

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE 20 AOÛT 1955 SKIKDA
FACULTE DE TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT DE GENIE DES PROCEDÉS



Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de

MASTER

Filière : Génie des procédés

Spécialité : Ingénierie & Gestion de l'Eau

**Suivi de la qualité des eaux de la tour de
refroidissement au niveau de complexe
Topping de condensat RA2K**

Soutenu le/06/2023

Réalisé par : Bazine Abderraouf

Encadré par : BOUGDAH Nabil

Sista Haitem

BELHOCINE Youghorta

Rahmani Abdedjalil

Année Universitaire 2022- 2023

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

A mes chers parents qui se sacrifient pour me voir réussir.

A mon cher petit frère Akram

A toute la famille Bazine

A mes collègues "Abd eldjilil et Haitham"

pour tous mes amis.

à mes professeurs

A toute personne qui a directement ou indirectement contribué à

rendre ce projet possible...

Abderrouf

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

A mon père et ma mère

A mes amis rami et houssem

A mes collègues et tous mes amis.

**A toute personne qui a directement ou indirectement
contribué à**

rendre ce projet possible...

ABdeldjalil

Dédicace

Je dédie ce mémoire :

A mes parents

A ma grand-mère Houria, mon oncle et sa femme

"Soumia

A toute la famille Sista.

A mon frère Aymen et Aya

A mes collègues : Abd El Djalil et Raouf

A tous mes chers enseignants...

Haitham

Figure I-1 : Les différents états physiques de l'eau.....	3
Figure I-2 : Angle de contact et tension de surface d'une goutte d'eau.....	6
Figure I-3 : Schéma de principe d'un circuit ouvert	6
Figure I-4 : Schéma de principe d'un circuit fermé.....	7
Figure I-5 : Schéma de principe d'un circuit semi-ouvert	7
Figure I-6 : Exemple de la corrosion dans des tuyaux.....	10
Figure I-7 : Exemple de tartre dans des tuyaux	11
Figure II-1 : Plan de situation du complexe RA2k.....	16
Figure II-2 : Schéma synoptique de l'unité Topping de Condensât « U100 ».....	19
Figure II-3 : Schéma principe de fonctionnement de l'unité traitement des effluents.....	23
Figure II-4 : Schéma d'implantation du Réseau Anti-incendie	25
Figure II-5 : Bilan production du complexe.....	26
Figure II-6 : Colonnes graphiques de traitement de condensat depuis le démarrage du complexe	27
Figure III-1 : PH mètre	30
Figure III- 2 : Conductimètre	31
Figure III- 3 : PH mètre avec chaîne d'électrode en verre calomel.	32
Figure III- 4 : Des équipements et produits utilisé dans la détermination du Cl-	33
Figure III- 5 : Spectrophotomètre DR2800.....	35
Figure III- 6 : Des équipements et produits utilisé dans la détermination du la dureté total.....	36
Figure III- 7 : Des équipements et produits utilisé dans la détermination du calcium	38
Figure III- 8 : Des équipements et produits utilisé dans la détermination du TA et TAC	39
Figure IV-1 : Variation du pH en fonction du temps (l'eau d'appoint).....	40
Figure IV-2 : Variation du PH en fonction du temps (entrée, sortie).....	41
Figure IV-3 : Variation du conductivité en fonction du temps (l'eau d'appoint)... ..	42
Figure IV-4 : Variation du conductivité en fonction du temps (entrée, sortie).....	43
Figure IV-5 : Variation du TDS en fonction du temps (l'eau d'appoint)	44
Figure IV-6 : Variation du TDS en fonction du temps (entrée, sortie)	45
Figure IV-7 : Variation du chlorure en fonction du temps (l'eau d'appoint)	46
Figure IV-8 : Variation du chlorure en fonction du temps (entrée, sortie)	47
Figure IV-9 : Variation du fer totale en fonction du temps (l'eau d'appoint)... ..	48

Figure IV-10 : Variation du fer totale en fonction du temps (entrée).....	48
Figure IV-11 : Variation du TH en fonction du temps (l'eau d'appoint).....	49
Figure IV-12 : Variation du TH en fonction du temps (entrée, sortie).....	50
Figure IV-13 : Variation du Calcium en fonction du temps (l'eau d'appoint).	51
Figure IV-14 : Variation du Calcium en fonction du temps (entrée, sortie).....	52
Figure IV-15 : Variation du Magnésium en fonction du temps (l'eau d'appoint)	53
Figure IV-16 : Variation du Magnésium en fonction du temps (entrée, sortie)...	54
Figure IV-17 : Variation du TAC en fonction du temps (L'eau d'appoint).....	56
Figure IV-18 : Variation du TAC en fonction du temps (entrée, sortie).....	57

Tableau I-1 : Valeur guides de la qualité de l'eau de barrage.....	8
Tableau I-2 : Valeurs indicatives pour la qualité de l'eau.....	12
Tableau II-1 : Traitement de condensat depuis le démarrage du complexe RA2K.....	26
Tableau II-2 : Répartition de la Production par Produit depuis la mise en exploitation du RA2K...	28
Tableau II-3 : Consommation des Utilités ‘Exercice 2012 ‘.....	28
Tableau III-1 : Matériels et réactifs utilisés	29
Tableau IV-1 : Variation du TA des eaux en fonction du temps	55

Liste des sigles et abréviations

EDTA : Ethylène Diamine Tétra Acétique

MO : Méthyl orange

NET : Noir d'ériochrome T

pH: Potentiel hydrogène

TA : Titre Alcalimétrique simple

TAC : Titre alcalimétrique complet

TH : Dureté totale de l'eau

CPECC :China Petroleum Engineering and Construction Corporation

DBO5 : mesure la quantité d oxygène consommée en 5 jours

DCO : La Demande Chimique en Oxygène

RS : Résidu Sec

GL1k : Le Complexe de liquéfaction du gaz naturel

CP1k : Le Complexe des matières plastiques

RTE : Le Terminal de stockage du pétrole brut et du Condensat

DCS : Distributed Control System

Tds : solide dissous totale

RA2K: Complexe Topping Condensat de Skikda

SOMMAIRE

Liste des Figures.....	
Liste des tableaux.....	
Liste des symboles.....	
Résumé.....	
Introduction générale.....	1

CHAPITRE I : Les eaux de refroidissement

I-1 Introduction.....	3
I-2 Les propriétés physiques et chimiques et biologiques de l'eau.....	3
I.2.1. Les propriétés physiques de l'eau	4
I.2.2. Les propriétés chimiques de l'eau.....	4
I.2.3. Propriétés biologiques de l'eau.....	4
I-3 Les tours de refroidissement.....	4
I-4 Les types de circuits.....	5
I.4.1. Circuits ouverts.....	5
I.4.2 Circuits fermés.....	6
I.4.3 Circuits semi-ouverts.....	7
I-5 Les principes de fonctionnement circuit de refroidissement.....	7
I-6 Alimentation des circuits de refroidissement.....	7
I-6-1 L'eau de barrage.....	8
I-6-2 L'eau de mer.....	8
I-6-2 -1 La distillation.....	9
I-6-2-2 filtration membranaire.....	9
I-7 Les problèmes poses par circuit de refroidissement.....	9
I-7-1 Corrosion.....	9
I-7-2 Entartrage.....	10
I-7-3 Prolifération biologique.....	11
I-8 Critère de qualité des eaux de refroidissement.....	12
I-9 Traitement de l'eau de refroidissement	13
I.9.1. Prétraitement.....	13
I.9.2. Traitement primaire.....	14
I.9.3. Traitement secondaire" l'élimination biologique des matières polluantes" ..	14

