

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Ahmed Draïa Adrar



Faculté des Sciences et de la Technologie
Département d'Hydrocarbures et Energies Renouvelables

Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Master en :

Filière : Génie des Procédés

Spécialité : Génie Chimique

Thème :

**Etude et analyse de l'efficacité des eaux de
refroidissement de la raffinerie de Sbaâ - Adrar**

Préparé par :

Mlle. KECHIDA Rim

Mlle. SLIMANI Afra

Membres de jury d'évaluation :

M. BENABDELA KABIR Abbas	Président	MAA	Univ. Adrar
M. DAHOU Mohamed El Amine	Encadreur	MCA	Univ. Adrar
M. HADJ KOUIDER Mohamed	Examineur	MCA	Univ. Adrar

Année Universitaire : 2020/2021



Remerciements

Tout d'abord je remercie Dieu qui m'a aidé à élaborer mon travail.

Mes sincères remerciements à mes professeurs pour tous les efforts qu'ils ont faits avec nous et qui nous ont aidés à réaliser ce travail.

*Mes remerciements s'adressent aussi à
Tous mes professeurs qui ont contribué à notre formation*

Enfin, je remercie toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

وما توفيقى إلا بالله



Dédicace

*Au nom de dieu le clément et le miséricordieux. Louange à dieu qui
m'a aidé durant des années et éclairé et m'a ouvert les portes du
savoir*

C'est avec réelle émotion que je dédie ce mémoire :

*A mes chers parents à qui je dois tant et qui n'ont cessé de me
témoigner affection, soutien et encouragement durant de longues et
pénibles années d'études*

A mes frères et ma sœur

A tout ma famille

A mes professeurs a toute les niveaux



Dédicace

Au nom de dieu le clément et le miséricordieux. Louange à dieu qui m'a aidé durant des années et éclairé et m'a ouvert les portes du savoir

C'est avec réelle émotion que je dédie ce mémoire :

A mes chers parents à qui je dois tant et qui n'ont cessé de me témoigner affection, soutien et encouragement durant de longues et pénibles années d'études

A mes frères et ma sœur

A tout ma famille

A mes professeurs a toute les niveaux

Sommaire

Nomenclature.....	i
Liste des figures.....	ii
Liste des tableaux.....	iv
Introduction Générale.....	1

Chapitre I : Présentation de la raffinerie RA1D

I.1 Introduction.....	3
I.2 Situation Géographique de la Raffinerie	3
I.3 Les capacités d'alimentation et production de RA1D.....	4
I.3.1 La capacité annuelle de traitement.....	4
I.3.2 Capacité de la production annuelle.....	4
I.4 Les installations de la raffinerie	5
I.5 Les principales installations de la raffinerie.....	5
I.5.1 Les unités de production.....	6
I.5.2 Les utilités de la raffinerie.....	6

Chapitre II: Les eaux de réfrigération : origine et traitements

II.1 Introduction.....	9
II.2 Les propriétés physiques et chimiques de l'eau.....	9
II.2.1 Les éléments rencontrés dans l'eau.....	10
II.2.2 Adoucissement par les résines échangeuses d'ions	10
II.2.3 Mécanisme de l'échange	11
II.2.4 Régénération d'une résine.....	11
II.2.5 Déminéralisation d'une eau minérale sur résine échangeuse d'ions.....	11
II.3 Principes de fonctionnement de la toure	12
II.4 Les circuits de refroidissement	14
II.4.2 Circuits fermés	15

II.4.3 Circuits semi-ouverts	16
II.5 Le classement des tours.....	17
II.6 Problèmes posés par circuits de refroidissement	17
II.6.1 Entartrage.....	18
II.6.2 Corrosion.....	19
II.6.3 Les proliférations organiques.....	20
II.7 Protection contre les Problèmes des circuits de refroidissement.....	21
II.8 Description des équipements de réfrigération	22

Chapitre III : Matériels Et Methodes

III.1 Introduction.....	25
III.2 Le laboratoire de la raffinerie de RA1D	25
III.2.1 Les différentes sections de laboratoire.....	25
III.2.1.1 Section d'analyse des hydrocarbures.....	25
III.2.1.2 Section d'analyse des Eaux	26
III.2 Paramètres électrochimiques (partiels) et thermodynamique.....	27
III.2.1 Détermination du pH.....	27
III.2.2 Détermination de la conductivité.....	28
III.2.3 Détermination de la turbidité.....	29
III.3 Analyse volumétrique.....	31
III.3.1 Détermination des chlorures dans l'eau.....	31
III.3.2 Détermination le titre alcalinitétrique complet TAC.....	32
III.3.3 Détermination de dureté totale TH.....	33
III.3.4 Demande chimique en oxygène (DCO)	35
III.4 Analyse colorimétrique.....	36
III.4.1 Détermination de l'ortho phosphates PO_4^{-3}	36
III.4.2 Détermination du fer Fe^{2+}	38

III.4.3 Dosage du chlore résiduel.....	39
--	----

Chapitre IV : Résultats et discussions

IV.2 Analyses physico-chimiques des eaux.....	43
IV.2.1 Détermination du potentiel hydrogène (pH).....	43
IV.2.2 Détermination de la conductivité.....	43
IV.2.3 Détermination de la turbidité.....	44
IV.3 Analyse volumétrique.....	45
IV.3.1 Détermination des chlorures dans l'eau.....	45
IV.3.2 Détermination titre alcalinitétrique complet TAC.....	46
IV.3.3 Détermination de dureté totale TH.....	47
IV.3.4 Demande chimique en oxygène (DCO)	48
IV.4 Analyse colorimétrique.....	49
IV.4.1 Détermination de l'ortho phosphates Po_4^{3-} et phosphate totale.....	49
IV.4.1 Détermination du fer Fe^{2+}	50
IV.4.2 Dosage du chlore résiduel.....	51
IV.5 Conclusion.....	52
Conclusion Générale.....	55

Bibliographie

Annexe

Nomenclature

CDU :	Unité distillation craquage
CRU :	Unité reforming catalytique
DCO :	Demande chimique en oxygène
EDTA :	Ethylène diamine tétra acétique
EPI :	Equipement de protection individuelle
GPL :	Gaz pétrole liquéfié
KW :	Kilo watt
Mg/l :	Milligramme par litre
NTU :	Unité de turbidité Néphelométrique
PH :	Potentiel hydrogène
PII :	Prévention intervention intérieure
RFCC :	Résidu fluide craquage catalytique
SAF :	Somme des Acides Forts
TAC :	Titre alcalimétrique complet
TH :	Titre hydrotimétrique
Tonne/an :	Tonne par année

Liste des figures

Figure I.1 : schéma représente la raffinerie d'Adrar RA1D.....	3
Figure I.2 : un plan de la raffinerie RA1D.....	5
Figure II.1 : schéma représente la structure d'eau a ses différents états.....	9
Figure II.2 : principe de fonctionnement de la toure de refroidissement.....	13
Figure II.3 : Schéma descriptif circuit ouvert.....	14
Figure II.4 : Schéma descriptif circuit ferme.....	15
Figure II.5 : Schéma descriptif circuit semi ouvert tour de refroidissement.....	15
Figure II.6: Exemple de tartre dans un tuyaux.....	17
Figure II.7: Exemple de corrosion dans un tuyau	19
Figure II.8 : Les proliférations organiques dans la toure	20
Figure II.9: les photos des deux tours (101) et (201).....	21
Figure III.1: une photo d'un appareil spectrophotomètre.....	26
Figure III.2: Appareil du pH-mètre.....	27
Figure III.3 : Appareil de conductimètre électrique.....	28
Figure III.4: Appareil de turbidimètre.....	29
Figure III.5: titrage de chlorure dans l'eau.....	30
Figure III.6: titrage d'alcalinité complet TAC.....	32
Figure III.7: titrage de la dureté.....	33
Figure III.8: Demande chimique en oxygène.....	34
Figure III.9 : Détermination de l'ortho phosphates PO_4^{-3}	36
Figure III.10 : Détermination de fer.....	37
Figure III.11 : Dosage du chlore résiduel.....	38
Figure IV.1. Evolution temporel du pH.....	43
Figure IV.2. Evolution temporel de la conductivité.....	44

Figure IV.3. Evolution temporel du la turbidité.....	45
Figure IV.4. Evolution temporel des chlorures dans l'eau.....	46
Figure IV.5. Evolution temporel de titre alcalinitétri que complet TAC.....	47
Figure IV.6. Evolution temporel de dureté totale TH.....	48
Figure IV.7. Evolution temporel de chimique en oxygène (DCO).....	48
Figure IV.8. Evolution temporel de l'ortho phosphates PO_4^{3-}	49
Figure IV.9. Evolution temporel de phosphates totaux.....	50
Figure IV.10. Evolution temporel du fer Fe^{2+}	50
Figure IV.11. Evolution temporel du chlore résiduel	52

Liste des tableaux

Tableau I.1 : la capacité de production.....	4
Tableau II.1 : Classification des éléments rencontrés dans l'eau.....	10
Tableau IV.1 : Spécification du l'eau de refroidissement selon la norme interne.....	42

Introduction générale

Introduction Générale

La raffinerie de Sbaa est la plus importante installation industrielle dans la wilaya d'Adrar et dans le sud-ouest algérien est sans doute l'industrie la plus consommatrice d'eau de toute la région, elle puise de la nappe phréatique tous ses besoins en eau tant pour les opérations de raffinage que pour l'usage domestique, la consommation journalière en eau dans les conditions normales d'exploitation est estimée à 250m^3 par heure. En une année ce chiffre dépasse les 2100000 m^3 , une quantité importante de cette eau est utilisée pour le refroidissement de ses différentes unités de production (**kadi, 2017**).

Aujourd'hui la possibilité d'installer des systèmes de refroidissement spécifiquement adaptés aux applications industrielles sont des facteurs clés pour maintenir une fiabilité et une continuité de la production et ainsi optimiser les processus en réduisant les coûts, tous les circuits alimentés par des eaux naturelles, sont confrontés à des problèmes au niveau des parois en contact avec l'eau, à cet effet, le contrôle de ces différents problèmes dans le laboratoire, est essentielle pour une bonne exploitation du système de refroidissement (**Bekhadouma et Benali, 2013**).

Le laboratoire représente le fruit de l'efficacité de n'importe quel complexe du fait qu'il est le jugement de la qualité des produits traités durant le processus, il veille au bon déroulement des unités de traitement de matière première et analyse des produits finis, ce que l'on demande, en premier à une société industrielle, le laboratoire de RA1D, il est comme le laboratoire de n'importe quel complexe, représente le fruit de l'efficacité.

L'objectif de ce présent travail, est d'évaluer les caractéristiques physiques et chimiques des eaux de refroidissement au sein de raffinerie RA1D, le présent travail porte sur 4 parties essentielles :

- La première est un aperçu général sur la raffinerie de Sbaa-Adrar.
- La deuxième : est basé sur Les eaux de réfrigération : origine et traitements.
- La troisième : la partie expérimentale ; est consacré aux méthodes d'analyse effectuées au niveau du laboratoire de l'RA1D ainsi que les calculs effectués.
- Dans le quatrième et dernier chapitre de ce mémoire, sont exposés et réunis l'ensemble des résultats obtenus ainsi que leurs discussions et interprétations.
- A la fin est présentée la conclusion.

CHAPITRE I

Présentation de la raffinerie RA1D

I.1 Introduction

L'industrie pétrolière consiste à majeure partie à l'opération de raffinage, qui désigne l'ensemble des traitements et transformation visant à tirer du pétrole le maximum de produits à haute valeur commerciale, selon l'objectif visé. En général, ces procédés sont réunis dans une raffinerie qui est l'endroit où l'on traite le pétrole pour extraire les fractions commercialisables.

Une raffinerie doit être conçue pour traiter une gamme assez large d'hydrocarbure. Elle peut être simple ou complexe, constituée de quelques unités de traitement ou bien de plusieurs. L'Algérie est l'un de ces pays producteurs de pétrole.

Elle dispose des plusieurs raffineries : La Raffinerie d'Alger, La Raffinerie de HASSIMESSOUD, La Raffinerie d'ARZEW, La Raffinerie de SKIKDA et enfin la Raffinerie d'Adrar (RA1D). Dans ce chapitre on fait la description de la raffinerie de SBAA (RA1D).

I.2 Situation Géographique de la Raffinerie (Doucement interne)

La raffinerie est construite dans la zone industrielle d'Adrar. Le site de la raffinerie est sur la partie orientale de la ville de Sbaa au nord d'Adrar. Le site de la raffinerie est d'environ 1400 km d'Alger, à environ 40 kilomètres de la ville Adrar, et à environ 2 kilomètres de Sbaa Ville. Il est situé dans l'arrière-pays de désert du Sahara. Toutefois, cette zone a abondance des eaux souterraines, qui est la seule source d'eau à la disposition de l'industrie, l'agriculture et de la vie quotidienne des habitants de la région.

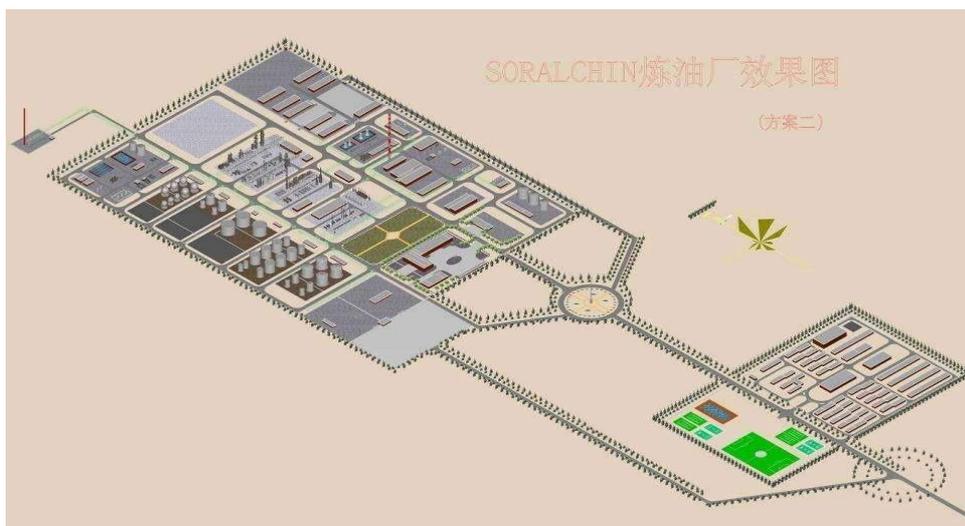


Figure I.1 : schéma représente la raffinerie d'Adrar RA1D.

I.3 Les capacités d'alimentation et production de RA1D (Doucement interne)

L'alimentation en pétrole brut se fait à partir des gisements du bassin de champ Touat à travers un pipe de 08 pouces. La raffinerie est principalement alimentée en gaz par les différentes unités de production (autonome), plus un appoint du gaz naturel à partir de la station de SONATRACH de Sbaa située à 6.5km au sud-est du site par un pipe de 04 pouces et ce pour satisfaire les besoins en gaz naturel des chaudières de la centrale et des différents fours des unités.

I.3.1 La capacité annuelle de traitement (Doucement interne)

La capacité annuelle de traitement de la raffinerie de Sbaa est de 600 000 Tonnes environ de pétrole brut pendant une période de 330 jours.

I.3.2 Capacité de la production annuelle (Doucement interne)

Le brut aspiré à partir des bacs de stockage, l'usine s'exploite et le transforme en divers produits mentionnés dans le tableau ci-dessous.

Le tableau suivant représente les quantités des produits d'une 411000 Tonnes de brut

Tableau I.1 : la capacité de production.

