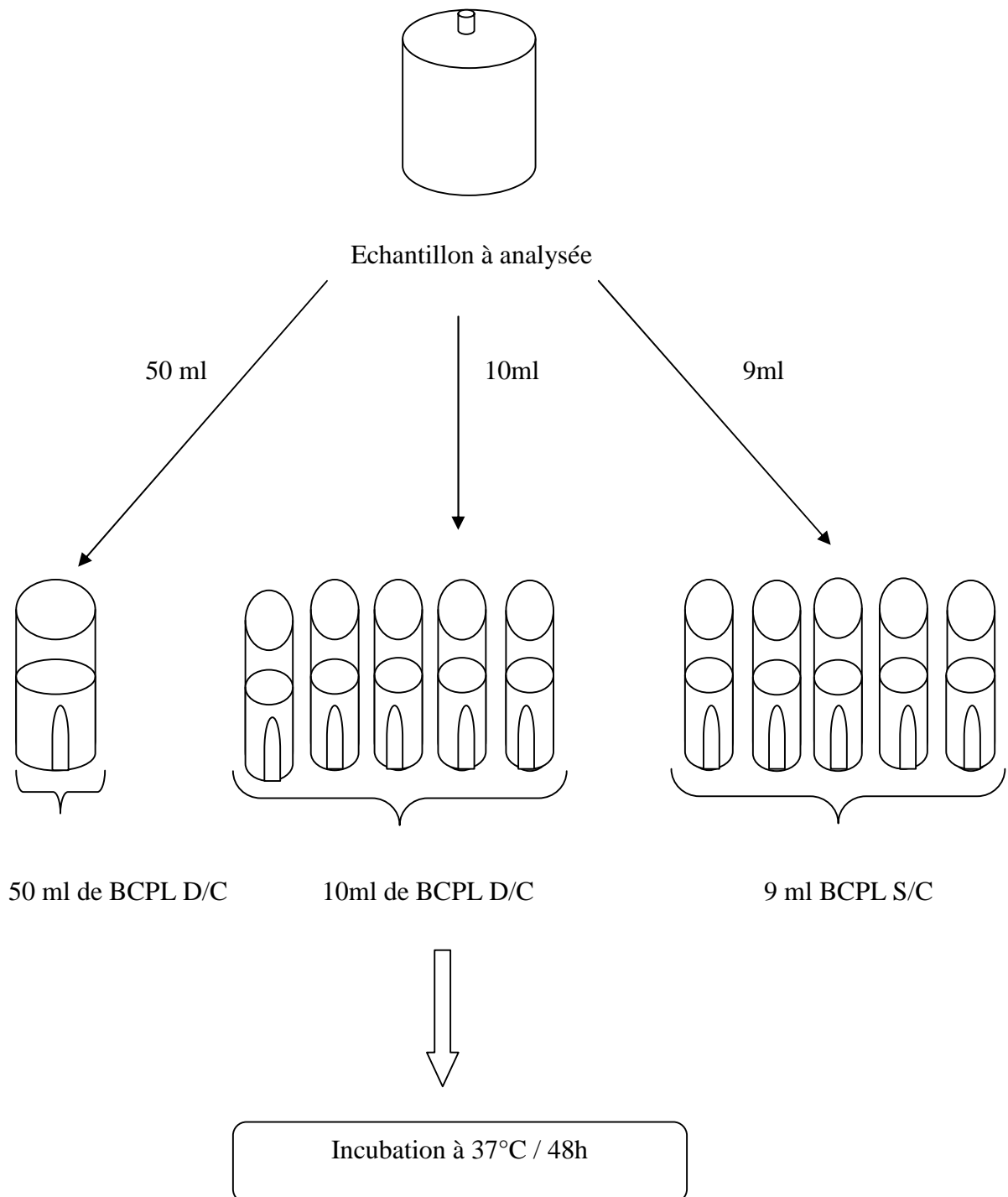


Figure 12 : Recherche des streptocoques fécaux.