I.9.4. Traitement tertiaire.....	14
I.9.5. Le but de Traitement de l'eau de refroidissement.....	14
I.10 Conclusion.....	14

Chapitre II : Présentation de complexe RA2K

II.1 Introduction.....	15
II.2 Historique.....	15
II.3 Localisation géographique site.....	15
II.4 Description des installations du complexe Topping condensât.....	16
II.4.1 Philosophie d'exploitation.....	16
II.4.2 Conception Générale du Complexe.....	17
II.4.2.1 Unité de Topping de condensât (U100)	17
II.4.2.2 Unité traitement du kérosène (U200)	19
II.4.2.3 Installations de stockage et de transfert des Produits Finis (U300)	20
II.4.2.4 Système torche (U400)	21
II.4.2.5 Les utilités (U500)	21
II.5. Structure HSE.....	23
II.5.1. Dispositifs de lutte anti incendie.....	23
II.5.2. Bilan Production de complexe.....	26
II.6.Traitement de condensat	26
II.7.Répartition de la production par produit depuis la mise en exploitation	27
II.8.Consommation des Utilités "Exercice"	28

CHAPITRE III : Méthode d'analyse

III.1 Introduction.....	29
III.2 Matériels et réactifs utilisés.....	29
III.3 Prélèvement des échantillons.....	29
III.4 Mesure des paramètres physico-chimiques.....	30
III.5 Conclusion.....	39

CHAPITRE IV : Résultats et discussion

IV.1. Introduction	40
IV.2. Variation des paramètres des eaux.....	40
IV.2.1. L'évolution du Ph.....	40
IV.2.1.1. L'eau d'appoint	40
IV.2.1.2. L'eau de la tour (entrée, sortie)	41
IV.2.2. La conductivité.....	42
IV.2.2.1 L'eau d'appoint.....	42
IV.2.2.2 L'eau de la tour (entrée, sortie)	43
IV.2.3. L'évolution du solide dissous totale TDS.....	44
IV.2.3.1. L'eau d'appoint.....	44
IV.2.3.2. L'eau de la tour (entrée, sortie)	45
IV.2.4. L'évolution du chlorure Cl^-	45
IV.2.4.1. L'eau d'appoint.....	46
IV.2.4.2 L'eau de la tour (entrée, sortie)	47
IV.2.5. L'évolution du fer total.....	47
IV.2.5.1 L'eau d'appoint	48
IV.2.5.2 L'eau de la tour (entrée, sortie)	48
IV.2.6. L'évolution du dureté total TH.....	49
IV.2.6.1. L'eau d'appoint.....	49
IV.2.6.2 L'eau de la tour (entrée, sortie)	50
IV.2.7. L'évolution du Calcium Ca^{+2}	51
IV.2.7.1. L'eau d'appoint	51
IV.2.7.2 L'eau de la tour (entrée, sortie)	52
IV.2.8. L'évolution du Magnésium Mg^{+2}	53
IV.2.8.1. L'eau d'appoint.....	53
IV.2.8.2 L'eau de la tour (entrée, sortie)	54
IV.2.9. L'évolution du titre alcalimétrique simple (TA)	55
IV.2.9.1 L'eau d'appoint et l'eau de la tour (entrée, sortie)	55

Table des matières

IV.2.10. L'évolution du titre alcalimétrique complet (TAC)	56
IV.2.10.1 L'eau d'appoint.....	56
IV.2.10.2 L'eau de la tour (entrée, sortie).....	57
IV.3. Conclusion	58
Conclusion générale.....	59
Références bibliographiques.....	60

Introduction générale

L'eau joue un rôle vital dans de nombreux processus industriels, en particulier dans les équipements de refroidissement. Les tours de refroidissement sont un élément clé de ces systèmes de refroidissement, aidant à dissiper la chaleur générée par les processus industriels.

Les tours de refroidissement sont des dispositifs utilisés dans les processus industriels pour dissiper la chaleur générée par les équipements. Les tours de refroidissement fonctionnent en utilisant de l'eau pour absorber la chaleur de l'équipement et la rejeter dans l'atmosphère. L'eau chaude est envoyée dans une tour de refroidissement où elle est pulvérisée en gouttelettes. Ces gouttelettes d'eau entrent en contact avec l'air froid, provoquant l'évaporation de l'eau et donc son refroidissement. L'eau réfrigérée est ensuite renvoyée à l'unité pour le refroidissement. Les tours de refroidissement sont utilisées dans une variété d'industries, y compris les centrales électriques, les usines de traitement de l'eau, les raffineries de pétrole et les usines chimiques, etc.

La surveillance des paramètres de l'eau est essentielle pour garantir le bon fonctionnement et les performances optimales des tours de refroidissement industrielles. En fait, l'eau des tours de refroidissement peut être contaminée par des micro-organismes tels que des bactéries, des algues et des champignons, provoquant des problèmes tels que la corrosion, l'entartrage et la détérioration de l'équipement. Pour éviter ces problèmes, une surveillance régulière des paramètres de qualité de l'eau tels que la concentration de chlorure, le pH, la conductivité et la température est essentielle. En surveillant ces paramètres, les opérateurs peuvent détecter les anomalies et prendre des mesures pour maintenir la qualité de l'eau et éviter les problèmes de performance et de sécurité.

C'est pourquoi, dans notre sujet de recherche, nous proposons de souligner l'importance du suivi des paramètres de l'eau de la tour de refroidissement au niveau de complexe Topping de condensat RA2K (Skikda) et de discuter des méthodes et outils disponibles pour mener ce suivi de manière efficace et fiable.

Ce mémoire comporte essentiellement quatre chapitres.

Dans le premier chapitre nous donnons des généralités sur les eaux de refroidissement et des tours, ainsi que des problèmes courants dans les systèmes à refroidissement et les étapes de traitement de l'eau. Le deuxième chapitre s'intéresse sur description du complexe topping condensat RA2K. Le troisième chapitre nous présentons la procédure expérimentale

(protocoles et méthodes) mise en place au cours de cette étude. Dans le quatrième chapitre nous présentons les différents résultats obtenus ainsi que leurs discussions.

Enfin nous terminons par une conclusion générale résumant l'ensemble des résultats obtenus.

I.1. Introduction

L'eau est l'une des ressources de base les plus importantes dans le secteur industriel, en particulier dans les systèmes de refroidissement, mais elle doit être choisie judicieusement pour éviter l'apparition d'effets secondaires qui peuvent provoquer des effets indésirables dans les sédiments d'acidité, de corrosion des matériaux et de contamination des installations par des micro-organismes, dont les légionelles, les algues et les champignons.

Pour éviter ces dommages, l'eau de refroidissement doit être traitée et des normes de qualité doivent également être respectées.

Dans ce chapitre, nous avons discuté du principe du système de refroidissement et des tours, ainsi que des problèmes courants dans les systèmes à refroidissement et les étapes de traitement de l'eau.