Produits	Quantités (Tonnes/An)
Propane	20500
Butane	32500
Essence normal	208300
Kérosène (Jet A1)	30000
Gasoil	13000

I.4 Les installations de la raffinerie (Doucement interne)

Le projet de raffinerie SBAA d'Adrar, construit en 2006, se compose de 6 aires spécialisées comportant les installations suivantes :

- Les Unités de production ;
- Unité de stockage des produits ;
- Unité des utilités ;
- Administration ;
- Laboratoire d'analyse ;
- Département de l'hygiène sécurité et environnement HSE ;
- Base de vie.

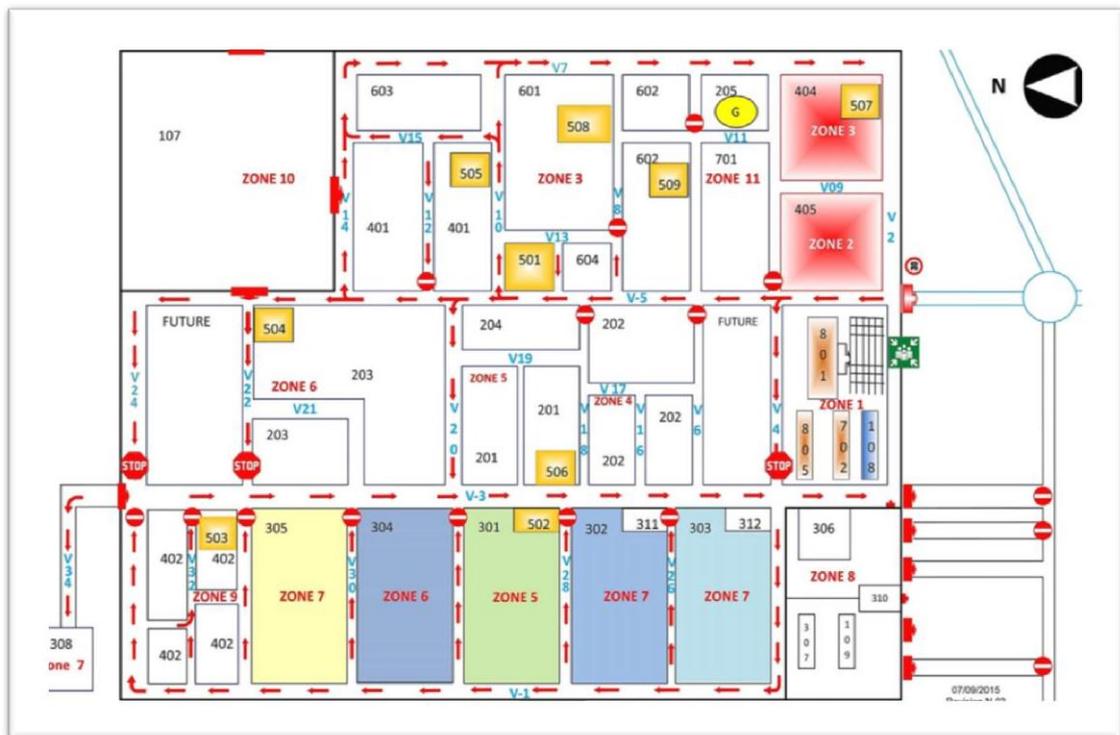


Figure I.2 : un plan de la raffinerie RA1D.

I.5 Les principales installations de la raffinerie (Doucement interne)

La raffinerie est constituée de deux grandes parties principales ; qui sont :

- Les unités de production ;
- Les utilités.

I.5.1 Les unités de production (Doucement interne)

La raffinerie renferme trois unités de production :

I.5.1.1 Unité de distillation atmosphérique 201 (Doucement interne)

Le raffinage du pétrole débute par la distillation, ou fractionnement, Cette unité est conçue pour traiter 600 000 tonnes de brut par an en vue de le séparer en différents produits.

I.5.1.2 Unité reforming catalytique 202 (Doucement interne)

Les procédés de reformage catalytique permettent de convertir les naphthas lourds à faible indice d'octane en hydrocarbures aromatiques pouvant servir de matières premières pour l'industrie pétrochimique et en constituants pour l'essence à indice d'octane élevé, appelés reformats.

Les produits de cette unité sont essentiellement du carburant sans plomb à haut indice d'octane dénommé couramment : des G.P.L, reformat, des gaz incondensables (combustible pour fours de l'unité) et de l'hydrogène (pour réactions du processus).

I.5.1.3 Unité de craquage catalytique 203 (Doucement interne)

Le craquage catalytique permet d'obtenir des molécules plus simples par fragmentation d'hydrocarbures complexes, d'améliorer ainsi la qualité et d'augmenter la quantité de produits légers plus intéressants et de diminuer la quantité de résidus, elle traite le résidu atmosphérique, sa capacité est de 300 000 tonnes par an, elle produit des essences, du gasoil léger, des G.P.L, slurry et les gaz incondensables.

I.5.2 Les utilités de la raffinerie (Doucement interne)

Ces installations fournissent les utilités nécessaires au fonctionnement des unités de la raffinerie :

- Unité de traitement des eaux ;
- Unité de production de vapeur ;
- Unité de production d'énergie électrique ;
- Unité de production d'air comprimé et d'azote ;
- Unité d'exploitation des eaux de refroidissement et eaux usées.

L'eau brute est destinée aux différents usages (eau réseau incendie, eau traitée pour refroidissement et production de vapeur, eau potable) provient des trois forages.

Le traitement des eaux déminéralisé pour la production de vapeur se fait à l'unité de traitement des eaux et il est pompé vers les chaudières via deux bacs de stockage 200 m³ pour chacun.

La production de vapeur pour satisfaire les trois turbines de production d'énergie électrique et vapeur stripping des unités combinées est assurée par trois chaudières avec un appoint de l'unité RFCC.

L'énergie électrique est produite par trois turbogénérateurs : deux en service et le troisième en standby (3*6000 KW).

L'air comprimé (purifié et non purifié + le nitrogène) pour l'utilisation de l'air instrument, régénération de catalyseur des réacteurs et inertage est assuré par trois compresseurs (560 KW) deux en service et un en standby.

CHAPETER II

Les eaux de refroidissement : Origine et traitement

II.1 Introduction

L'eau destinée à refroidir les équipements et installations des unités industrielles doit être judicieusement choisie car, une fois chauffée, elle peut causer des effets indésirables tels que les dépôts de tartre, la corrosion des matériaux et la contamination des installations par des micro-organismes notamment les légionnelles, les algues et les champignons. Pour éviter ces dégâts, les eaux de réfrigération doivent être traitées en vue d'obtenir des eaux adoucies, déminéralisées et même dessalées.

Avec ces eaux, on doit également injecter des produits anticorrosion (inhibiteurs de corrosion) et désinfectants (oxydants).

II.2 Les propriétés physiques et chimiques de l'eau

L'eau est un composé incolore, inodore constitué de molécules chaque molécule d'eau est formée d'un atome d'oxygène et de deux atomes d'hydrogène que l'on représente par : H_2O La structure de l'eau dépend de son état physique (Djediai, 2016) :

- L'état gazeux : (vapeur) correspond à la formule chimique de l'eau ;
- L'état liquide et solide de l'eau : la structure tétraédrique est due à l'arrangement et l'association des molécules sous l'influence des liaisons intermoléculaires dites liaisons hydrogène.

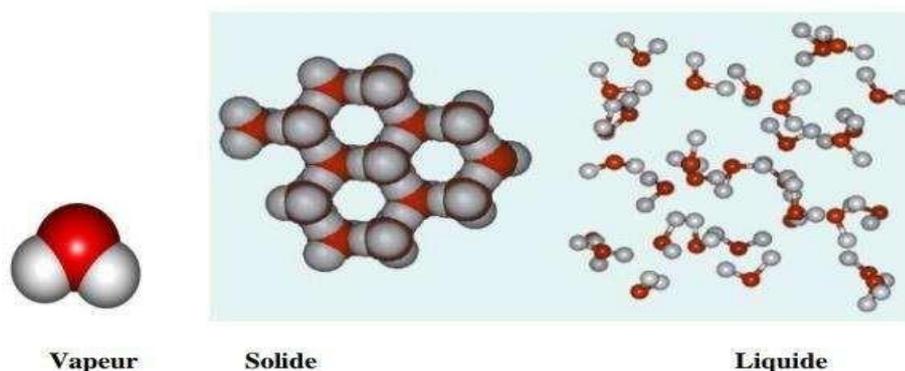


Figure II.1 : schéma représente la structure d'eau à ses différents états (Djediai, 2016).

II.2.1 Les éléments rencontrés dans l'eau

Les éléments rencontrés dans l'eau sont classés dans le tableau suivant.

Tableau II.1 : Classification des éléments rencontrés dans l'eau (Djedjai, 2016).

Etat ou forme des éléments dans l'eau	Nature des éléments
Matières en suspension	Sable, Argile, Boues, Matières organiques, Colloïdales
Matières en solution, dont : Matières Organiques	Tourbes, Déchets végétaux, Acides organiques
Seles minéraux	Calcium Bicarbonates Magnésium Carbonates Sodium, etc. Chlorures, etc
Gaz	Oxygène, Gaz carbonique, Azote
Organismes vivants	Algues, Bactéries, Champignons, Etc.

II.2.2 Adoucissement par les résines échangeuses d'ions

Une eau dure est une eau riche en ions calcium (Ca^{2+}) et/ou magnésium (Mg^{2+}). Elle peut être à l'origine de certains inconvénients tels que l'entartrage (dépôt de carbonate de calcium (CaCO_3) ou de carbonate de magnésium (MgCO_3) dans des appareils dans lesquels l'eau est chauffée. De nombreux adoucisseurs contiennent des résines échangeuses d'ions, et plus précisément des résines échangeuses de cations (ou cationiques).

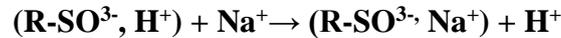
Une résine échangeuse d'ions est un solide insoluble, qui, au contact d'une solution, peut échanger les ions qu'il contient avec d'autres ions de même signe provenant de la solution. Les résines les plus courantes sont un copolymère tridimensionnel formé de styrène et de di vinylbenzène.

La vitesse des échanges doit être aussi rapide que possible, la résine doit donc être finement divisée afin de présenter une grande surface de contact avec la solution ; c'est sous forme de perles très fines que la plupart des échangeurs d'ions sont généralement

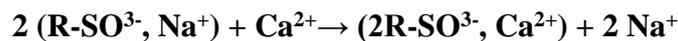
utilisés On distingue les résines cationiques pouvant échanger des cations et les résines anioniques échangeant des anions. Dans les résines cationiques, le groupement actif est un anion de type sulfonate, phosphate ou carboxylate. Les résines anioniques sont constituées de groupements ammoniums quaternaires (**Bekhadouma, 2014**).

II.2.3 Mécanisme de l'échange

Lorsqu'on plonge une résine gorgée d'eau dans une solution contenant des ions, ceux-ci traversent les mailles du réseau et diffusent jusqu'aux centres actifs ; par suite, une quantité équivalente d'ions fixés initialement sur la résine passent dans la solution ; nous pouvons représenter ce phénomène réversible, dans le cas d'une résine cationique sous forme acide et d'une solution de chlorure de sodium (par exemple) par l'équation :



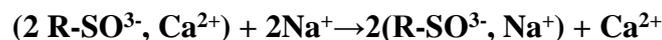
Dans le cas d'une résine cationique sous forme sodique et d'une eau dure contenant des ions calcium sodium (Figure II.1a), on aura :



La constante d'équilibre associée à l'équation de la réaction d'échange, à une température donnée est élevée (supérieure à 104), on peut donc considérer que la réaction est totale, si bien que les ions $\mathbf{Na^+}$ sont remplacés quantitativement par des ions $\mathbf{H^+}$ dans la solution dans le premier cas et les ions $\mathbf{Ca^{2+}}$ sont remplacés quantitativement par des $\mathbf{Na^+}$ dans le deuxième cas. Les ions sodium, contrairement aux ions calcium et magnésium, ne provoquent pas l'entartrage des canalisations (**Manuel, 2010**).

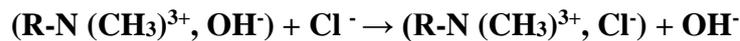
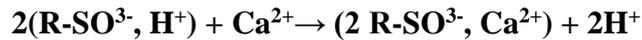
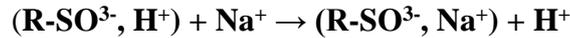
II.2.4 Régénération d'une résine

L'ion initialement présent dans la résine et qui a été échangé, peut être à nouveau fixé dans la résine en utilisant une solution concentrée de cet ion, ce qui a pour conséquence d'inverser le sens de l'équilibre d'échange. Par exemple, si l'on veut régénérer une résine cationique initialement sous forme sodique ayant fixé des ions calcium, on plongera la résine dans une solution aqueuse saturée en chlorure de sodium, la réaction sera (**Manuel, 2010**) :



II.2.5 Déminéralisation d'une eau minérale sur résine échangeuse d'ions

L'eau du robinet contient des ions tels que Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , Cl^- , HCO_3^- ...etc. déminéraliser une eau consiste à supprimer ces ions (cations et anions) en les fixant sur des résines. On passe l'eau sur une première résine sous forme acide qui cède alors des ions H^+ et fixe les cations par exemple (**Manuel, 2010**) :



Les ions OH^- cédés par la deuxième résine réagissent avec les ions H^+ cédés par la première : Il se forme de l'eau ! Et comme l'eau initiale est neutre, il y a autant de charges (+) que de charges (-) dans cette eau, donc les résines ont réagi autant de OH^- que de H^+ , il y a donc neutralisation.

II.3 Principes de fonctionnement de la toure

Nous avons vu qu'un réfrigérant atmosphérique est un échangeur de chaleur dans lequel l'eau à refroidir s'écoule en contact avec l'air ambiant en la faisant ruisseler sur des empilages de claies ou de plaques superposées (zone de dispersion), c'est le garnissage ou packing qui constitue le corps d'échange thermique, il est enfermé dans une tour assurant une circulation d'air le meilleur possible (**Duvivier, 2006**).

La fonction de cette tour de refroidissement est uniquement de refroidir de l'eau chaude. On fait circuler l'eau refroidie ainsi obtenue jusqu'à l'unité en fonctionnement, où son rôle » est d'éliminer la chaleur produite dans cette unité (**Duvivier, 2006**).

De ce fait, l'eau refroidie redevient chaude et est renvoyée à la tour de refroidissement pour être refroidie et recyclée. Cette eau est refroidie au moyen d'un contact intime avec l'air par deux processus (**Duvivier, 2006**):

➤ Conduction : la chaleur provenant de l'eau chaude est transférée par contact à l'air plus froid. Ceci représente environ 15 à 25 % de l'échange total de chaleur ;

➤ Evaporation : le poids d'eau vaporisée par unité de temps et de surface est proportionnel à la différence entre la pression partielle de la vapeur d'eau dans l'air atmosphérique et la pression de la saturation en vapeur d'eau de cet air à la température T.

Cette différence de pression partielle est elle-même proportionnelle à la différence entre le poids de vapeur par kg d'air sec en contact avec l'eau, et le poids de vapeur par kg d'air saturé à la même température. En pratique, la quantité d'eau évaporée par heure se situe entre 1 et 3 % de la quantité d'eau circulée pour une différence de température de 10 C°, cette quantité variant suivant l'état hygrométrique de l'air, la température d'entrée de l'eau et aussi suivant la conception du réfrigérant.

Un séparateur efficace et un entretien régulier de la tour permettent de réduire le taux d'émission des gouttelettes, cette perte ne concourt pas au refroidissement.