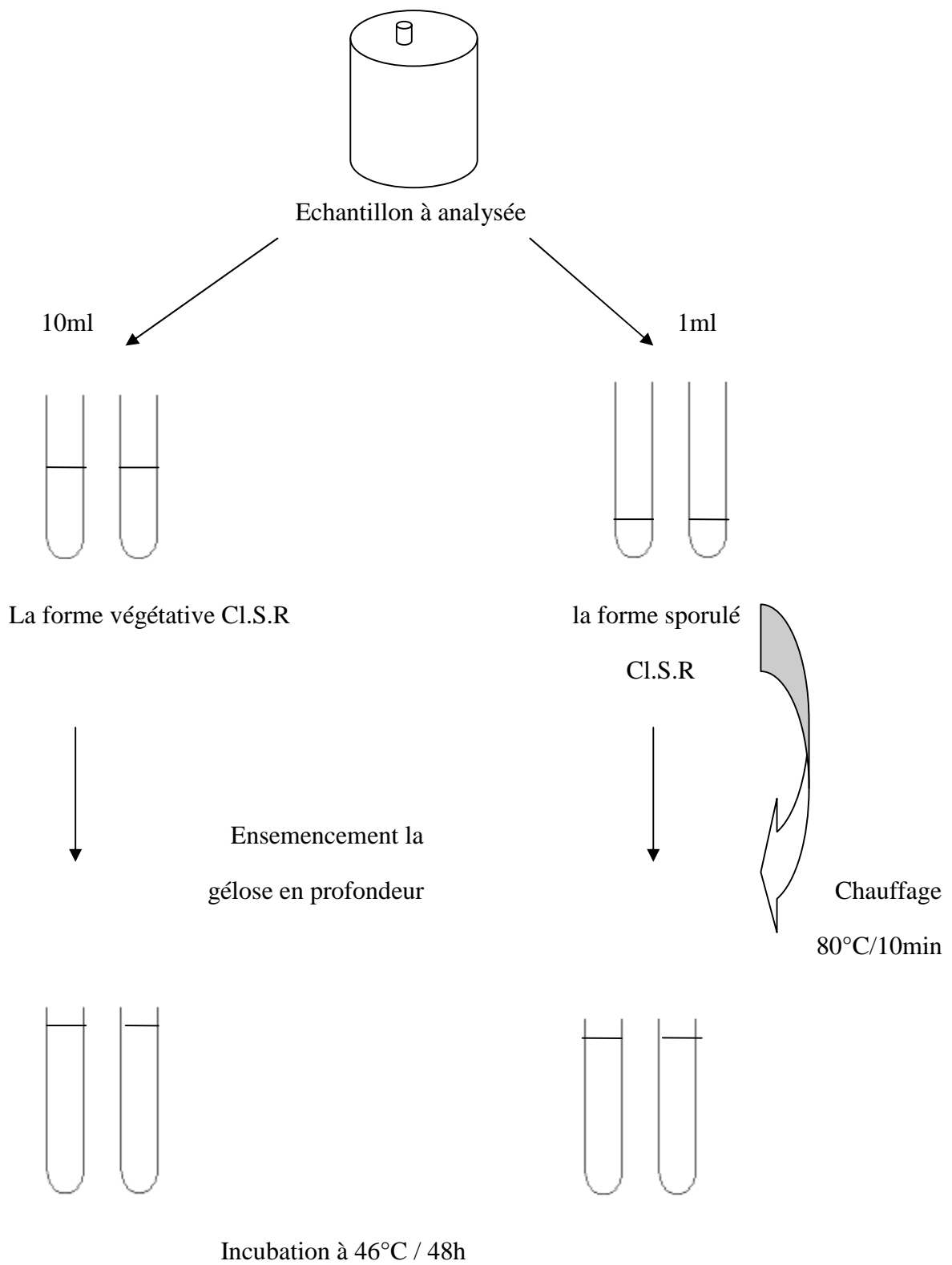


Figure 13 : Recherche les Clostridiums sulfite-réducteurs.

RESUME

En termes d'usage de l'eau en industrie, on dit qu'elle est utilisée au sein des process industriels comme matière première, agent de fabrication ou fluide de nettoyage des équipements ou du produit fabriqué. Dans ces applications, les critères de qualité de l'eau dépendent directement du procédé industriel et sont spécifiques aux industries concernées.

L'eau intervient aussi de façon indirecte dans la production en tant que fluide thermique (production de vapeur, eau chaude, eau de refroidissement, eau glacée...). Les contraintes de qualité de l'eau dans ce type d'applications ne sont pas dépendantes de la nature de l'industrie, mais sont liées aux caractéristiques intrinsèques de la chaudière.

Ces raisons la, nous ont amené à étudier la qualité microbiologique et les paramètres qui déterminent la qualité des eaux analysées à la BSA à savoir (le pH, la conductivité, le chlore libre, le titre hydrométrique TH, l'alcalinité, les chlorures, les phosphates, les sulfites et les éléments de traces tels que le fer et la silice.).

Les résultats ont montré que la majorité des paramètres physico-chimiques répondent aux normes. Les analyses bactériologiques montrent l'absence de la plupart des germes suspects recherchés.

ABSTRACT

In terms of water use in industry, it is said that water is used in industrial processes as raw material, manufacturing agent or cleaning fluid for equipment or the manufactured product. In these applications, water quality criteria depend directly on the industrial process and are specific to the industries concerned.

It also intervenes indirectly in production as a thermal fluid (steam production, hot water, cooling water, chilled water ...). Water quality constraints in this type of application are not dependent on the nature of the industry, but are related to the intrinsic characteristics of the boiler.

These reasons led us to study the microbiological quality and the parameters that determine the quality of the water analyzed at the BSA (pH, conductivity, free chlorine, TH-hydrometric titre, alkalinity, chlorides, phosphates, sulphites and Trace elements iron and silica.).

The results showed that the majority of the physico-chemical parameters meet the standards. For bacteriological analyzes, they show the absence of most of the germs.