I.2. Les propriétés physiques, chimiques et biologiques de l'eau

L'eau est un composé incolore et inodore constitué de molécules et 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 [11]:

- 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.

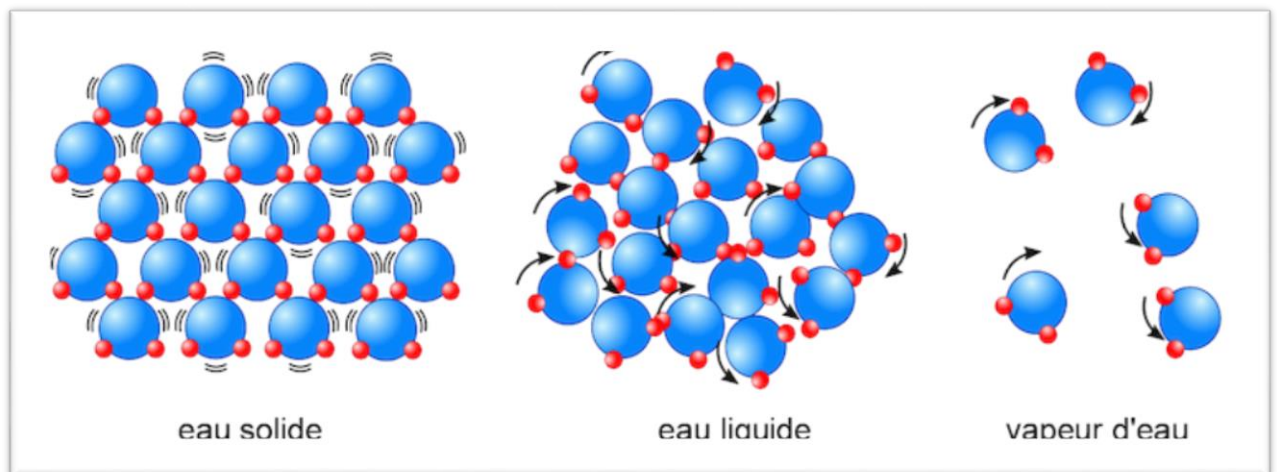


Figure I.1: Les différents états physiques de l'eau

I.2.1. Les propriétés physiques de l'eau

Les propriétés physiques de l'eau qui font de l'eau un liquide essentiel à la vie sont toutes reliées à sa structure moléculaire à sa masse volumique, sa viscosité, sa conductivité et sa tension superficielle, ils interviennent d'une manière directe dans les procédés de traitement de l'eau.

Son grand pouvoir de solubilisation lui permet de véhiculer les nutriments aussi bien à l'intérieur des organismes vivants qu'à l'extérieur.

- La masse volumique : Elle varie avec la température et la pression.
- Conséquences naturelles : stratification des lacs
- Conséquences au niveau de la STEP : remontée des boues.
- La viscosité : Elle exprime la résistance du fluide à s'opposer aux divers mouvements soit internes de turbulence soit globaux (écoulement).
- Tension superficielle : Elle caractérise les propriétés des interfaces. C'est la force de traction qui s'exerce à la surface du liquide en tendant toujours à réduire le plus possible l'étendu de cette surface [11].

I.2.2. Les propriétés chimiques de l'eau

L'eau est, par ses propriétés électriques et sa constitution moléculaire, partiellement apte à la mise en solution de nombreux corps gazeux, liquides polaires, et surtout solides.

La solvation (ou action hydratante de l'eau) est le résultat d'une destruction complète ou partielle des divers liens électrostatiques entre les atomes et les molécules du corps à dissoudre, pour les remplacer par de nouveaux liens avec les molécules d'eau, et forger ainsi de nouvelles structures: il se produit une véritable réaction chimique (une solvation complète est une dissolution).

La dissolution des corps minéraux engendre une ionisation, c'est-à-dire la dissociation des molécules formant le cristal minéral, avec apparition d'ions chargés électriquement et dotés d'une certaine mobilité en solution [10].

I.2.3. Propriétés biologiques de l'eau

L'eau, l'oxygène et le dioxyde de carbone contribuent à créer des conditions favorables au développement des êtres vivants.

Il existe un cycle biologique, cycle au cours duquel s'effectue une série d'échanges; l'eau entre pour une grande part dans la constitution des êtres vivants [10].

I.3. Les tours de refroidissement

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 [1].

Selon les températures souhaitées pour obtenir le rendement optimal du process, l'on peut distinguer quatre catégories de technologie de refroidissement :

- **L'eau**, avec refroidissement par passage unique; entraînant pollution, nuisance pour l'environnement et gaspillage de ce si précieux élément qu'est l'eau. Il est donc primordial de prendre en compte d'autres systèmes.
- **L'air évaporatif** : ce principe, appelé refroidissement évaporatif, est celui utilisé dans les tours de refroidissement. En réutilisant 95% de l'eau de refroidissement, il est le plus adapté pour le refroidissement de procédés nécessitant des températures comprises entre 25°C et 45°C.
- **L'air sec**, utilisé dans tous les aéroréfrigérants secs, est destiné au procédé ayant un rendement optimal avec des températures supérieures à 45°C. Dans les applications de conditionnement d'air, beaucoup de procédés utilisent aujourd'hui des condenseurs à air pour évacuer la chaleur générée. Ces systèmes entraînent à la fois des consommations électriques et des coûts d'installation très élevés.
- **Le refroidissement mécanique par groupes frigorifiques** qui sera utilisé pour des températures de refroidissement inférieures à 25°C et pour tout besoin en températures négatives [2].

I.4. Type de circuits

Nous avons trois types de circuits :

I.4.1. Circuits ouverts

Ce sont des circuits sans recirculation d'eau, système à passage unique ou au fil de l'eau.

Nous ne les décrirons pas puisqu'ils ne comportent pas d'équipement propre, l'eau chauffée par le procédé industriel, étant rejetée dans le milieu naturel.

Tout au plus existe-t-il des équipements annexes, destinés à filtrer l'eau ou à lui ajoute parfois des produits de traitement. C'est un système très répandu lorsque l'on dispose l'eau en assez grande quantité. Comme nous l'avons déjà dit, ce type de système est de moins utilisé en raison des prélèvements d'eau important qu'il nécessite et de l'augmentation de chaleur du milieu récepteur [3].