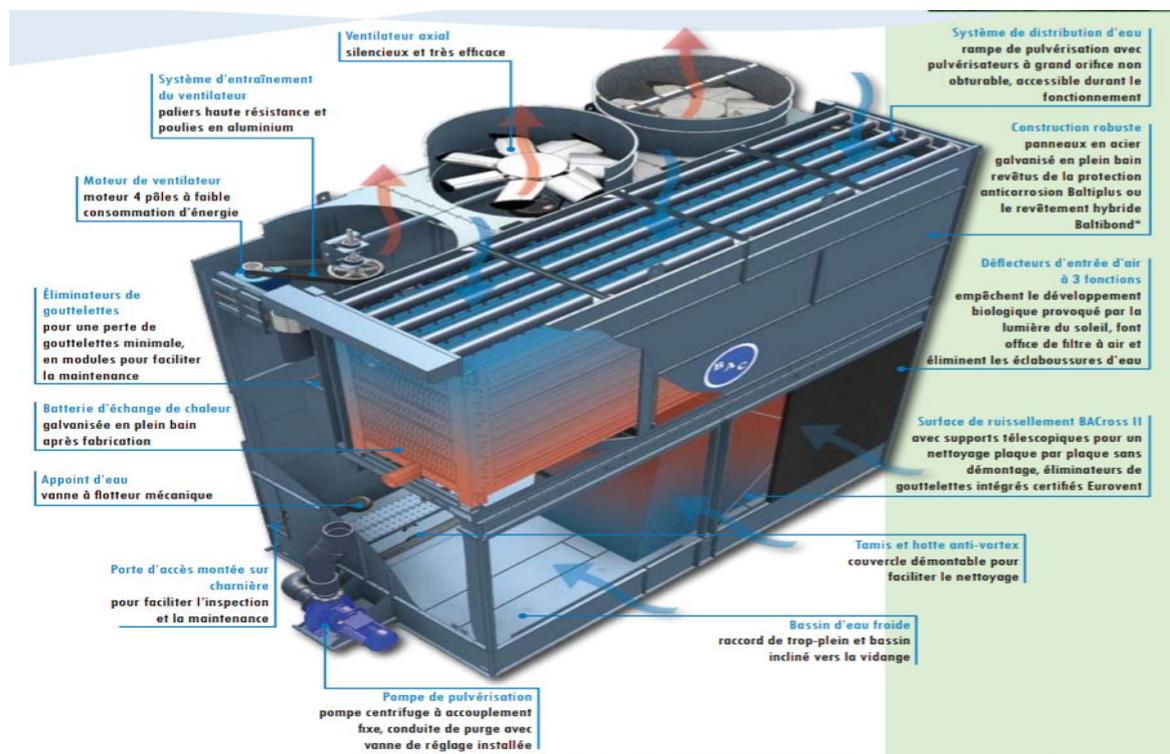


Figure II.2 : principe de fonctionnement de la tour de refroidissement(Duvivier, 2006).

II.4 Les circuits de refroidissement

Puisque les circuits de refroidissement ont pour mission de refroidir des produits ou des unités de processus par l'intermédiaire d'échangeurs de chaleur, l'on conçoit que le rendement d'échange soit un point important au niveau du rendement global des unités, donc de la production(Djediai,2016).

Dans un processus industriel de refroidissement, on peut distinguer deux étapes

(Djediai,2016) :

✓ Transfert de la chaleur à évacuer vers un fluide de refroidissement par contact direct ou plus généralement indirect grâce à des équipements d'échange thermique ;

✓ Transfert des calories du fluide de refroidissement vers le milieu environnant

Différents types des circuits :

On distingue trois types de circuits de refroidissement :

- Les circuits ouverts ;
- Les circuits fermés ;
- Les circuits semi-ouverts.

II.3.1 Circuits ouverts

Dans un circuit ouvert l'eau froide est prélevée dans une rivière, un forage, en mer ou dans un réseau de distribution ; elle ne passe qu'une seule fois dans l'appareil à refroidir puis est rejetée dans le milieu environnant. Les vitesses de circulation sont généralement élevées et de ce fait l'accroissement de température est faible (Othmani, 2018).

Il faut néanmoins lutter contre l'entartrage aux points chauds, lorsqu'on utilise des eaux fortement minéralisées. Pour les eaux de rivières ou de forage, on injecte généralement une faible concentration en réactif à base de phosphates, et pour les eaux de mer fortement chargées en chlorures, on utilise uniquement du chlore pour éviter la prolifération des algues due à la chaleur et la lumière (Othmani, 2018).

Ce type de circuit admet des avantages dans la mesure où il est simple d'exploitation et le coût d'investissement est faible.

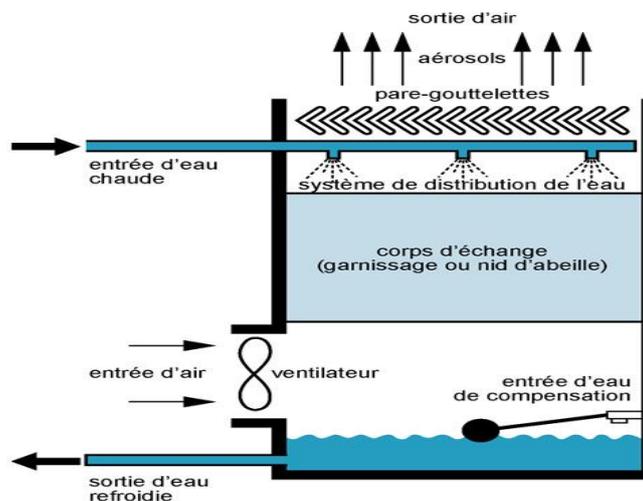


Figure II.3 : Schéma descriptif circuit ouvert (Othmani, 2018).

II.4.2 Circuits fermés

Dans un circuit fermé l'eau circule en boucle fermée ; une source froide, généralement un aéroréfrigérant élimine la chaleur prise au procédé. Mis à part les fuites il n'y a pas de consommation autre que le remplissage du circuit. Pour éviter les risques de gel en hiver, de l'eau glycolée est souvent utilisée. Leurs avantages résident dans leur faible l'impact sur l'environnement et le coût de l'eau et des réactifs est également faible (Othmani, 2018) .

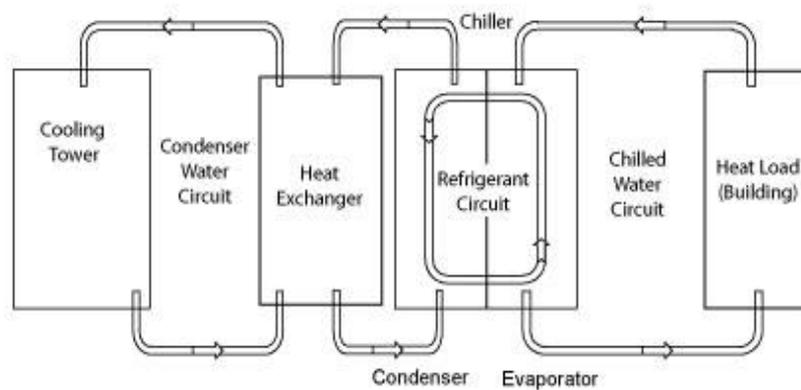


Figure II.4 : Schéma descriptif circuit ferme (Othmani, 2018).

II.4.3 Circuits semi-ouverts

L'eau chaude à la sortie des échangeurs est refroidie dans une tour de réfrigération par contact direct avec l'air ambiant. L'eau ruisselle sur un corps d'échange (garnissage), pour être en contact avec l'air, puis est recueillie dans un bassin de récupération, reprise par des pompes de circulation et renvoyée dans le circuit (Othmani, 2018).

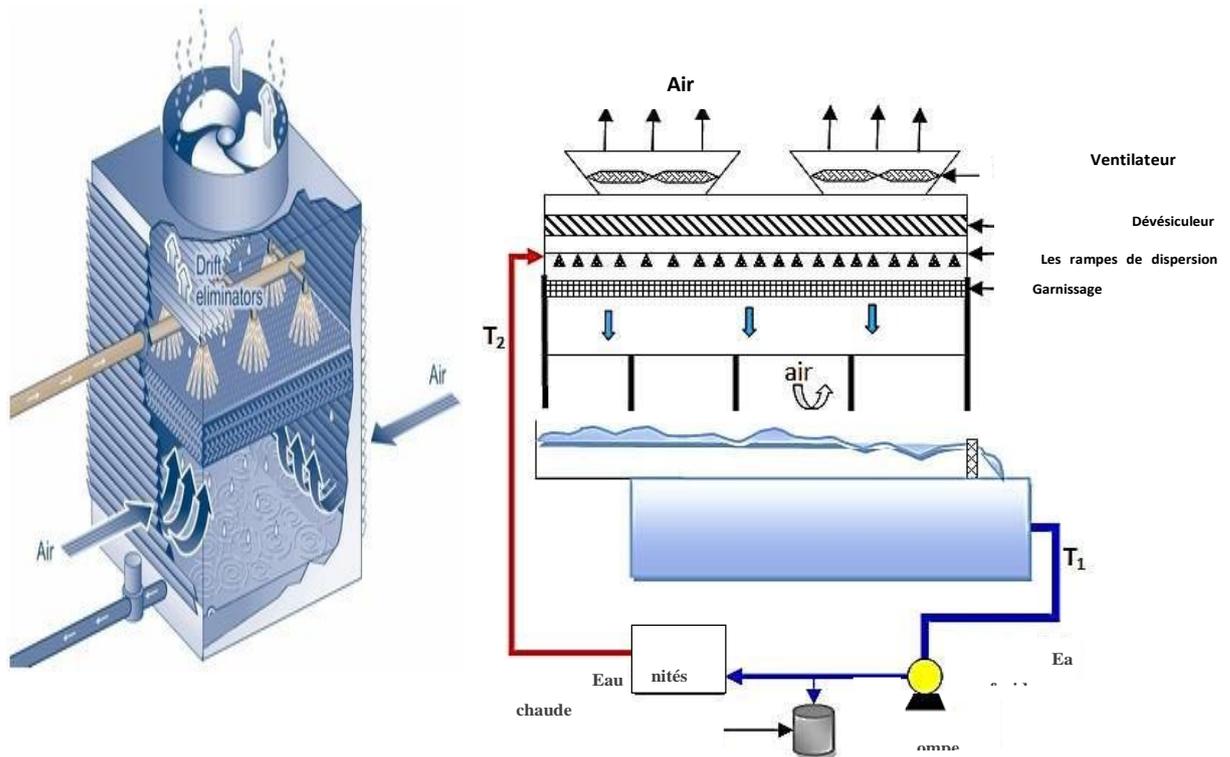


Figure II.5 : Schéma descriptif circuit semi ouvert tour de refroidissement (Othmani, 2018) .

Le transfert de chaleur de l'eau à l'air ambiant s'effectue par convection et par évaporation d'une partie de cette eau jusqu'à saturation de l'air en humidité. Selon la température et l'humidité de l'air à l'entrée du réfrigérant, 5 à 15% de la chaleur sont évacués par convection (Othmani, 2018) .

La consommation d'eau représente une fraction du débit recyclé et correspond (Othmani, 2018) :

- ✓ À l'évaporation ;
- ✓ À l'entraînement de gouttelettes (entraînement vésiculaire) ;
- ✓ Aux purges de déconcentration ;
- ✓ À des prélèvements directs et aux fuites.

L'eau d'appoint doit généralement être traitée avant d'être admise dans le circuit. Les avantages des circuits semi-ouverts sont la possibilité de gros débits, une faible consommation d'eau d'appoint, une consommation réduite de réactifs, et une meilleure protection contre la corrosion et l'entartrage que dans le cas des circuits ouverts.

II.5 Le classement des tours

Les tours de réfrigération sont classées suivant le mode de circulation de l'air (tirage naturel, tirage mécanique) et la façon dont l'air est distribué (contre-courant, courants croisés).

Le type de ruissellement de l'eau sur le garnissage (ruissellement à film et ruissellement à gouttes) est un autre critère de classement (**Bekhadouma et Benali, 2014**).

II.6 Problèmes posés par circuits de refroidissement

Les circuits de refroidissement industriels, qu'ils soient ouverts, ou semi-ouverts, sont généralement alimentés en eau naturelle, de la qualité disponible sur place (Eau de rivière, eau de forage, eau de mer ...etc.).

Puisque les circuits de refroidissement ont pour mission de refroidir des produits ou des unités de procès par l'intermédiaire d'échangeurs de chaleur, l'on conçoit que le rendement d'échange soit un point important au niveau du rendement global des unités, donc de la production.

Ainsi, tout phénomène ou processus capable de diminuer ce rendement doit être maîtrisé : c'est le cas de corrosion, l'entartrage et des proliférations biologiques (**Bekhadouma et Benali, 2014**).

II.6.1 Entartrage

Les tartres sont des dépôts minéraux cristallins provenant de la formation de cristaux dans une solution sursaturée. Ils sont généralement denses d'une grande cohésion, et d'une très bonne adhérence (Figure II.6). Toutes les fois que la concentration d'un sel est supérieure à sa limite de solubilité, il se dépose sous la forme de tartre, généralement sur une surface chaude (la solubilité étant plus faible à chaud qu'à froid) (**Manuel, 2010**).



Figure II.6: Exemple de tartre dans un tuyau (Manuel, 2010).

L'entartrage se produit toutes les fois que la concentration d'un sel est supérieure à sa limite de solubilité. Les tartres se déposent sous forme de dépôts généralement sur une surface chaude (la solubilité étant plus faible à chaud qu'à froid). Les sels produisant les tartres le plus souvent dans les de refroidissement sont la silice, le sulfate de calcium, le phosphate de calcium et le carbonate de calcium (Duvivier, 2006).

Pour lutter contre l'entartrage, deux types de procédé peuvent être envisagés (Duvivier, 2006) :

- Procédé soustractifs : élimination d'un ou des ions formateurs de tartres par des résines échangeuses ou par la décarbonatation à chaud ;
- Procédés additifs : ajouter des substances qui vont reculer le produit de solubilité, ou altérer le processus de croissance des cristaux, ou disperser les cristaux formés (solubilisation par acidification, ou par agents chélatants).

L'entartrage est un problème majeur dans l'industrie, même si le tartre n'est pas aussi dangereux à première vue que la corrosion, le tartre est isolant et ne fragilise pas les canalisations. Les problèmes apparaissent lorsque l'eau est chauffée : plus la température est importante et plus une eau tend à être entartrant ce qui a pour effet (Othmani, 2018) :

- La diminution de rendement calorifique d'un appareil ;
- La réduction de la section des tuyaux ;
- Le ralentissement sensible du débit d'eau ;
- Le métal en contact avec une source de chaleur s'échauffe anormalement et s'use ;
- L'augmentation de la consommation de gaz ou d'électricité ;

- La diminution de l'efficacité des tensioactifs.

Les sels produisant du tartre que l'on trouve le plus souvent dans les eaux de refroidissement sont la silice, le sulfate de calcium, le phosphate de calcium et le carbonate de calcium.

II.6.2 Corrosion

La corrosion peut être définie comme la destruction progressive des matériaux de construction par leur environnement ce qui inclut en première position la corrosion électrochimique des métaux ; cette dernière est l'oxydation d'un métal par son environnement. Selon le matériau de construction, on distingue trois types de corrosion (Duvivier, 2006) :

- Corrosion galvanique ;
- Corrosion bactérienne ;
- Corrosion par concentration et aération différentielle.

Par contre, selon la forme de corrosion, il existe deux types de corrosion :

- Corrosion uniforme ;
- Corrosion localisée.

Actuellement, le principe de base du traitement de l'eau de refroidissement est rendu volontairement corrosive l'eau en recirculation (une méthode pour empêcher le tartre), ensuite ajouter une combinaison d'inhibiteur pour empêcher la corrosion.

Le choix des produits inhibiteurs de corrosion est vaste mais il se ramène à trois groupes :

- Inhibiteurs anioniques (anodiques) dont les principaux sont : Ortho phosphatés, nitrites et ortho silicatés ;
- Inhibiteurs cathodiques dont les principaux sont : Polyphosphates, zinc, molybdates et poly silicatés ; Inhibiteurs organiques dont les principaux sont : Phosphates, Thiazoles, Triazoles, Amines filamentées et Tannins.



Figure II.7: Exemple de corrosion dans un tuyau (Duvivier, 2006).

II.6.3 Les proliférations organiques

Elles dépendent essentiellement des "pollutions" captées par l'eau tant dans l'atmosphère ambiante que par les fuites de produits organiques polluants,

Les proliférations organiques synergismes le phénomène de corrosion D'une façon générale, tout procédé lié à une activité de type industriel, de conditionnement d'air ou de réfrigération, produit une certaine quantité d'énergie perdue sous forme de chaleur.

Cette chaleur perdue devra être rejetée dans l'environnement et nécessite donc un refroidissement de manière générale, quel que soit le procédé, plus la température à laquelle peut s'effectuer ce rejet sera basse, meilleur sera le rendement du procédé.

Une tour de refroidissement est un échangeur d'un type particulier qui permet de rejeter de la chaleur dans l'air d'environnement sous forme à la fois de chaleur sensible et de chaleur latente du fait de l'augmentation de son humidité.

Il est possible de refroidir un fluide jusqu'à une température supérieure de quelques degrés à la température humide de l'air ambiant (et donc éventuellement inférieure à sa température sèche), ceci au prix d'une quantité d'eau consommée de l'ordre de 5 % de celle que demanderait un refroidissement à eau.

Tant sur le plan économique qu'environnemental, les tours de refroidissement sont des systèmes très intéressants, notamment en climat chaud et sec.

En effet, les tours de refroidissement présentent un milieu idéal pour la prolifération microbologique, notamment de l'espèce *Legionella*.

La légionelle, naturellement présente en faible quantité dans l'environnement, elle s'introduit dans les tours de refroidissement à l'eau par l'air ambiant ou par l'eau d'appoint.

En faible concentration, la présence de cette bactérie n'est pas problématique. Mais elles peuvent être dispersées dans l'environnement dans les aérosols produits par la tour de refroidissement, ce qui peut représenter un risque pour la santé des personnes exposées, et provoque la maladie de légionnaire (**Bekhadouma et Benali, 2014**).



Figure II.8 : Les proliférations organiques dans la tour (**Bekhadouma et Benali, 2014**).

II.7 Protection contre les Problèmes des circuits de refroidissement

Cette protection dépend évidemment des températures atteintes par l'eau et de la « chimie » de l'eau du circuit, mais aussi de tous les matériaux en contact avec l'eau (échangeurs, pompes, tuyauteries...).

Le traitement de l'eau d'appoint, l'addition de produits chimiques sont souvent nécessaire dans l'eau des circuits de refroidissement. Parmi les produits injectés selon les cas sont :

- Inhibiteur de corrosion : généralement à base de polyphosphate, nitrite, Amine ;
- Anti tartre : généralement à base de phosphate, polyphosphate, Phosphate ;
- Biocides et algicides : généralement utilisés en alternance de 2 familles distinctes pour éviter les phénomènes d'accoutumance : biocides oxydants (à base de brome, javel, chlore...) et biocides non oxydants (ammonium quaternaire, sels métalliques

–tributylétain-, isothiazolinones) ;

➤ Produits correcteurs de pH : certains biocides nécessitent une plage pH particulière pour être efficaces.

II.8 Description des équipements de réfrigération

La section de tour de refroidissement (401) contient deux tours :

- Le premier (101) : de capacité de 4000 m³/h pour le refroidissement de : turbine ; les compresseurs de chaudière et d'unité RFCC ;

- Le deuxième (201) : de capacité de 3000 m³/h pour le refroidissement des équipements des trois unités : RFCC/ CDU/CRU.

L'alimentation de la tour de refroidissement de R1ND est le forage, dans chaque tour il y a des pompes qui aspirent l'eau froide de bassin de la tour et le refoulent (à 5 bar) vers les équipements à refroidir, une quantité de cette eau (5%) passe par des filtres à sable pour minimiser les matières en suspension. Après le refroidissement des équipements l'eau chaude revient à la tour par pression (de 3 à 4 bars) pour le refroidissement. L'eau d'appoint est ajoutée de façon continue pour la compensation de la quantité perdue de la purge, évaporation.



Figure II.4: les photos des deux tours (101) et (201).

Tous les jours sont injectés des produits dans les deux tours afin de les protéger contre les différents problèmes. Tels que :

- L'anti tartre : pour éviter l'entartrage.
- Les dispersives : pour décomposer les matières en suspension.

➤ Les biocides : pour diminuer les salisseurs et réduire les micro-organismes de manière efficace.

➤ L'eau de javel : pour éliminer les micro-organismes.

La réfrigération de l'eau de refroidissement s'effectue en circuit semi-ouvert dans des réfrigérants atmosphérique à tirage induit. Les réfrigérants se composent d'une enveloppe à l'intérieur de laquelle sont disposées des surfaces de ruissellement.

Un système de répartition, placé à la partie supérieure pulvérise l'eau en fines gouttelettes sur les surfaces d'échange, tandis que le flux d'air arrivant en sens inverse provoque l'évaporation partielle qui assurera le refroidissement. Les ventilateurs placés à la partie supérieure aspirent l'air frais à l'intérieur du réfrigérant ; des séparateurs de gouttelettes placés en haut de la tour, évitent les entrainements vésiculaires.

Le refroidissement dans les réfrigérants s'opère au moyen de l'air atmosphérique que fait circuler à contre-courant avec l'eau à refroidir.

L'air, au contact de l'eau, s'échauffe et passe de l'humidité ambiante à la saturation en évaporant une partie de l'eau à refroidir (**Doucement interne**).

CHAPETER III

Matériels et méthodes

III.1 Introduction

Dans ce chapitre, nous allons résumer le protocole analytique suivi ainsi que le matériel utilisé durant la partie pratique de ce mémoire, tous les essais expérimentaux ont été menés au laboratoire de RA1D.

III.2 Le laboratoire de la raffinerie de RA1D

Disposé d'un laboratoire équipé répondant aux normes nationales et internationales régissant l'activité du raffinage, les résultats fournis par le laboratoire permettent à l'exploitant d'ajuster, tester et évaluer la marche des procédés.

Ils ont pour but une connaissance directe de la composition physico- chimique des échantillons, ils doivent aussi permettre de quantifier un certain nombre de propriétés particulières en relation avec la bonne marche de la chaîne de production, mais aussi en relation avec l'intégrité physique des équipements.

Le laboratoire de la raffinerie de RA1D, il est comme tout laboratoire de raffinage, représente essentiellement suivi l'efficacité de traitement et contrôle qualité des matières premières et des produits aux différents stades de la production.

Il est juge de la qualité des produits traité durant le processus, qu'il vielle au bon déroulement des unités de traitement de pétrole brute et l'analyse des produits semi finis et finis destinés à la commercialisation (Propane, Butane, Essence normal, Gasoil Jet –A1) des eaux industrielles ainsi que d'autre produits utilisés dans le circuit de production tels que les huiles de lubrification et les catalyseurs (Document interne).

III.2.1 Les différentes sections de laboratoire

Le laboratoire de la raffinerie de SBAA est partagé en deux sections (**Doucement interne**):

- ✓ Section d'analyse des hydrocarbures ;
- ✓ Section d'analyse des eaux.

III.2.1.1 Section d'analyse des hydrocarbures

Cette section contient des salles pour faire des essais normalisés qui permettent de contrôler la qualité des produits pétroliers, elles peuvent être regroupées en plusieurs familles principales (**Doucement interne**) :

- ✓ Essais liés à la volatilité ;
- ✓ Essais liés à la combustion ;
- ✓ Essais liés à l'écoulement, la lubrification et au stockage ;
- ✓ Essais liés à la tenue au froid ;
- ✓ Essais liés à la pollution atmosphérique et à la corrosion.

III.2.1.2 Section d'analyse des Eaux

Les analyses des eaux (traitement – contrôle) ont pour but de protéger l'installation du complexe (l'installation) car certaines espèces comme le chlorure et le calcium qui sont des agents corrosifs, vu que le milieu doit être basique, c'est pour cela que les utilités ajoutent des produits pour augmenter et stabiliser pH du milieu (Doucement interne).

Cette section contient plusieurs salles pour contrôler différents types des eaux par différents types des analyses :

III.2.1.2.1 Analyses volumétriques

Elles sont basées sur quatre types de dosages sont (**Doucement interne**) :

- Dosage acide base ;
- Dosage oxydoréduction ;
- Dosage précipitation ;
- Dosage de complexifié.

III.2.1.2.2 analyses spectrophotométriques

La spectrophotométrie est une méthode analytique quantitative et qualitative qui consiste à mesurer l'absorbance ou la densité optique d'une substance chimique donnée, généralement en solution (**Document interne**).



Figure III.1: une photo d'un appareil spectrophotomètre.

III.2.1.2.3 Autres analyses

Sont multiples, en peut citer (**Doucement interne**) :

- ✓ La conductivité ;
- ✓ Le pH ;
- ✓ La turbidité ;
- ✓ Demande biochimique en oxygène (DBO).

III.2 Paramètres électrochimiques (partiels) et thermodynamique

La détermination des paramètres électrochimiques, nécessite l'utilisation des certains appareils qui seront cités par la suite.

III.2.1 Détermination du pH

Le pH est un paramètre qui permet de mesurer l'acidité, l'alcalinité ou la basicité d'une eau (**Allen et al., 1994**).

Le potentiel hydrogène (ou pH) mesure l'activité chimique des ions hydrogènes (H^+) (appelés aussi couramment protons) en solution plus couramment, le pH mesure, l'acidité ou la basicité d'une solution.

Ainsi, dans un milieu aqueux à 25 °C (**Chelli et Djouhri, 2013**) :

- ✓ Une solution de pH = 7 est dite neutre ;
- ✓ Une solution de pH < 7 est dite acide ;

- ✓ Plus son pH s'éloigne de 7 (diminue) et plus elle est acide ;
- ✓ Une solution de $\text{pH} > 7$ est dite basique ;
- ✓ Plus son pH s'éloigne de 7 (augmente) et plus elle est basique.



Figure III.2: Appareil du pH-mètre.

➤ **Matériel nécessaire**

1. pH-mètre modèle ;
2. Bêchers de 100 ml ;
3. Papier filtre.

➤ **Réactifs**

1. Solution tampon $\text{pH} = 4.21$;
2. Solution tampon $\text{pH} = 7.00$;
3. Solution tampon $\text{pH} = 9.00$;
4. Solution de KCl de 3 mol/L.

➤ Talonnage de l'appareil voir annexe 1.

➤ **Mode opératoire**

Dans un bécher mettre l'échantillon puis tremper l'électrode dans l'échantillon et laisser stabiliser un moment et noter le pH, ces analyses sont dans les normes ASTM D 1293.

III.2.2 Détermination de la conductivité

C'est la mesure de la capacité d'une solution de laisser passer un courant électrique,

cette capacité dépend des sels solubles dans l'eau et de la température de mesure, généralement, les sels minéraux présents dans l'eau, sont des bons conducteurs, quant aux matières organiques et colloïdales, elles n'ont que peu de conductivité (Rodier, 1996).

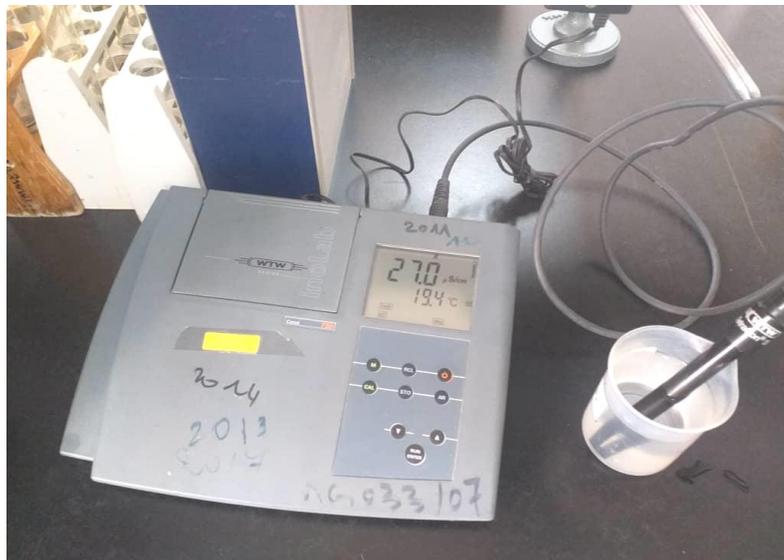


Figure III.3 : Appareil de conductimètre électrique.

➤ **Matériel nécessaire**

1. Conductimètre électrique ;
2. Bêchers de 100 ml ;
3. Papier filtre.

➤ **Mode opératoire**

Ces analyses sont dans les normes SF-T-404-010.

1. Dans un bêcher mettre l'échantillon ;
2. Tremper l'électrode dans l'échantillon ;
3. Laisser stabiliser un moment et noter la conductivité ;
4. Le résultat est donné directement en $\mu\text{S}/\text{cm}$ (micro siemens par centimètre).

III.2.3 Détermination de la turbidité

La turbidité est la mesure de l'aspect plus ou moins trouble de l'eau, c'est l'inverse de la limpidité, elle est un indice de la présence de particules en suspension dans l'eau, elle est déterminée à l'aide d'un turbidimètre.

La turbidité représente l'opacité d'un milieu trouble, c'est la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matière non dissoutes (Rejsek, 2005).



Figure III.4: Appareil de turbidimètre.

➤ **Matériel nécessaire**

1. Turbidimètre marque HACH modèle 2100 AN ;
2. Les cuvettes de l'appareil ;
3. Des étalons (formazine) pour l'étalonnage ;
4. Huile de silicone (pour le nettoyage des cuvettes de l'appareil).

➤ **Mode opératoire**

Pour démarrer l'appareil :

1. Fermer le capot ;
2. Mettre appareil sous tension;
3. Laisser préchauffer ;
4. Procède à l'étalonnage, sinécessaire ;
5. Agiter l'échantillon et remplir dans une cuvette ;
6. Tenir la cuvette par le bouchon et essuyer la surface extérieure au moyen d'un tissu doux ;
7. Placer la cuvette dans le puits de mesure et fermer le capot ;

8. Lire lorsque le signale est stable et noter le résultat ;
9. Les résultats sont exprimés en NTU (Néphelométrique Turbidity Unit).

III.3 Analyse volumétrique

III.3.1 Détermination des chlorures dans l'eau

Chlorures en général sont présents dans les eaux à l'état brut et transformés à des concentrations allant de petites traces jusqu'à plusieurs centaines de mg/L, la concentration des chlorures dans l'eau dépend aussi du terrain traversé.

Ils sont présents sous la forme de chlorures de sodium, de calcium et de magnésium, méthode de détermination le titrage avec du nitrate d'argent, ces analyses sont dans les normes SF-T-404-023.



Figure III.5: titrage de chlorure dans l'eau.

➤ Matériel nécessaire

1. Burette de 50 ml ;
2. Eprouvette de 50 ml ;
3. Agitateur en verre pour mélanger ;
4. Creuset pour l'analyse ;
5. Pipette de 5 ml.