Un schéma simplifié d'un circuit ouvert est représenté dans Figure I.2 :

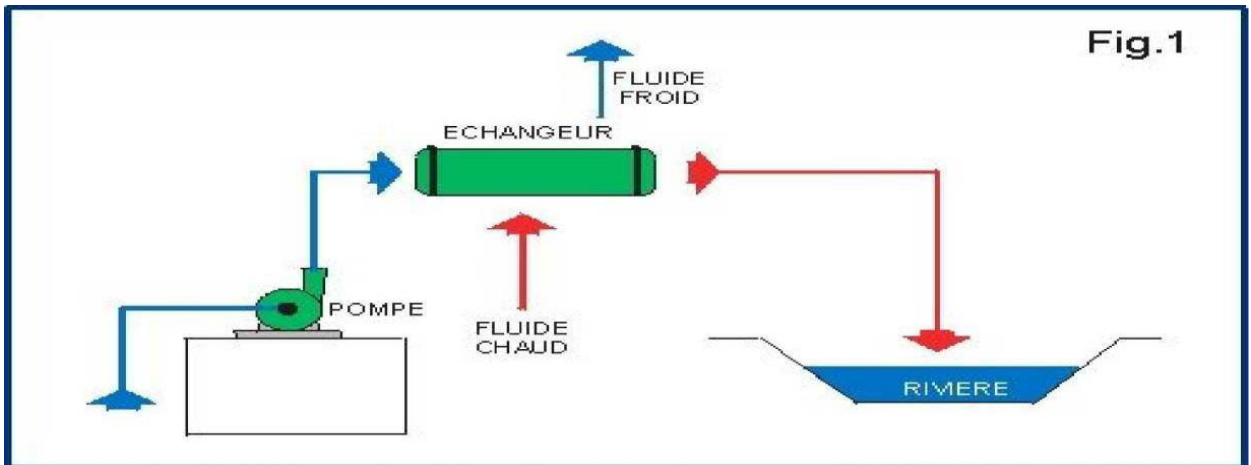


Figure I.2: Schéma de principe d'un circuit ouvert [3].

I.4.2. Circuits fermés

Les circuits fermés sont, en réalité, constitués par deux systèmes liés thermiquement, l'un complètement fermé (aux fuites près) sert à faire circuler l'eau et à refroidir le procédé par l'intermédiaire d'un échangeur de chaleur, l'autre, appelé aussi circuit secondaire, sert à refroidir l'eau réchauffée.

Ce circuit secondaire est très souvent un circuit semi-ouvert ou un système batteries aérothermes (refroidissement par air). L'exemple le plus connu est le refroidissement des moteurs thermiques avec circulation fermée d'eau, le refroidissement de l'eau se faisant avec un échangeur de chaleur à air (le radiateur dans une automobile). La figure I.3 illustre un diagramme simplifié de ce type de circuit [3].

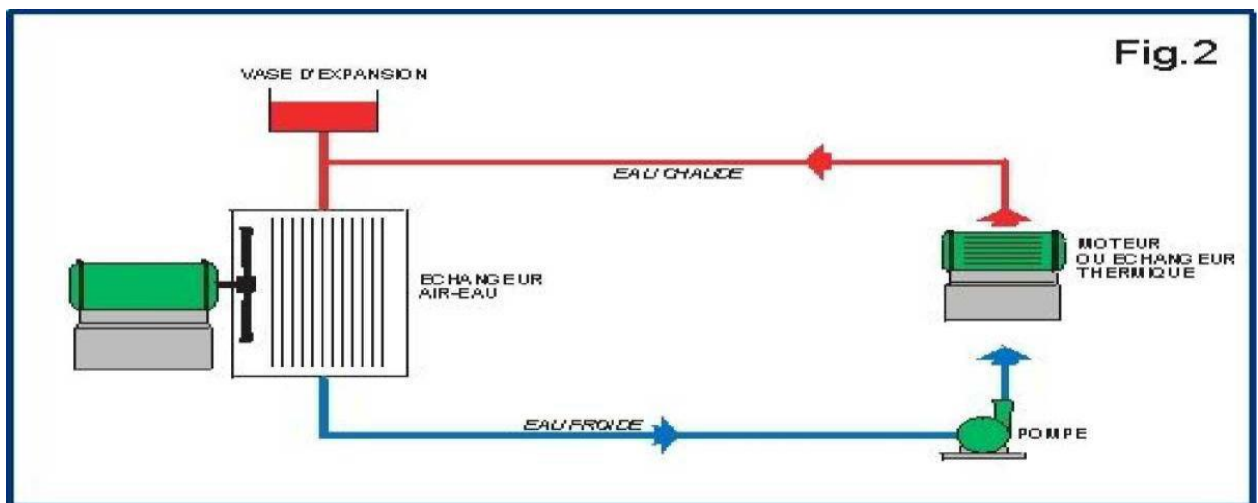


Figure I.3: Schéma de principe d'un circuit fermé [3].

I.4.3. Circuits semi-ouverts

L'eau est recyclée après refroidissement par passage dans un tour aéro-réfrigérante (tour de refroidissement) dans laquelle elle est refroidie à son tour par contact avec l'air. Ce type de circuit est utilisé dans l'industrie, un schéma simplifié de circuit semi-ouvert est représenté dans la Figure I.4[3].

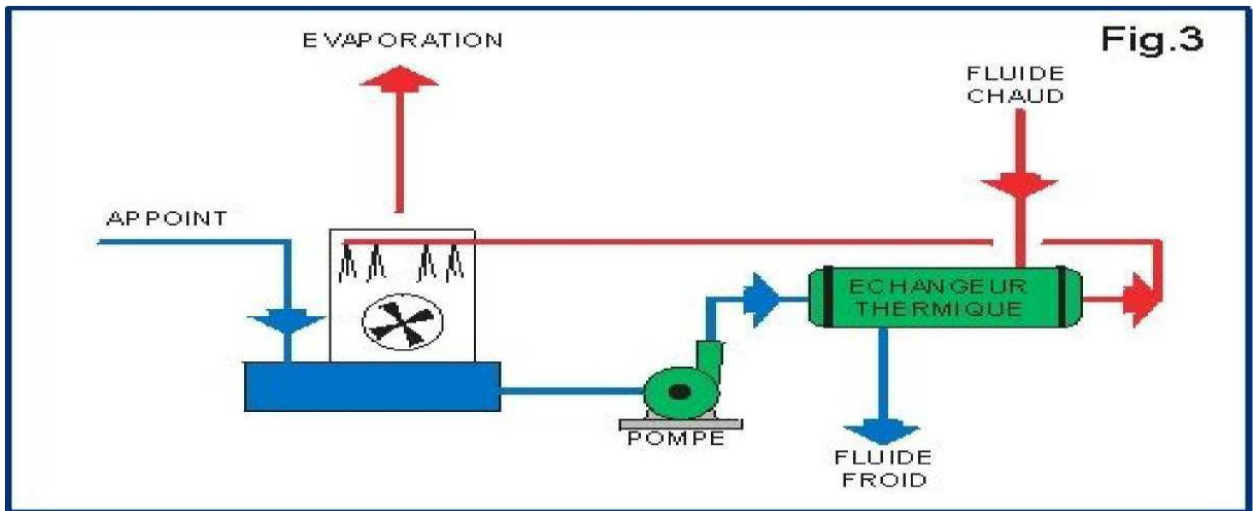


Figure I.4: Schéma de principe d'un circuit semi-ouvert [3].

I.5. Les principes de fonctionnement circuit de refroidissement

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 la meilleure possible, 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. De ce fait, l'eau refroidie redevient chaude et est renvoyée à la tour de refroidissement pour être refroidie et recyclée [3] .

I.6. Alimentation des circuits de refroidissement

L'eau est un élément important des systèmes de refroidissement, l'eau de surface, l'eau souterraine et l'eau potable sont utilisées dans les circuits de refroidissement.

En principe, l'eau salée, l'eau saumâtre et l'eau fraîche peuvent être utilisées à des fins de refroidissement. L'eau salée est disponible en grande quantité sur les côtes, mais sa corrosivité est un inconvénient [12].