➤ Réactifs

1. Solution titrant de nitrate d'argent AgNO_3 de 0.01 mol/L ;

2. L'indicateur chromate de potassium K_2CrO_4 de 10% m/v.

➤ **Mode opératoire**

1. Placer 5 ml d'échantillon et 45 ml de l'eau distillée dans le creuset. ;

2. Ajouter quelques gouttes de la solution indicatrice de K_2CrO_4 ;

3. Titrer la solution avec du nitrate d'argent 0.01 mol/L jusqu'à ce que la solution vire au jaune rougeâtre qui est le point de fin de titrage ;

4. Effectuer un essai en blanc avec 50 ml de l'eau distillée de la même façon que pour l'échantillon.

III.3.2 Détermination le titre alcalinité trique complet TAC

La mesure de l'alcalinité est d'une importance fondamentale dans le processus de traitement de l'eau, lorsque l'alcalinité est trop faible ou inexistante, il est nécessaire de provoquer une alcalinité artificielle en appliquant des substances alcalines, comme la chaux hydratée ou la soude (carbonate de sodium) afin d'atteindre cet objectif, lorsque l'alcalinité est trop élevée, on procède à l'inverse, à l'acidification de l'eau jusqu'à obtention d'une teneur en alcalinité suffisante pour réagir au sulfate d'aluminium ou à d'autres produits utilisés dans le traitement des eaux, méthode de détermination le titrage avec

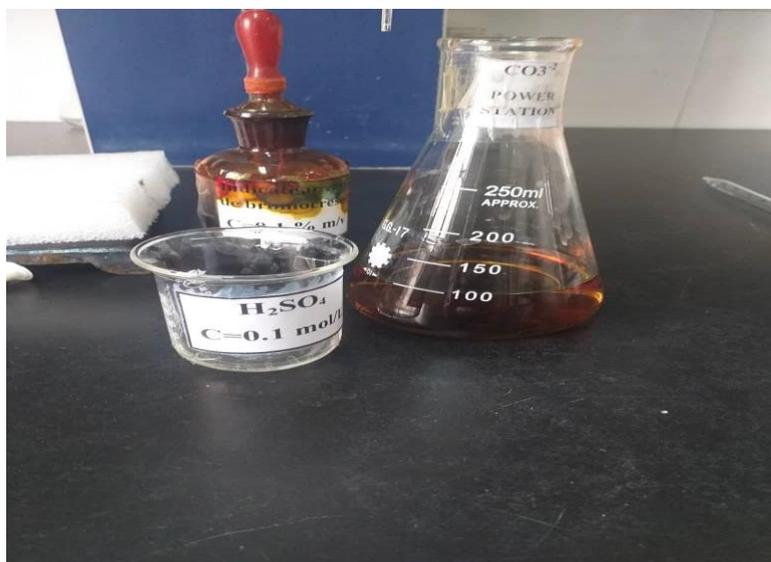


Figure III.6: titrage d'alcalinité totale complet TAC.

➤ **Matériel nécessaire**

1. Burette de 50 ml ;

2. Erlenmeyer de 20 ml ;

3. Eprouvette de 100 ml.

➤ **Réactifs**

1. Solution de H_2SO_4 à 0.1 mol/L (solution titrant) ;
2. L'indicateur coloré vert de bromocrésol.

➤ **Mode opératoire**

1. Verser 100 ml d'échantillon et les mettre dans un erlenmeyer ;
2. Ajouter 3 à 5 gouttes de l'indicateur vert de bromocrésol/rouge de méthyle ;
3. Titrer avec la solution 0,1 N d'acide sulfurique jusqu'à ce que la couleur vire de bleu-vert aurose ;
4. Noter le volume total de H_2SO_4 utilisé (ml) ;
5. Effectuer un essai à blanc avec 100 ml de l'eaudistillée.

III.3.3 Détermination de dureté totale TH

La dureté totale est calculée comme la somme des concentrations des ions calcium et magnésium dans l'eau, exprimée en carbonate de calcium, la dureté d'une eau peut être temporaire ou permanente.

La dureté temporaire, appelée aussi la dureté carbonate est causée par la présence de calcium et de bicarbonates de magnésium.

Ce type de dureté résiste à l'action des savons et provoque des incrustations, elle est appelée temporaire car les bicarbonates, par l'action de la chaleur, se décomposent en gaz carbonique, eau et carbonates insolubles qui se précipitent.

La dureté permanente, également appelée de dureté de non-carbonates est due à la présence de sulfates, chlorures et nitrates de calcium et de magnésium, elle résiste également à l'action des savons, mais ne produit pas de d'incrustations car ces sels sont très solubles dans l'eau, ne se décompose pas sous l'action de la chaleur, méthode de détermination titrage avec **EDTA**, ces analyses sont dans les normes SF-T-404-018.



Figure III.7: titrage de la dureté.

➤ **Matériel nécessaire**

1. Burette de 50 ml ;
2. Pipette volumétrique de 5 ml ;
3. Eprouvette volumétrique de 50 ml ;
4. Erlenmeyer de 250 ml.

➤ **Les réactifs**

1. Solution tampon de $\text{NH}_4\text{OH}/\text{NH}_4\text{Cl}$ de $\text{pH}=10$;
2. Solution de l'EDTA ($\text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{N}_2\text{Na}_2\text{O}_8$) de 0.01 mol/L ;
3. L'indicateur noir Eriochrome T (NET).

➤ **Mode opératoire**

1. Verser 20 ml d'échantillon et le diluer jusqu'à 50 ml d'eau distillée dans un erlenmeyer ;
2. Ajouter 5 ml de la solution tampon pour augmenter le pH à 10 ;
3. Ajouter environ 3 gouttes de l'Indicateur noir Eriochrome T ;
4. Titrer avec l'EDTA 0.01 mol/L en remuant continuellement jusqu'à disparition de la couleur pourpre jaunâtre et l'apparition de la couleur bleue (fin du titrage) ;
5. Noter le volume d'EDTA utilisé (ml) ;
6. Faire un essai blanc avec de l'eau distillée.

III.3.4 Demande chimique en oxygène (DCO)

Elle permet de mesurer la teneur en matières organiques totales (excepté quelques composés qui ne sont pas dégradés), y compris celles qui ne sont pas dégradables par la bactérie, il s'agit donc d'un paramètre important permettant de caractériser la pollution globale d'une eau par des composés organiques (Savary, 2005).



Figure III.8: Demande chimique en oxygène.

➤ Matériel nécessaire

1. Erlenmeyer en verre de pyrex de 250 ml ;
2. Cylindre gradué de 100 ml ;
3. Pipettes graduées de 10 ml ;
4. Burette de 25 ml ;
5. Des billes en verre.

➤ Réactifs

1. Solution de KMnO_4 de 0.01 mol/L ;
2. Solution de H_2SO_4 1+3 V/V (100 ml de H_2SO_4 +300 ml d'eau distillé) ;
3. Solution d' Ag_2SO_4 saturé ;
4. Solution d'oxalate de sodium $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 0.01 mol/L.

➤ Mode opératoire

Ces analyses sont dans les normes SF-T-404-006.

1. Verser 100 ml de l'eau distillée dans l'erenmeyer ;

2. Placer 20 ml d'échantillon + 80 ml de l'eau distillée dans l'erenmeyer ;
3. Ajouter 5 ml d'acide sulfurique 1+3 V /V (100 ml de H₂SO₄ +300 ml d'eau distillé) ;
4. 10 gouttes de la solution d'Ag₂SO₄ saturé ;
5. 10 ml de KMnO₄ à 0.01 mol/l de telle façon que la solution reste colorée après l'ébullition ;
6. Quelques bills divergents ;
7. Faire bouillir 10 minutes après refroidir entre 60 et 80°C ;
8. Ajouter 10 ml de Na₂C₂O₄ à 0.01 mol/L jusqu'à la disparition de la couleur de KMnO₄ ;
9. Titrer avec le KMnO₄ 0.01 mol/L jusqu'à la couleur rose clair noter le volume verser.

III.4 Analyse colorimétrique

III.4.1 Détermination de l'ortho phosphates PO₄⁻³

La méthode de dosage par spectrophotomètre proposée ici est spécifique des ortho phosphates en solution aqueuse.

Le but de ce dosage est de réaliser des mesures dans un échantillon d'eau, on analysera les ortho phosphates directement présents en solution, puis on convertira en ortho phosphate les autres espèces contenant du phosphore avec des réactions chimiques appropriées.

Quant à elle fournit une mesure globale de toutes les formes de phosphore en solution, suivant le temps que vous prendront les manipulations proposées, on pourra comparer les résultats fournis par ces deux méthodes, ces analyses sont dans les normes SF-T-404-022.



Figure III.9 : Détermination de l'ortho phosphates PO_4^{-3} .

➤ **Matériel nécessaire**

1. Tube à essai de 50 ml ;
2. Cylindre gradué de 25 ml ;
3. Pipettes graduées de 10 ml ;
4. Entonnoir ;
5. Erlenmeyer ;
6. Papier filtre ;
7. Spectrophotomètre UV -visible ;
8. Cellule de 1cm.

➤ **Réactifs**

1. Solution de l'acide ascorbique $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ de 2% m/v (2g de $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ +100 ml eau distille) ;
2. Solution de molybdate d'ammonium de 0.7 % m/v (2g de $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ +100 ml eau distille).

➤ **Mode opératoire**

Dans des tubes à essai de 50 ml :

1. Introduire 20 ml de l'échantillon filtré ;
2. 5 ml de la solution de molybdate d'ammonium de 0.7 % m/v ;

3. Ajouter 3 ml de la solution d'acide ascorbique de 2 % m/v ;
4. Compléter jusqu'à 50 ml avec l'eau distillée et agiter ;
5. Après un temps de réaction de 10 minutes, mesurer l'absorbance à 710 nm et cellule 1cm ;
6. Faire le calcul de la concentration en mg/L.

III.4.2 Détermination du fer Fe^{2+}

L'ion ferreux (Fe^{2+}) forme avec la phénanthrène-1, 10 un complexe rouge qui est utilisé pour la détermination de faibles concentrations de fer, ces analyses sont dans les normes SF-T-404-005.



Figure III.10 : Détermination de fer.

➤ Matériel nécessaire

1. Erlenmeyer en verre de pyrex de 150 ml ;
2. Cylindre gradué de 50 ml ;
3. Pipettes graduées de 10 ml ,5 ml ;
4. Tube à essai de 50 ml ;
5. Papier de pour tester le pH ;
6. Spectrophotomètre UV -visible ;
7. Cellule de 3cm.

➤ **Réactifs**

1. L'acide chloridrique HCl 1+1V/V (100 ml HCl+100 ml eau distille) ;
2. L'ammoniaque NH₄OH 1+1 V/V (100 ml NH₄OH +100 ml eau distille) ;
3. Solution d'hydroxylamine hydrochloride H₂NOH. HCl de 10 % m/v ;
4. Solution de 1,10-phenanthroline C₁₂H₈N₂.H₂O de 0.12 % m/v.

➤ **Mode opératoire**

1. Introduire 50 ml d'échantillon dans un erlenmeyer de 150 ml et ajouter quelques gouttes d'acide HCl 1+1 V/V et un morceau de papier de pH qui devient bleu ;
2. Bouillir 10 minutes après refroidir ;
3. Ajouter 1 ml de d'hydroxylamine hydrochlori de H₂NOH. HC à 10% m/v ;
4. 2 ml de 1, 10-phenanthroline C₁₂H₈N₂.H₂O de 0.12 % m/v ;
5. Quelques gouttes L'ammoniaque NH₄OH 1+1 V/V jusqu'à le changement de la couleur de papier de pH aurose ;
6. Verser le contenu des erlenmeyers dans des tubes à essai de 50 ml et compléter à 50 ml avec l'eau distillée ;
7. Après un temps de réaction de 10 minutes, mesurer l'absorbance à 510 nm et cellule 3cm ;
8. Faire le calcul de la concentration en mg/L.

III.4.3 Dosage du chlore résiduel

Au cours d'une réaction de désinfection par le chlore, on mesure le chlore résiduel libre, le chlore résiduel combiné et le chlore résiduel total.

Le chlore résiduel libre est le chlore qui demeure dans l'eau après une période de séjour donnée et qui est capable de réagir comme acide hypochloreux (**HClO**) ou ion hypochlorite (**ClO⁻**). Sa présence est l'indicateur de qualité d'une eau.

Le chlore résiduel combiné est une partie du chlore résiduel total qui persiste à la fin d'un temps de séjour donné et qui réagir comme la chlora mine qui est un produit résultant de la combinaison du chlore et d'ammoniac d'origine organique ou inorganique.

Le chlore résiduel total est la somme du chlore résiduel libre et le chlore résiduel

combiné, ces analyses sont dans les normes SF-T-404-027.

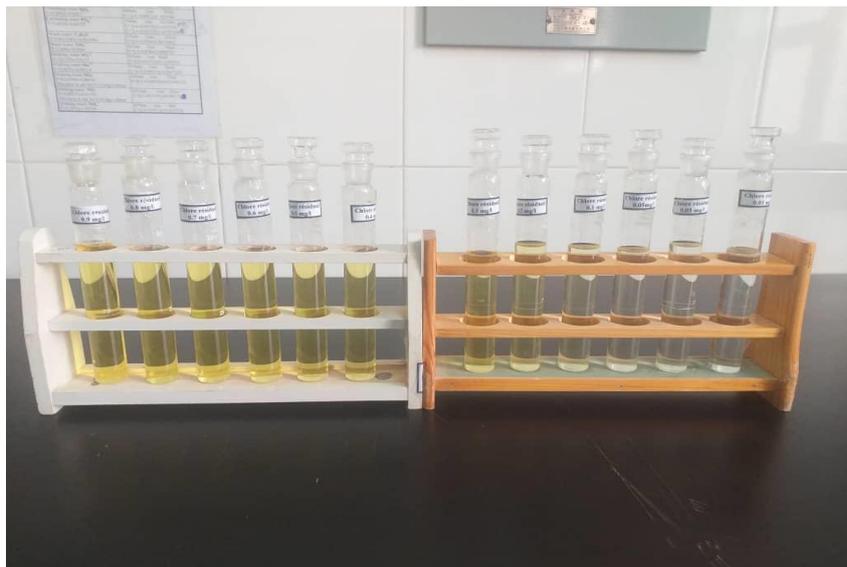


Figure III.11 : Dosage du chlore résiduel.

➤ **Matériel nécessaire**

1. Tubes à essai de 50 ml ;
2. Série des étalons du 0.01 mg/L à 0.9 mg/l.

➤ **Réactifs**

1. Solution d'o-tholodien $C_{14}H_{16}N_2 \cdot 2HCl$.

➤ **Mode Opérateur**

1. Prise dans des tubes à essai 50 ml de l'échantillon ;
2. Ajouter quelques gouttes de d'O-tholodine $C_{14}H_{16}N_2 \cdot 2HCl$;
3. Comparer l'échantillon avec les étalons et noter la concentration du chlore résiduel.

CHAPETER IV

Résultats et discussions

.

IV.1 Introduction

Les analyses des eaux utilisées dans les circuits de refroidissement sont effectuées afin de tester la qualité de ces eaux et définir éventuellement certaines limites qui pourraient être corrigées par des traitements adaptés et fiables.

Toutes ces analyses ont été réalisées pendant 15 jours sur de l'eau de refroidissement.

Ce dernier doit répondre aux spécifications suivantes selon les normes internes de la raffinerie :

Tableau IV.1 : Spécification de l'eau de refroidissement selon les normes internes intentionnelle.

Paramètre a dosée	Spécification	L'unité
pH	8.0 - 8.8	-
La Conductivité	2000 - 4000	µs/cm
Turbidité	≤ 20	NTU
Titre hydrométrie (T.H)	≤ 800	mg/L
Chlorure Cl ⁻	≤ 400	mg/L
La silice SiO ₂	-	mg/L
Détermination titre alcalimétrique complet (T.A.C)	≤ 400	mg/L
Demande chimique en oxygène (D.C.O)	≤ 50	mg/L
L'ortho phosphate PO ₄ ⁻³	≤ 4.0	mg/L
Phosphate total	2.0 - 4.0	mg/L
Fer Fe ²⁺	≤ 1.0	mg/L
Chlore résiduel	0.01 - 0.5	mg/L

IV.2 Analyses physico-chimiques des eaux

Les méthodes d'analyse physico-chimique ont été appliquées en utilisant des appareils électriques de mesure tels que pH mètre, turbidimètre et conductimètre.

IV.2.1 Détermination du potentiel hydrogène (pH)

Le pH est un sigle signifiant potentiel hydrogène et qui représente la mesure de l'alcalinité en chimie l'influence du pH sur la corrosion des métaux, détermine le comportement des oxydes métalliques et du fer en contact avec un liquide (Chelli et Djouhari,2013).

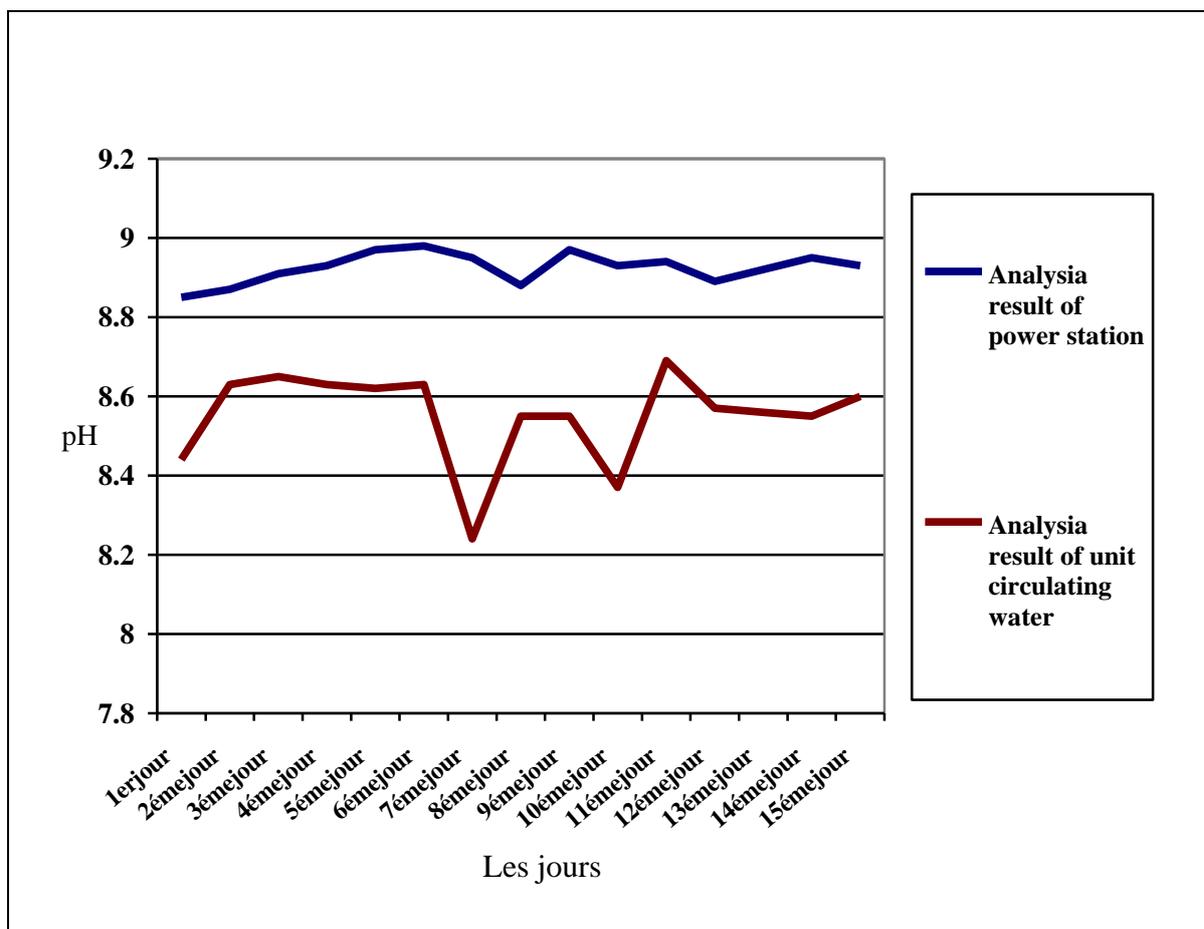


Figure IV.1. Evolution temporel du pH.

D'après les normes, le pH de l'eau de refroidissement doit varier entre 8.0 et 8.8. On peut remarquer que le pH de (201) est globalement dans les normes mais de (101), on remarque que le pH augmente l'égerment pendant les dernières jours, cette élévation signifie que les eaux riche OH^- , cette augmentation n'est pas influence sur les équipements mais s'il dépasse ces valeurs, nous avons risque entartage.

IV.2.2 Détermination de la conductivité

La salinité et la conductivité sont deux paramètres qui sont liés entre eux d'une manière proportionnelle et qui définissent les matières solides dissoutes dans l'eau. Ces deux paramètres donnent une idée générale sur la minéralisation de l'eau (**Chelli et Djouhari,2013**).

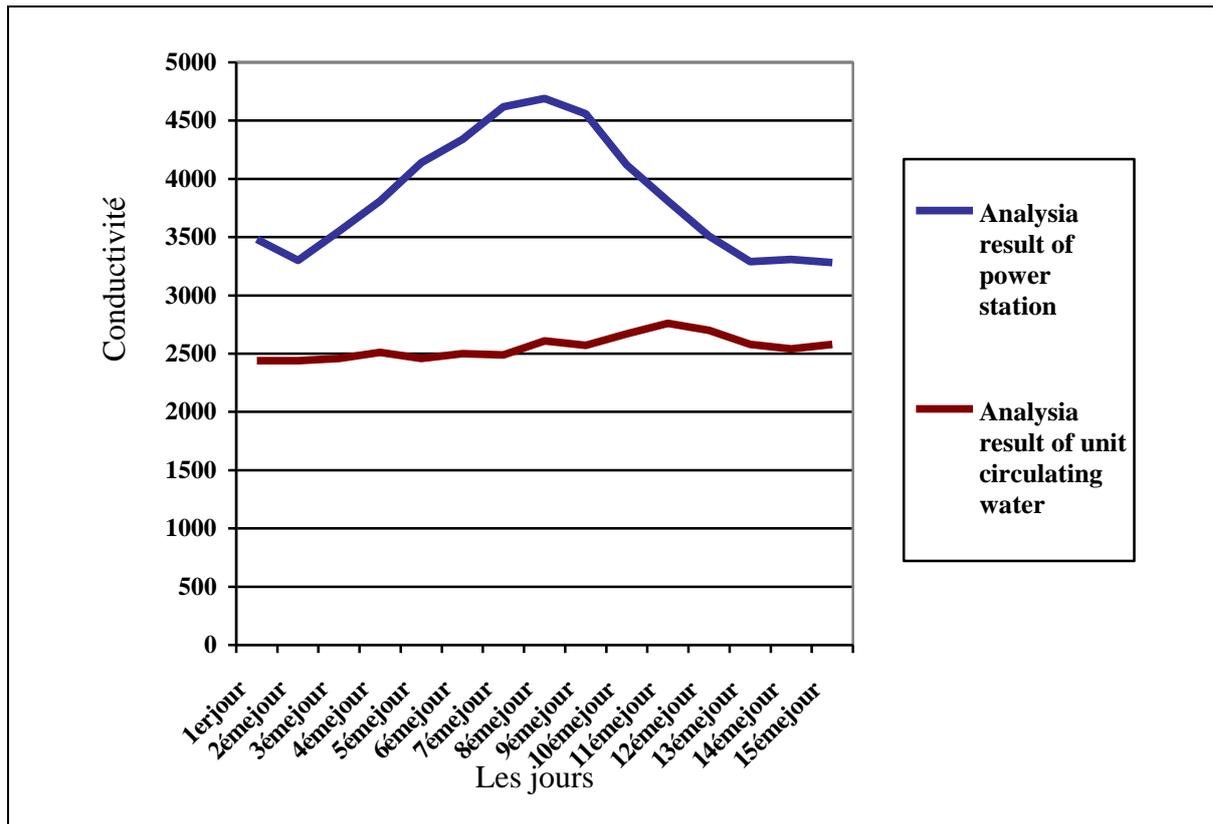


Figure IV.2. Evolution temporel de la conductivité.

Les valeurs obtenues des eaux de refroidissement de (201) sont dans les normes, mais dans le cas de (101) la conductivité est élevée à cause les injections des produits chimiques sont accumulés dans bassin par conséquence de formation des tartes (bouchage tubes des échangeurs) température élevée et l'ion dissous dans l'eau.

Dans ce cas il faut injecter dispersion pour décomposes les tartes et la purge.

IV.2.3 Détermination de la turbidité

La turbidité est un paramètre désignant la teneur d'une eau en particules suspendues la rendant ainsi trouble (**Chelli et Djouhari,2013**).

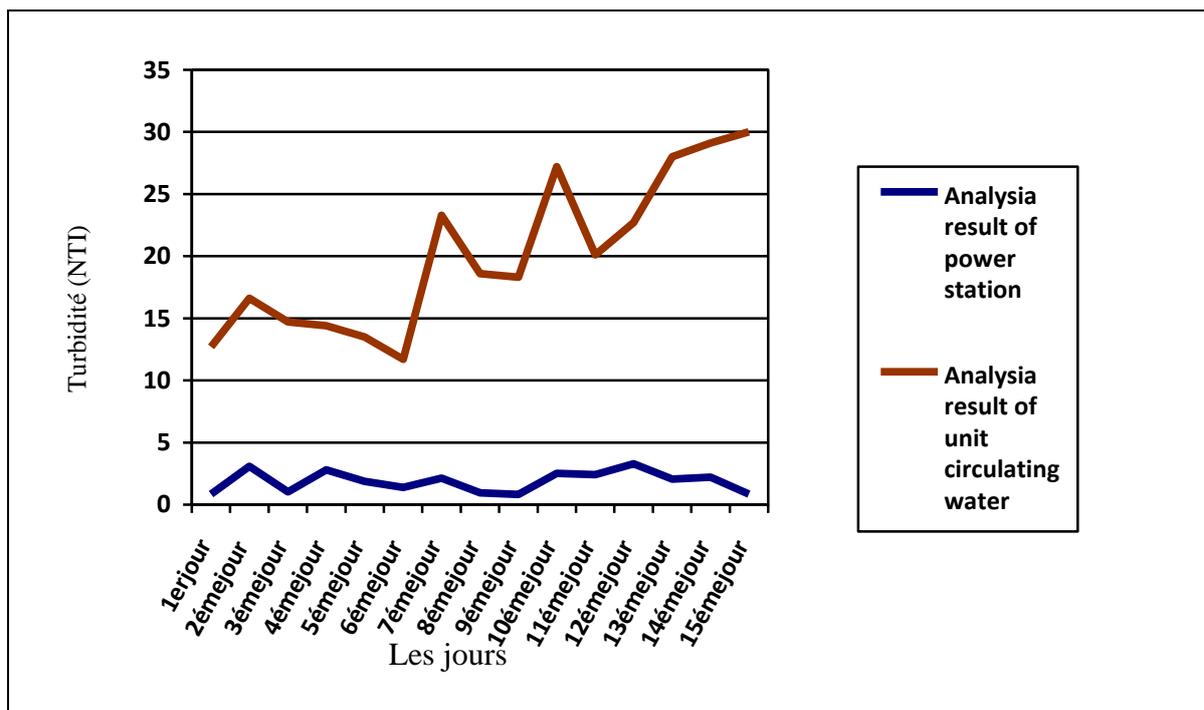


Figure IV.3. Evolution temporel du la turbidité.

Les résultats obtenus pour l'eau de refroidissement du (101) sont globalement dans les normes, mais par contre pour les résultats du (201) sont or les normes surtout pour les deux derniers jours, puisque l'eau est contaminée par les hydrocarbures des unités (fuite), ce qui produit de la boue dans bassin.

Donc il faut faire débarrasser cette boue en décomposition par l'injection dispersion et purger le bassin, détectons l'échangeur à l'origine de la fuit et le réparons.

IV.3 Analyse volumétrique

Pour effectuer un dosage volumétrique, il faut travailler sur un volume précis de l'échantillon, faire agir sur elle une solution de concentration connue et déterminer le volume exact de cette solution.

Les dosages volumétriques présentent l'avantage d'être rapides, relativement précis, et ne demandent pas un matériel compliqué .

IV.3.1 Détermination des chlorures dans l'eau

La détermination des chlorures dans l'eau est basée sur une réaction dite précipitation.

Le chlorure est un élément très agressif et susceptible de provoquer une corrosion localisée, d'après les différentes analyses effectuées sur l'eau de refroidissement (Chelli et Djouhari,2013).

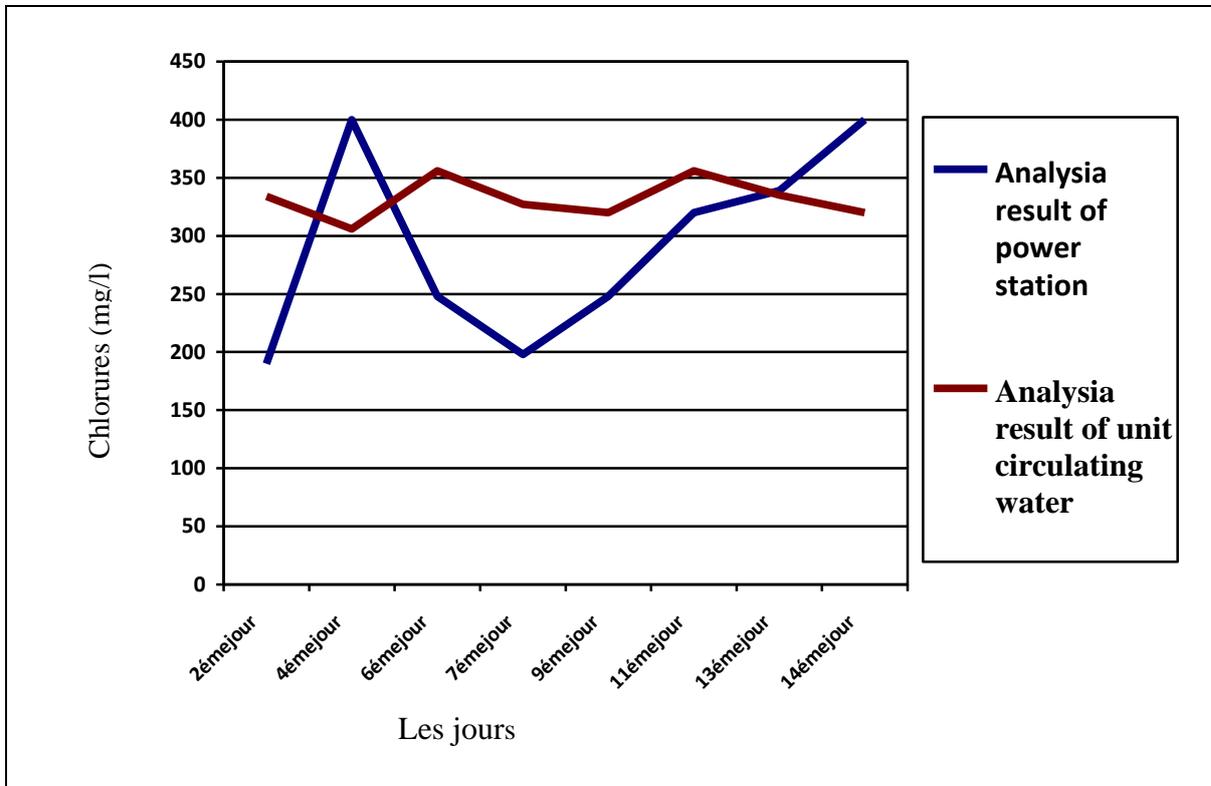


Figure IV.4. Evolution temporel des chlorures dans l'eau.