Les sources d'eau les plus importantes sont l'eau de mer et l'eau de barrage :

I.6.1. L'eau de barrage

A pour origine, soit des eaux de rivières, soit des eaux de ruissellement, elles se trouvent stockées en réservoirs artificiels (barrages) caractérisés par une surface d'échange eau-atmosphère quasiment immobile une profondeur qui est importante et un temps de séjours appréciable.

La qualité d'une eau de barrage est évaluée grâce à la mesure de certains paramètres reflétant la qualité de l'eau, elle est déterminée en comparant les résultats aux bornes de la grille de qualité [12].

Tableau I.1: Valeur guides de la qualité de l'eau de barrage [12].

Désignation	Bonne	Acceptable	Mauvaise
pH (mg/l)	6,5-8,5	8,5-9	>9 et <6,5
O ₂ dissouts (mg/l)	>10	10- 6	<6
NH ₄ ⁺ (mg/l)	<0,1	0,1- 0,5	>0,5
NO ₂ (mg/l)	<0,1	0,1- 0,5	>0,5
NO ₃ ⁻ (mg/l)	<10	10 -25	>25
PO ₄ ⁻⁻⁻ (mg/l)	<0,5	0,5- 1	>1
DBO ₅ (mg/l)	<5	5-10	>10
DCO (mg/l)	<20	20-40	>40
MO (mg/l)	<5	5- 10	>10
RS (mg/l)	<800	800 -1200	1200 200

I.6.2. L'eau de mer

L'eau de mer est l'eau salée des mers et des océans de la Terre.

On dit qu'elle est « salée » parce qu'elle contient des substances dissoutes, les sels, constitués d'ions, principalement des ions halogénures comme l'ion chlorure et des ions alcalins comme l'ion sodium. On trouve 30 à 40 g de sels dissous pour 1 kg d'eau de mer. L'eau salée s'oppose à l'eau douce, qui contient moins de 1 g de sels dissous par kilogramme.

La masse volumique de l'eau de mer à la surface est d'environ 1,025 g/ml, supérieure de 2,5 % à celle de l'eau douce (1 g/ml) à cause de la masse du sel et de l'électrostriction [13].

C'est ce qui cause des problèmes de corrosion dans les utilisations industrielles telles que les tours de refroidissement, afin de réduire ces problèmes, l'eau de mer est dessalée soit par :

- La distillation.
- Filtration membranaire.

I.6.2.1. La distillation

La distillation occupe aujourd'hui environ 60% du marché mondial du dessalement. La distillation est la plus vieille et la plus rustique des techniques de dessalement. En fait elle reproduit en milieu industriel le processus naturel de dessalement. Il s'agit de chauffer l'eau de mer pour en vaporiser une partie. La vapeur ainsi produite ne contient pas de sels, il suffit alors de refaire passer cette vapeur à l'état liquide en la refroidissant pour obtenir de l'eau dessalée [14].

I.6.2.2. Filtration membranaire

La filtration membranaire est basée sur l'application d'une différence de pression qui permet le transfert du solvant à travers une membrane dont la taille des pores assure la rétention de solutés. Ces opérations, classées selon une taille des pores décroissantes, sont la microfiltration, l'ultrafiltration, la nanofiltration et l'osmose inverse [12].

I.7. Les problèmes posés par circuit de refroidissement

Puisque les circuits de refroidissement ont pour mission de refroidir 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 [4].

I.7.1. 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 :

- 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 rendre 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 [1] :

- **Inhibiteurs anioniques** (anodiques) dont les principaux sont : Orthophosphates, nitrites et orthosilicates ;
- **Inhibiteurs cathodiques** dont les principaux sont : Polyphosphates, zinc, molybdates et polysilicates ;
- **Inhibiteurs organiques** dont les principaux sont : Phosphates, Thiazoles, Triazoles, amines filamantes et Tannins.



Figure I.5: Exemple de la corrosion dans des tuyaux.

I.7.2. Entartrage

L'entartrage est généralement associé à la formation d'un solide cristallin à partir d'une solution aqueuse. Il dépend donc de la composition de l'eau et des solutés faisant partie de cette solution . Lorsque les sels dissous sont à solubilité inverse (i.e. carbonate de calcium), la solution devient saturé au voisinage de la surface d'échange plus chaude. La cristallisation se produit sur cette surface créant ainsi un dépôt dur et collant. Lorsque la cristallisation se produit au sein même d'un liquide qui est plus chaud que la surface d'échange, le dépôt est plutôt mou et friable. Les

sels à solubilité normale développent aussi un entartrage, mais plus rarement. L'entartrage peut se produire dans les échangeurs de chaleur, dans les échangeurs refroidis à l'eau, dans les unités de dessalement d'eau de mer ou saumâtre, dans les chaudières,... etc. [5]. Un exemple d'entartrage sur les surfaces intérieures des tuyaux d'échange sont présentés à la Figure I.6.



Figure I.6: Exemple de tartre dans des tuyaux

I.7.3. Prolifération biologique

Des algues, des bactéries, des champignons et des boues peuvent se former dans les systèmes aquifères. Leur croissance est favorisée par les sels inorganiques et les oligoéléments et encore renforcée par la chaleur, l'oxygène et l'exposition à la lumière.

Les micro-organismes trouvent souvent des conditions de vie idéales dans les cycles industriels de l'eau.

Les circuits de refroidissement par évaporation ouverts et les tours de refroidissement sont particulièrement touchés par l'encrassement biologique. L'apport constant de nutriments par l'air, l'incidence de la lumière, l'épaississement des composants de l'eau et les températures souvent idéales pour la croissance microbologique sont ici les raisons décisives.

Les biofilms constituent souvent un excellent habitat et un abri pour la microbiologie.

Les biofilms, causés par des bactéries visqueuses, entraînent une corrosion sous-jacente, une réduction de débit d'eau, obstruent les écrans et les systèmes de filtration et provoquent une réduction du transfert de chaleur au niveau de l'échangeur de chaleur. En plus du danger pour la santé, des coûts d'entretien élevés et, dans les cas extrêmes, un arrêt du système sont des conséquences négatives des biofilms.

I.8. Critère de qualité des eaux de refroidissement

Selon les conditions spécifiques, les exigences de production ou les matériaux utilisés, il existe des paramètres d'eau idéaux très différents pour les systèmes de refroidissement ou les tours de refroidissement.

Ce sont généralement des valeurs qu'il ne faut en aucun cas dépasser. pour un fonctionnement optimal. Des valeurs nettement inférieures sont souvent raisonnables [9].

Tableau 1.2: Valeurs indicatives pour la qualité de l'eau [9]

Paramètre	Unité	Valeur limite
Aspect		si possible, incolore, clair et sans dépôt
Valeur pH		7 à 8,5 (Si les composants en aluminium n'entrent pas en contact avec l'eau 9,3)
Conductivité	µS/cm	< 3000
Dureté totale	° dH	< 60 après adoucissement : < 20
Dureté carbonatée	° dH	< 4 après stabilisation de la dureté : <20° dH
Salinité totale	mg/l	< 1800
Gaz carboniques agressifs	mg/l	0
Calcium	mg/l	> 20
Fer	mg/l	< 0 ,1
Chlorure	mg/l	< 250
Sulfate	mg/l	< 600
Nombre des germes	UFC/ml	<10.000
Légionelles	UFC/ml	<100
Ks		< 1,4 après stabilisation de la dureté : <7

Si la dureté de l'eau d'appoint est trop élevée, cette eau est soit assouplie ou bien conditionnée de manière adéquate en y ajoutant des produits chimiques afin d'éviter la formation de dépôts.