Les résultats sont globalement dans les normes pour (201) et (101).

IV.3.2 Détermination titre alcalinitétrique complet TAC

L'alcalinité totale de l'eau est donnée par la somme des différentes formes d'alcalinité existantes, soit par la concentration des hydroxydes, des carbonates et des bicarbonates, s'exprime en ppm m/V (ou mg/L) de carbonate de calcium (CaCO₃) ou en degrés français.

Le titre TAC il a une importance fondamentale dans la connaissance de la capacité d'entartrage de l'eau dans le traitement des eaux de refroidissement (Othmani,2018).

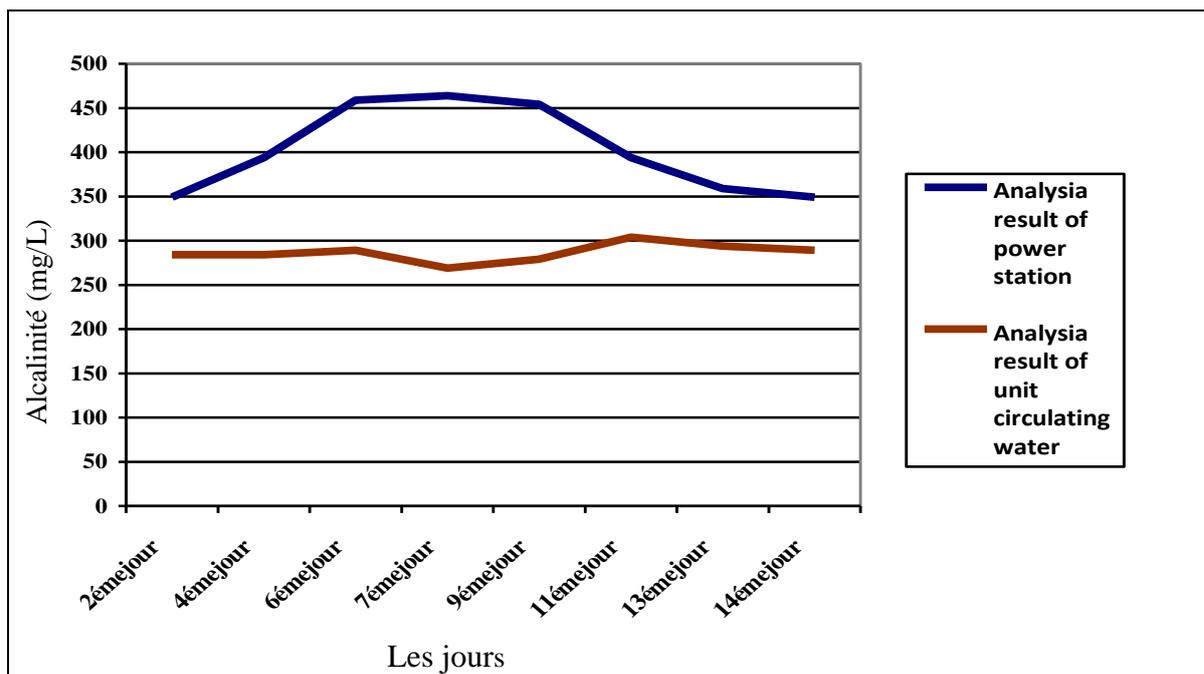


Figure IV.5. Evolution temporel de titre alcalinitétrique complet TAC.

Les valeurs du TAC enregistrées pendant la période d'analyse sont globalement dans les normes pour l'eau de (201) et (101).

IV.3.3 Détermination de dureté totale TH

Pour un TH élevé et sous l'action d'une élévation de température aux points chauds des circuits de refroidissement, les bicarbonates de calcium et de magnésium se décomposent en carbonate correspondants, insolubles qui se fixent aux parois pour former un dépôt cristallin d'épaisseur croissante, appelé tartre ou incrustation, qui réduit l'échange thermique (Othmani,2018).

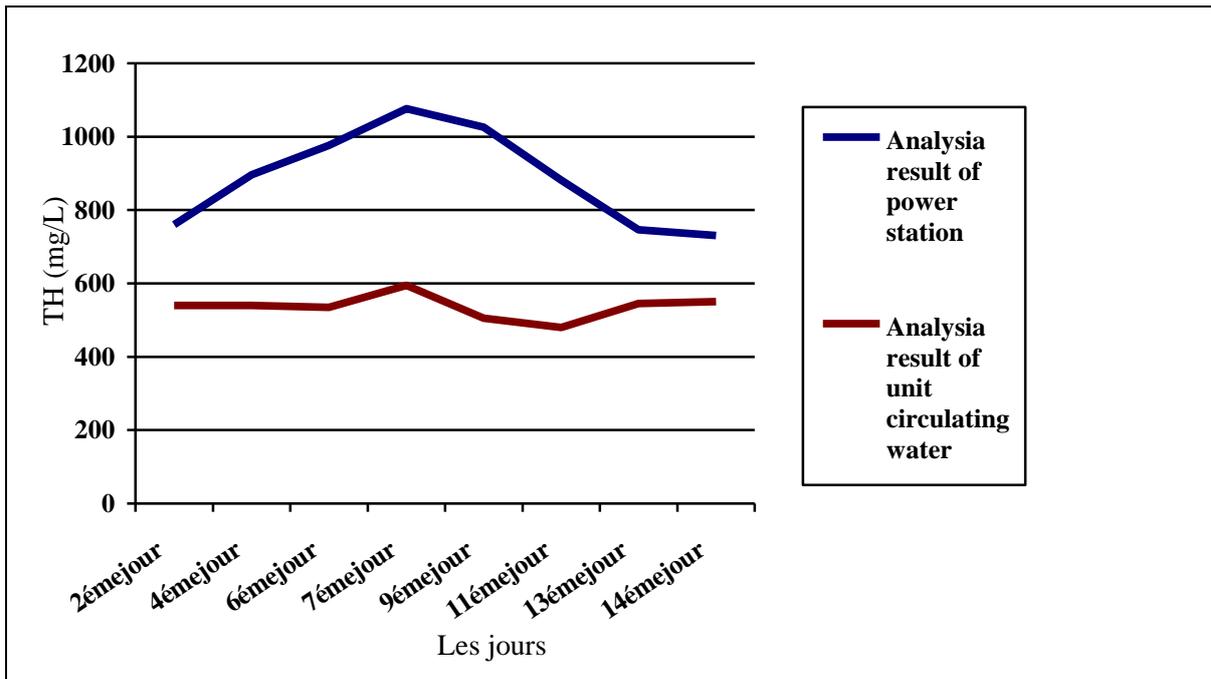


Figure IV.6. Evolution temporel de dureté totale TH.

Les valeurs obtenues des eaux de refroidissement de (201) sont dans les normes, mais dans le cas de (101) on remarque certain jour est hors les normes.

On a corrélation directe entre la dureté et la conductivité, donc il faut faire la même opération mentionne précédemment lorsque la conductivité élevée.

IV.3.4 Demande chimique en oxygène (DCO)

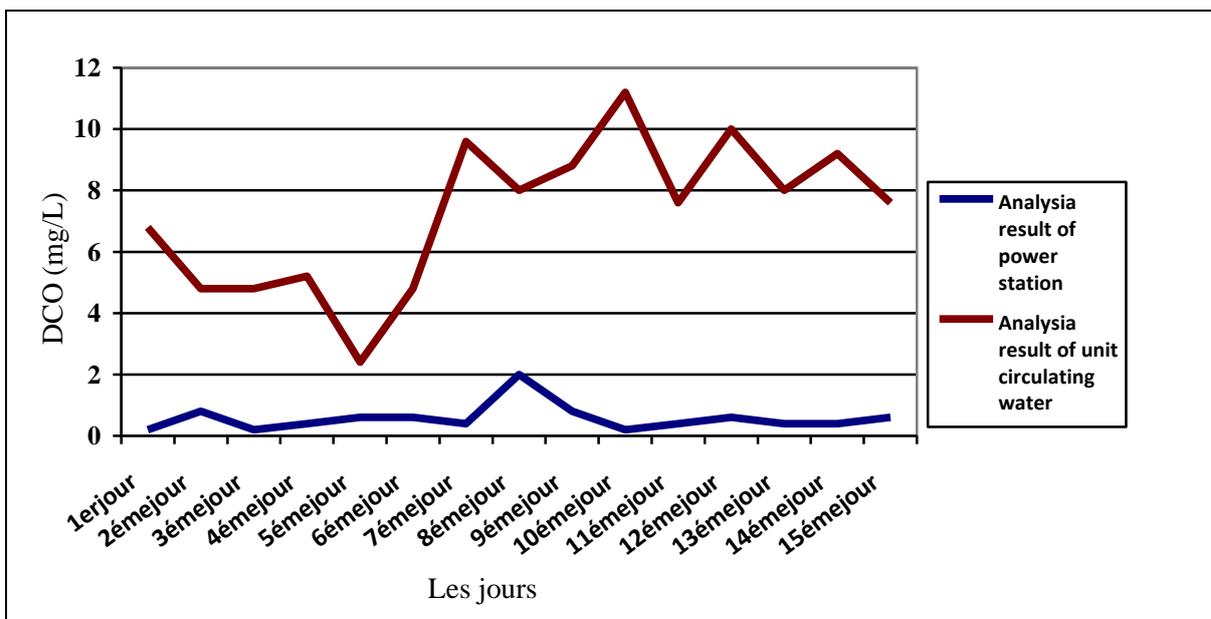


Figure IV.7. Evolution temporel de chimique en oxygène (DCO).

On remarque que les valeurs des concentrations de DCO dans l'eau analysée sont globales dans les normes pour l'eau de refroidissement

IV.4 Analyse colorimétrique

La spectrométrie d'absorption moléculaire permet comme le dosage volumétrique de déterminer la concentration de certain ion, cette mesure est beaucoup précise que la volumétrie et son champ d'action est très vaste. Lorsqu'un faisceau lumineux de la longueur d'onde donnée traverse une solution colorée, une fonction de la lumière incidente est absorbée en fonction de la concentration du compose colorer $A = \log I_0/I = \epsilon lc$.

On utilise la spectrométrie pour la détermination des phosphates, fer, silice etc (Bekhadouma et Benali,2013).

IV.4.1 Détermination de l'ortho phosphates PO_4^{3-} et phosphate totale

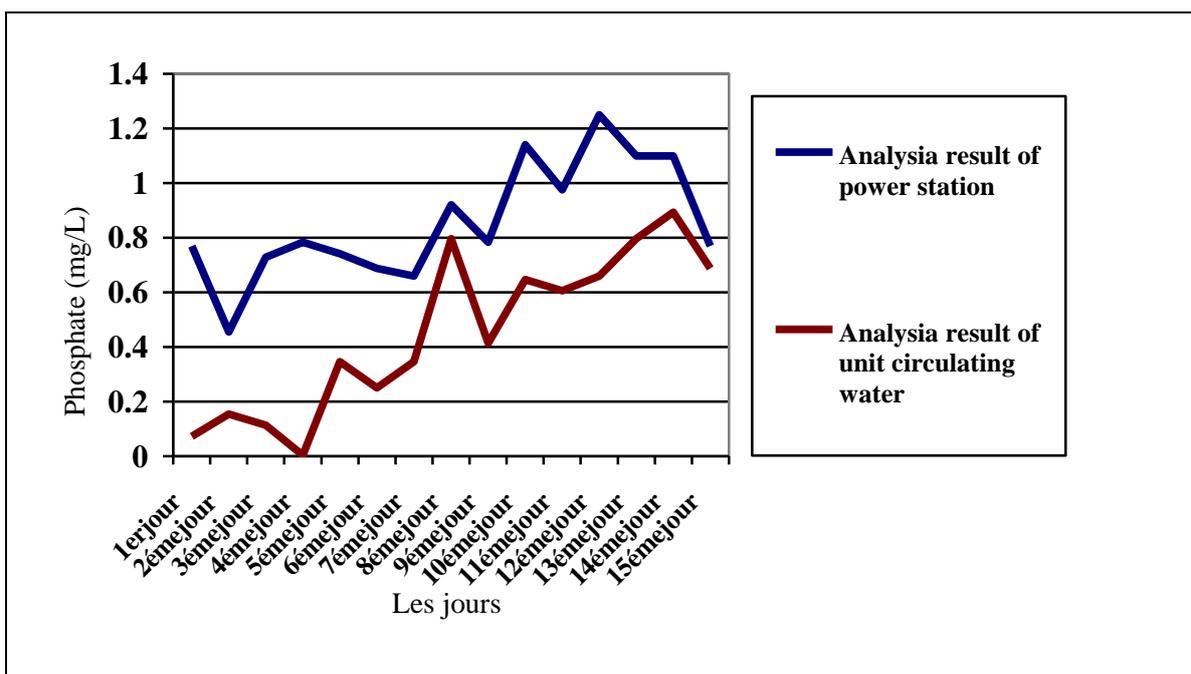


Figure IV.8. Evolution temporel de l'ortho phosphates PO_4^{3-} .

Les résultats sont globalement dans les normes pour les deux cas (201 et 101).

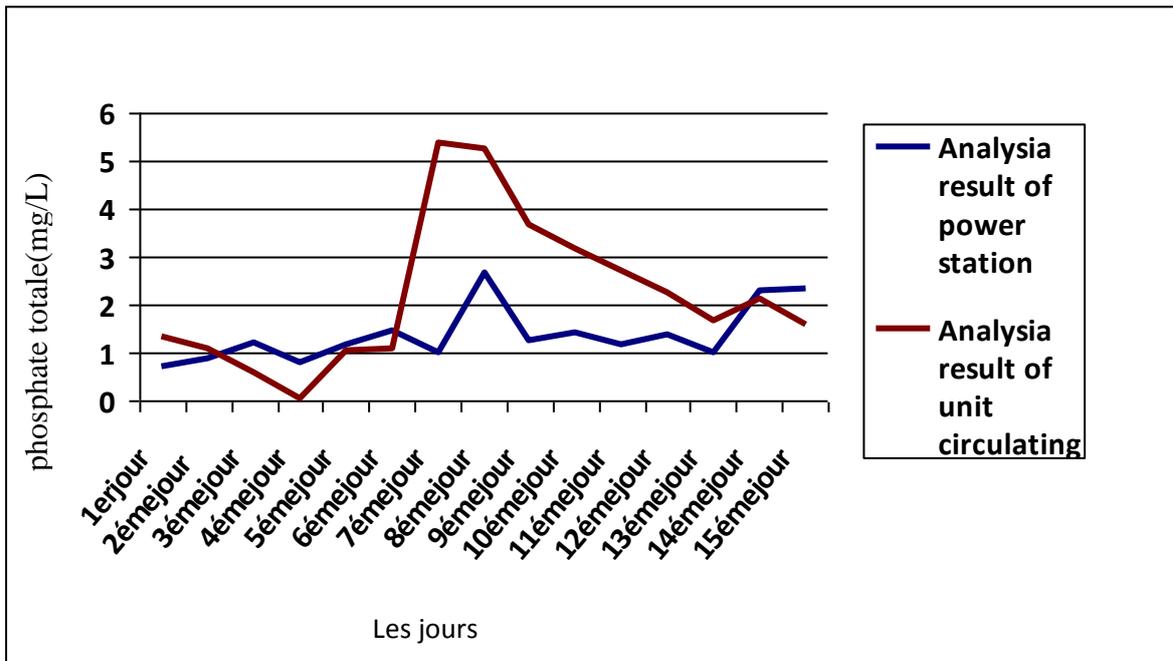


Figure IV.9. Evolution temporelle de phosphates totaux.

Les résultats sont globalement dans les normes pour les deux cas (201 et 101).

IV.4.1 Détermination du fer Fe²⁺

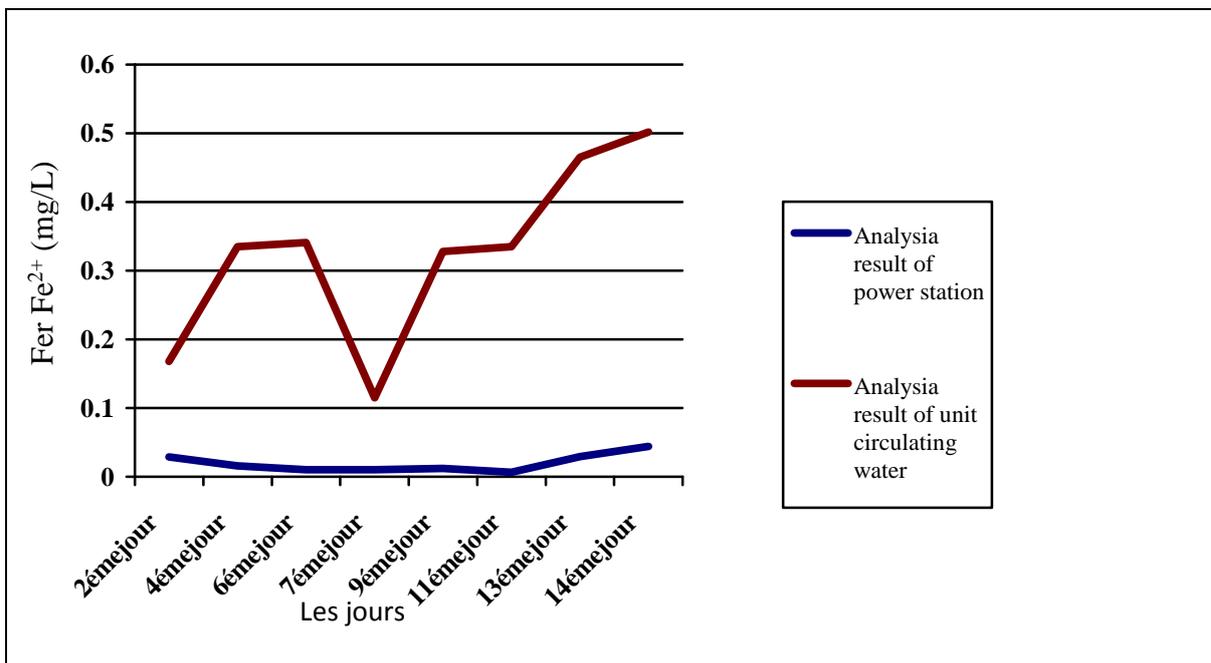


Figure IV.10. Evolution temporelle du fer Fe²⁺.

Les résultats sont globalement dans les normes pour l'eau de refroidissement de (101) et (201).

IV.4.2 Dosage du chlore résiduel

La vérification du taux de chlore résiduel peut être effectuée par méthode colorimétrique simple et rapide à mettre en œuvre.

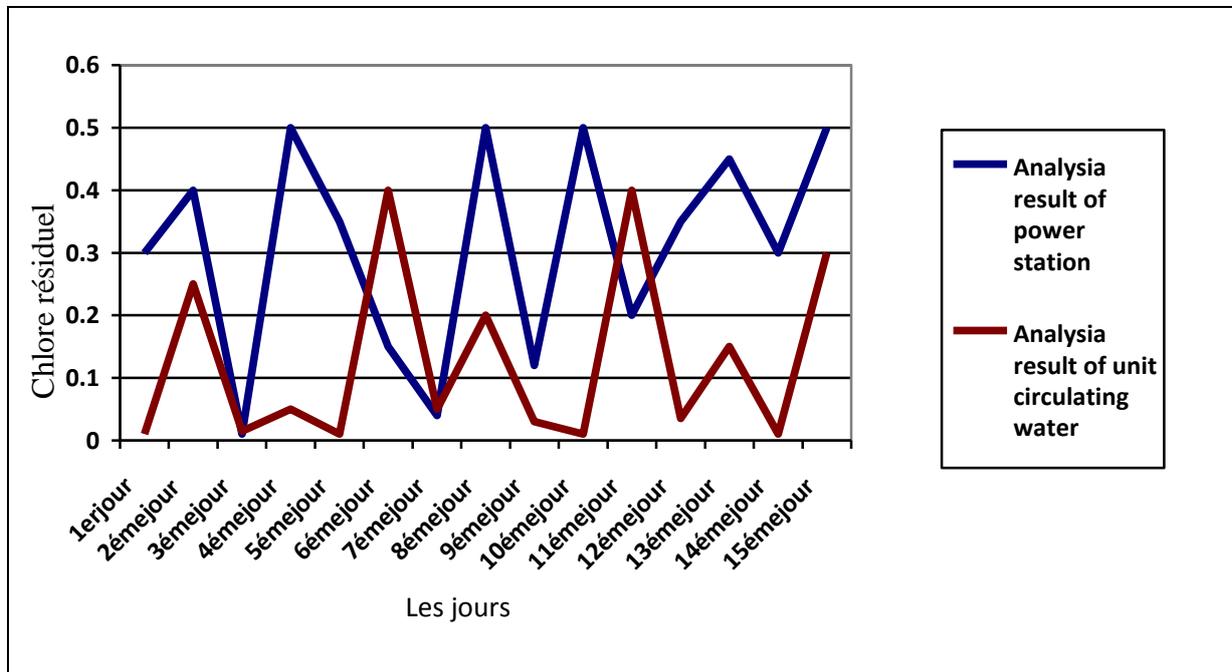


Figure IV.11. Evolution temporel du chlore résiduel.

D'après les normes, le chlore résiduel de l'eau de refroidissement doit varier entre.

Conclusion générale

Conclusion Générale

Le traitement des eaux de refroidissement propose des solutions concrètes couvrant l'ensemble des problèmes que pose la gestion de circuits de refroidissement industriel. C'est pour cela, la raffinerie RAID contrôle et traite l'eau de refroidissement par des injections, ces injections est bénéfique pour éviter tous les problèmes rencontrés dans l'eau, d'où vient l'idée de notre stage au sein du laboratoire d'analyses comme projet de fin d'étude.

Les bonnes pratiques et recommandations de traitement s'appliquent généralement à la plupart des installations industrielles et ne peuvent pas être mises en œuvre sur le terrain, et cela est dû à la conception de l'installation ainsi qu'à la nature du processus de refroidissement. Il faut donc effectuer de nombreuses analyses physico-chimiques (Turbidité, TAC, Cl⁻, pH, conductivité...). Afin d'intervenir dans les meilleurs délais et de traiter le composant à l'origine du problème.

Grâce à notre étude, nous avons atteint les résultats suivants : L'augmentation d'un des paramètres (Turbidité, TAC, Cl⁻, pH, conductivité...) et les résultats de fer, chimique en oxygène (DCO) et l'ortho phosphates et phosphates totaux sont globalement dans les normes pour l'eau de refroidissement de (101) et (201).

L'augmentation d'un des paramètres (Turbidité, TAC, Cl⁻, pH, conductivité...) peut influencer négativement sur le fonctionnement des tours de refroidissement, en causant des problèmes techniques : pertes énergétiques, diminution du transfert de chaleur, augmentation de consommation des produits nettoyants.

Alors tout un non-respect des normes à ce niveau va accélérer les problèmes de l'entartrage, qui aura des dégâts très coûteux.

Perspectives

- Nous suggérons d'effectuer des analyses périodiques et continues des eaux utilisées dans les circuits de refroidissement afin d'augmenter la durée de vie des équipements utilisés.

- Mener plus de recherches dans ce domaine pour trouver une solution aux problèmes en suspens tels que contrôle les injections dispersions et augmente la purge.

Bibliographie

- 1. Allen, J., Choate, J., Mckim, M., (1994).** Surveillance de qualité des eaux de surface. Guide à l'intention des citoyens. Des étudiants et des communautés du Canada atlantique.
- 2. Gaujous, D., (1995).** La pollution des milieux aquatiques, aide-mémoire. Ed. Techniques et documentations. Lavoisier. Paris, p220
- 3. Rodier, j., Bazin, c., Broutain, j., Chambon, p., Rodi, l., (1996).** Analyse de l'eau ; eaux naturelles, eaux résiduaires et eaux de mer, 8ème édition. Dunod, Paris, p1383.
- 4. Rejesk, F., (2005).** Analyse des eaux ; aspects réglementaires et techniques ; centre régional de documentaires techniques pédagogique d'Aquitaine.
- 5. Faiza, M., (2004).** Réutilisation des eaux résiduaires industrielles épurées comme eau d'appoint dans un circuit de refroidissement Présenté à l'Université du 20 Août 1955 SKIKDA.
- 6. Savary, P., (2005).** Guide des analyses de la qualité des eaux. Edition technicité, Paris 2003.
- 7.** Document personnel des analyses du laboratoire de la raffinerie de RA1D.
- 8. Duvivier, L., (2006).** Trématent des eaux de refroidissement, Ed TEC & DOC, Paris.
- 9. Djedjai, H., (2016/2017).** Traitement et conditionnement des eaux de procès, Cours destinés aux étudiants de Master 2, Université des Sciences et de la Technologie Mohamed Boudiaf-Oran.
- 10. Othmani, K., (2018).** Étude et analyse de l'efficacité du traitement des eaux de refroidissement- Cas complexe FERTIAL- Annaba, Mémoire de master, Université Badji Mokhtar- Annaba.
- 11. Bekhadouma, M., Benali, M., (2013/1014).** Amélioration de la qualité d'eau de refroidissement au sein de CP1/Z, Mémoire de master, Université des Sciences et de la Technologie Mohamed Boudiaf d'Oran.
- 12. Totale,** le laboratoire, manuel de formation cours exp-pr-ut110 révision 0.1.

- 13. Baya, S., (2014).** Analyses physico chimiques des tours de refroidissement, Projet de la fin d'étude, Université Sidi Mohamed Ben Abdallah.
- 14. Kadi, M., (2017).** Traitement des eaux usées industrielles de la raffinerie de SBAA Adrar, Mémoire de master, Université d'Adrar.
- 15. Chelli, L., Djouhri, M., (2013).** Analyses des eaux de réseau de la ville de Bejaïa et évaluation de leur pouvoir entartrant Mémoire de fin d'études du diplôme de Master Université A. MIRA – BEJAIA.

Annexe

ANNEXE 01

Etalonnage de l'appareil :

1. Allumer le pH-mètre.
2. Rincer l'électrode avec de l'eau distillée.
3. Prendre dans un bécher solution tampon pH=4.21.
4. Tremper l'électrode pH-mètre dans la solution.
5. Laisser stabiliser un moment jusqu'à l'affichage du pH.
6. Enlever l'électrode et la rincer abondamment avec de l'eau distillée.
7. Ré étalonner de la même manière avec la solution tampon pH=7.00.
8. Ré étalonner aussi de la même manière avec la solution tampon pH=9.00.
9. Puis rincer l'électrode avec de l'eau distillé

ANNEXE 02

EDTA (Acide éthylène diamine tétra acétique)

Eléments d'étiquetage

Etiquetage selon le règlement (CE) N° 1272/2008 [CLP] Extra étiqueté

Pictogrammes de danger (CLP)	 GHS
Mention d'avertissement (CLP)	Attention
Mentions de danger (CLP)	H319 - Provoque une sévère irritation des yeux

<p>Conseils de prudence (CLP)</p>	<p>P264 - Se laver les mains, les avant-bras et le visage soigneusement après manipulation</p> <p>P280 - Porter des gants de protection/des éléments de protection/un équipement de protection des yeux/un équipement de protection du visage</p> <p>P305+P351+P338 - EN CAS DE CONTACT AVEC LES YEUX : rincer avec précaution à l'eau pendant plusieurs minutes. Enlever les lentilles de contact si la victime en porte et si elles peuvent être facilement enlevées. Continuer à rincer P337+P313 - Si l'irritation oculaire persiste : consulter un médecin</p>
--	---

Résumé

Les eaux de refroidissement sont largement utilisées dans la plupart des industries des pays développés notamment dans les centrales électriques thermiques ou nucléaires, dans la sidérurgie et dans l'industrie chimique et pétrochimique, le circuit de refroidissement du complexe RA1D de type semi-ouvert, sert à refroidir les produits et les machines de fabrication. Les eaux alimentant le circuit de refroidissement est forage.

Dans notre étude, nous avons les résultats comme suite : l'augmentation de La dureté, turbidité et la conductivité qui dépassent souvent les normes de refroidissement. Cette qualité a provoqué des problèmes dans le circuit de refroidissement tels que le dépôt de tartre, et la prolifération des bactéries et des algues. Pour minimiser ses problèmes augments les injections des inhibiteurs de tartre et dispersion, il faut contrôle l'eau pour assurer le développement économique et environnemental durable.

Les mots clés : tartre, algue, prolifération, dispersion, inhibiteur de tartre.

Abstract

Cooling water is widely used in most industries in developed countries, especially in thermal or nuclear power plants, in the steel industry and in the chemical and petrochemical industry, the semi-open type RA1D complex cooling circuit is used to cool products and manufacturing machines. The water supplying the cooling circuit is drilling.

In our study, we have the results as follows: increased hardness, turbidity and conductivity which often exceed cooling standards. This quality has caused problems in the cooling circuit such as scale deposit, and the proliferation of bacteria and algae. To minimize its problems with injections of scale and dispersion inhibitors, water must be controlled to ensure sustainable economic and environmental development.

The key words: tartar, algae, proliferation, dispersion, tartar inhibitor.

المخلص

تُستخدم مياه التبريد على نطاق واسع في معظم الصناعات في البلدان المتقدمة ، خاصة في محطات الطاقة الحرارية أو النووية ، وفي صناعة الصلب وفي الصناعة الكيميائية والبتروكيماوية ، تُستخدم دائرة التبريد المعقدة من النوع شبه المفتوح RA1D لتبريد المنتجات وآلات التصنيع. يتم حفر المياه التي تزود دائرة التبريد.

في دراستنا ، توصلنا إلى النتائج على النحو التالي: زيادة الصلابة والعكارة والتوصيل والتي غالبًا ما تتجاوز معايير التبريد. تسببت هذه الجودة في حدوث مشكلات في دائرة التبريد مثل ترسب القشور وانتشار البكتيريا والطحالب. لتقليل مشاكلها مع حقن مثبطات الحجم والتشتت ، يجب التحكم في المياه لضمان التنمية الاقتصادية والبيئية المستدامة.

الكلمات المفتاحية: الجير ، الطحالب ، الانتشار ، التشتت ، مثبط الجير.