L'eau pure soutirée au circuit par l'évaporation entraîne obligatoirement un épaissement de la concentration, lequel est encore plus augmenté par l'apport supplémentaire de sels par l'eau d'appoint. Afin d'éviter des sédiments, des encrassements et des problèmes de corrosion, la salinité doit être maintenue à une valeur figurant entre des valeurs limites définies ; ceci est habituellement réalisé par le biais du dessalement de l'eau concentrée de circulation et de l'alimentation en eau salubre.

Les valeurs limites citées au préalable doivent être respectées dans l'eau de circulation. Si l'eau d'appoint utilisée est partiellement / entièrement dessalée, il faut éventuellement prévoir l'application d'un anticorrosif adapté. Indépendamment de la qualité de l'eau d'appoint, l'épaissement ne doit pas dépasser l'indice d'épaissement 8-10 [1].

I.9. Traitement de l'eau de refroidissement

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) [6].

Le traitement de l'eau de refroidissement passe par plusieurs étapes, le prétraitement suivis de traitement primaire puis le traitement secondaire et enfin le traitement tertiaire:

I.9.1. Prétraitement

Les prétraitements ont pour objectif d'éliminer les éléments les plus grossiers. Il s'agit des déchets volumineux (dégrillage), des sables et graviers (dessablage) et des graisses (dégraissage-déshuilage).

Au cours du dégrillage, les eaux passent au travers d'une grille dont les barreaux retiennent les matières les plus volumineuses. Le tamisage peut compléter cette phase de prétraitement.

Le dessablage débarrasse les eaux des sables et des graviers par sédimentation. Ces particules sont ensuite aspirées par une pompe. Les sables récupérés sont essorés, puis lavés avant d'être soit envoyés en décharge, soit réutilisés, selon la qualité du lavage.

Le dégraissage vise à éliminer la présence de graisses dans les eaux, graisses qui peuvent gêner l'efficacité des traitements biologiques qui interviennent ensuite. Le dégraissage s'effectue par

flottation. L'injection d'air au fond de l'ouvrage permet la remontée en surface des corps gras. Les graisses sont raclées à la surface, puis éliminées (mise en décharge ou incinération) [7].

I.9.2. Traitement primaire

Il s'agit d'une décantation, habituellement sans coagulation chimique préalable, ayant pour but d'éliminer les matières organiques séparables par sédimentation [8].

I.9.3. Traitement secondaire " l'élimination biologique des matières polluantes"

Dans la grande majorité des cas, l'élimination des pollutions carbonée et azotée s'appuie sur des procédés de nature biologique.

Les traitements biologiques reproduisent les phénomènes d'autoépuration existant dans la nature. L'autoépuration regroupe l'ensemble des processus par lesquels un milieu aquatique parvient à retrouver sa qualité d'origine après une pollution.

Les techniques d'épuration biologique utilisent l'activité des bactéries présentes dans l'eau, qui dégradent les matières organiques. C'est aujourd'hui le procédé des « boues activées » qui est le plus répandu dans les stations d'épuration assurant un traitement secondaire [7].

I.9.4. Traitement tertiaire

Ils ont pour but de compléter plus au moins l'épuration, selon les normes de qualité applicables aux eaux épurées ou selon les utilisations ces eaux; absents ou peu nombreux dans le cas des rejets en rivière, ils deviennent en revanche multiples s'il s'agit d'affiner l'eau en vue d'une réutilisation [8].

I.9.5. Le but de Traitement de l'eau de refroidissement

Le but de Traitement de l'eau de refroidissement est [6] :

- Eviter le dépôt de tartre sur les surfaces d'échanges.
- Eviter l'attaque des métaux en contact avec l'eau de refroidissement.
- Eviter l'encrassement des surfaces de refroidissement.
- Eviter la prolifération de légionnelles.

I.10. Conclusion

Les propriétés physiques, chimiques et biologiques de l'eau en font un caloporteur idéal dans les zones industrielles telles que les refroidisseurs. Cependant, pour utiliser l'eau dans les tours de refroidissement, divers critères doivent être respectés pour éviter les problèmes de corrosion, l'entartrage et la croissance bactérienne, il doit donc être traité avant utilisation.

II.1. Introduction

Le complexe Topping de condensat RA2K est conçu pour une capacité de traitement de cinq millions (5.000.000) de tonnes métriques pendant une période continue de 330 jours par an de Condensât provenant du Terminal de la Direction Région Transport Est de Skikda.

Le Complexe fonctionne selon trois (03) cas de marche définis ci-après :

- Cas A : Production maximale de Naphta et production maximale Gasoil (cas de base).
- Cas B : Production maximale du Kérosène Jet A1.
- Cas C : Production maximale de Naphta et production minimale du Gasoil.

Ce complexe est conçu pour le traitement de cinq (05) différentes charges de Condensât :

- 1- OB#1
- 2- D'ALRAR
- 3- BEJAIA
- 4- RHOURE-NOUSS
- 5- New OB#1

II.2. Historique

Le complexe a été réalisé par la société chinoise CPECC filiale de l'Entreprise CNPC « China Petroleum Corporation ».

II.3. Localisation géographique site

Le Complexe Topping de Condensat RA2K est situé dans l'enceinte, Zone Industrielle de Skikda (comme le montre la figure II.1), à l'Est de la ville de Skikda, en dehors du tissu urbain, dans le périmètre de l'ancien aéroport. Les principaux sites industriels localisés dans les environs sont :

- Le Complexe de liquéfaction du gaz naturel GL1K au nord
- Le Complexe des matières plastiques CP1K au nord-est
- POLYMED au nord-est
- La Raffinerie de pétrole RA1K à l'ouest
- Le Terminal de stockage du pétrole brut et du Condensat RTE au sud

Il s'étend sur une superficie d'environ 45 hectares et comprend les unités de production, les différentes utilités, les zones de réception de la matière première, de stockage et de transfert des produits finis.

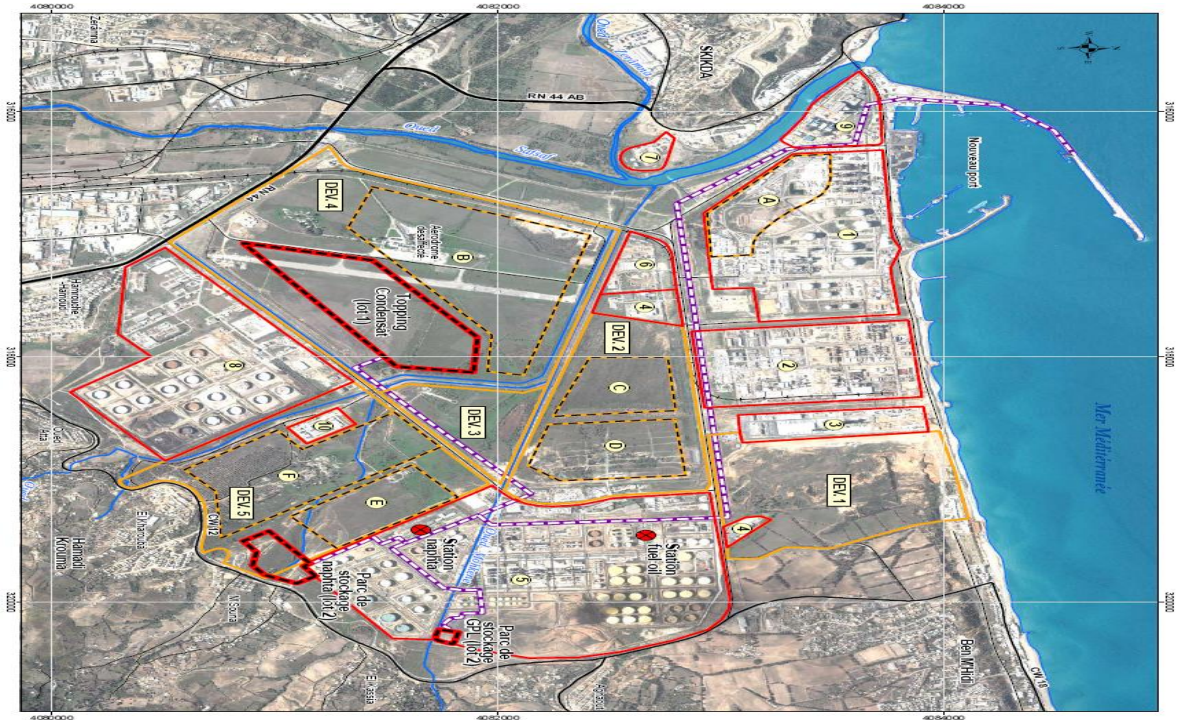


Figure II.1: Plan de situation du complexe RA2K.

II.4. Description des installations du complexe Topping condensât

II.4.1. Philosophie d'exploitation

- L'autonomie de stockage pour le Condensât est de trois (03) Jours environ.
- Les Produits Finis "Naphta, Jet A1, Gasoil Léger et Gasoil Lourd" sont stockés dans des bacs de stockage intermédiaire correspondant à une autonomie d'exploitation de quatre (04) Jours environ. Ces Produits Finis sont transférés par pipelines vers les installations de stockage correspondantes de la Raffinerie RA1K.
- Le Produit Fini "Butane" est stocké dans 3 sphères de stockage correspondant à une autonomie d'exploitation de quatre (04) Jours environ ; une sphère est destinée pour le stockage du off-spec Butane. Le Butane est expédié par un pipeline vers les installations de stockage correspondantes de la Raffinerie RA1K.
- Les produits hors spécifications sont recyclés vers les bacs de charge de Condensât du Complexe à l'exception du Butane hors spécifications qui est envoyé vers la section séchage de butane et le Off-spec Kérosène sera transféré directement vers les bacs de stockage de off-spec kérosène au niveau de la Raffinerie RA1K.

- Le contrôle/commande des installations du complexe est du type DCS (Distributed Control System) qui se fait à partir d'une salle de contrôle centralisée.
- Toutes les motopompes sont doublées, soit une (01) en service et une (01) en réserve (stand-by).
- Les compresseurs et les sécheurs d'air sont doublés avec un ballon de stockage d'air instrument d'une autonomie d'exploitation de trente (30) minutes.
- La lutte contre l'incendie en cas de sinistre est assurée par de l'eau industrielle; il y a un (01) bac de stockage de l'eau industrielle d'une capacité de 12.000 m³ et 6 pompes d'eau dans deux (02) pompes électriques , deux (02) pompes Diesel et deux (02) pompes jockey pour le maintien de pression du réseau d'eau incendie.

II.4.2. Conception Générale du Complexe

Le complexe est constitué principalement de :

- Une Unité de Topping de condensât (U100).
- Une Unité de purification et de traitement de Kérosène (U200).
- Des installations de stockage et de transfert des Produits Finis (U300).
- Système de torche (U400).
- Des installations de production et de distribution des Utilités (U500).

I.4.2.1. Unité de Topping de condensât (U100)

L'unité de traitement est constituée de différentes sections suivantes :

- ✓ Distillation du Condensât ;
- ✓ Stabilisation du Naphta ;
- ✓ Dépropanisation et séchage de butane ;

a. Section Distillation du Condensât

Cette section du procédé est principalement composée d'un préfractionneur, d'une tour atmosphérique et d'une tour sous vide. Elle est conçue pour séparer le condensât en naphta, kérosène, gasoil léger et gasoil lourd. Ces produits sont acheminés selon ce qui suit :

- Naphta léger : vers la section de stabilisation du naphta
- Naphta lourd : vers stockage
- Kérosène : vers l'unité de traitement du kérosène
- Gasoil léger : vers stockage

➤ Gasoil lourd : vers stockage

Le condensât amené au préfractionneur proviendra de la zone de stockage de condensât au niveau du complexe, le condensât stocké sur site proviendra de la zone stockage de condensât de la région transport Est (RTE).

La section de distillation du condensât comprend également trois fours ; il s'agit de deux fours rebouilleurs pour le préfractionneur et la tour atmosphérique, ainsi qu'un four atmosphérique qui sert à augmenter la température des résidus du préfractionneur avant qu'ils n'entrent dans la tour atmosphérique.

b. Section Stabilisation du Naphta

La section de stabilisation du naphta est premièrement constituée d'un débutaniseur. Elle est conçue pour séparer le naphta léger du préfractionneur en GPL et en naphta stabilisé. Le naphta stabilisé est mélangé avec celui issu du préfractionneur et la colonne atmosphérique qui acheminé vers stockage.

Le GPL est acheminé vers le dépropaniseur.

c. Section dépropanisation et séchage de butane

La section est premièrement constituée d'un dépropaniseur. Cette setion est conçue pour séparer le GPL de la section de stabilisation du naphta en butane et en propane.

Le propane est utilisé en tant que combustible pour les fours et le butane est acheminé vers une unité de séchage avant d'être acheminé vers les sphères de stockage du complexe.

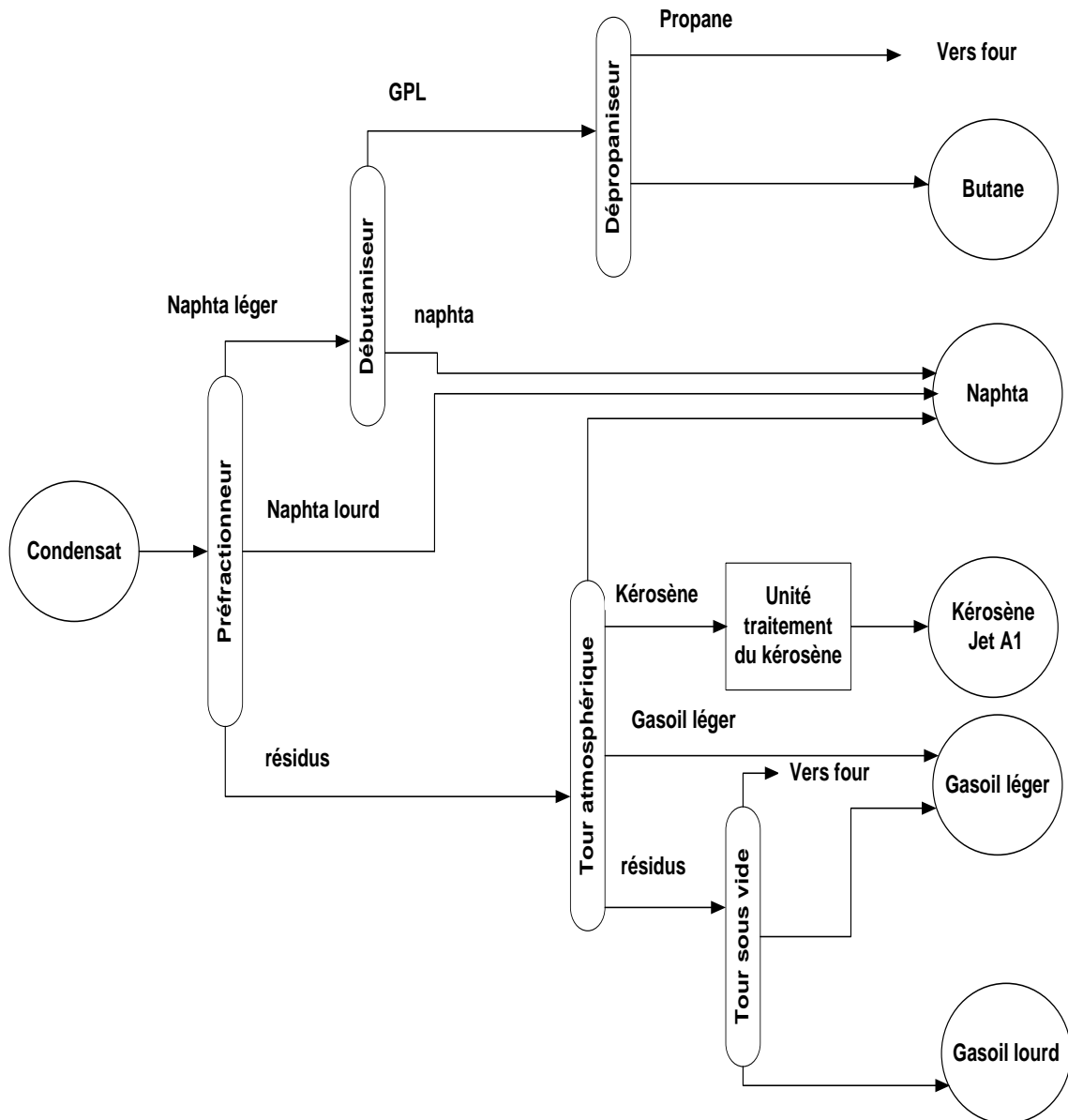


Figure II.2: Schéma synoptique de l'unité Topping de Condensât « U100 ».

II.4.2.2. Unité traitement du kérosène (U200)

Le kérosène provenant de la distillation du condensât est traité pour en faire du Jet A1. Le traitement du kérosène se fait selon ce qui suit :

- Mélanger avec de la soude caustique (4% en poids)
- Enlèvement des acides naphthéniques à l'aide d'un procédé de précipitation par électrofinage (Electrofining Precipitator).
- Enlèvement d'eau et d'impuretés à l'aide d'un filtre et d'un coalesceur.

- Enlèvement d'impuretés et de matières particulaires à l'aide d'un filtre et d'une tour d'argile.

Une fois le kérosène traité, il est acheminé vers les bacs de stockages.

II.4.2.3. Installations de stockage et de transfert des Produits Finis (U300)

a. Zone de stockage du condensât

Le condensât sera acheminé aux 03 réservoirs du complexe par pipeline provenant de la zone de stockage du complexe RTE (Région Transport Est). Le condensât est transféré vers l'unité de séparation à l'aide de deux pompes qui fonctionnent en alternance à un débit de 910 m³/h. Chaque réservoir est muni d'un toit flottant externe avec une capacité de 25000 m³.

b. Zone de stockage de Naphta

Le naphta produit est acheminé vers les deux réservoirs de naphta du complexe. Deux pompes utilisées en alternance serviront à transporter le naphta stocké vers les réservoirs existants de la raffinerie RA1K. Chaque réservoir est muni d'un toit flottant externe avec une capacité de 36000 m³.

c. Zone de stockage du kérosène

Le kérosène produit est acheminé vers les deux réservoirs de kérosène du complexe. Deux pompes utilisées en alternance serviront à transporter le kérosène vers les réservoirs existants de la raffinerie RA1K. Chaque réservoir est muni d'un toit flottant interne avec une capacité de 5360 m³.

d. Zone de stockage de gasoil léger

Le gasoil léger produit est acheminé vers les deux réservoirs de gasoil léger du complexe. Deux pompes utilisées en alternance serviront à transporter le gasoil léger vers les réservoirs existants de la raffinerie RA1K. Chaque réservoir est muni d'un toit fixe avec une capacité de 2180 m³.

e. Zone de stockage du gasoil lourd

Le gasoil lourd produit est acheminé vers les deux réservoirs de gasoil lourd du complexe. Deux pompes utilisées en alternance serviront à transporter le gasoil lourd vers les réservoirs existants de la raffinerie RA1K. Chaque réservoir est muni d'un toit fixe avec une capacité de 860 m³.

f. Zone de stockage du butane

Le butane produit est acheminé vers les deux sphères de stockage du complexe. Deux pompes utilisées en alternance serviront à transporter le butane vers les sphères de stockages existantes de la raffinerie RA1K. Chaque sphère à un volume de 1400 m³ sous pression de 5 barg.

Pour le butane hors spécification produit par l'unité topping sera acheminé vers une sphère de butane de 250 m³ opérant à 5 barg. Deux pompes de transfert, serviront à acheminer le butane hors spécifications vers le débutaniseur de l'unité de topping pour retraitement.

II.4.2.4. Système torche (U400)

La torche est utilisée pour brûler les gaz provenant des événements des équipements du procédé de l'unité topping condensât, ainsi que les sphères de butane. Le système de torche est doté d'un système de traitement anti-fumée.

II.4.2.5. Les utilités (U500)

Les principales utilités requises pour la mise en exploitation du complexe sont le gaz naturel, l'azote, l'électricité, l'eau industrielle, la vapeur et l'air comprimé.

a. Le gaz naturel

L'alimentation du complexe par le gaz naturel est assurée par la compagnie Sonatrach RTE/TRC ; le gaz naturel est utilisé comme combustible pour les fours et l'allumage des pilotes de la torche.

b. L'azote

L'alimentation du complexe par l'azote est assurée par l'entreprise des gaz industriels ENGI MESSER ; l'azote est nécessaire pour l'inertage des milieux de stockage et de la maintenance des installations du complexe. L'azote fourni, de grade industriel, avec une pureté de N₂ de 99.99% min.

c. L'eau

L'alimentation du complexe par l'eau est assurée par l'entreprise ADE (EPDEMIA); L'eau est utilisée pour les besoins suivants :

- ✓ les appoints du système d'eau de refroidissement des installations,
- ✓ la consommation domestique du personnel,
- ✓ l'appoint du système du réseau d'eau de lutte contre l'incendie,
- ✓ la maintenance et l'exploitation des installations.

Le complexe dispose d'un système de traitement et de distribution en eau potable pour assurer les besoins requis pour le personnel du complexe en eau potable, l'unité comporte un bac de stockage, deux pompes (une en service, l'autre en secours), une unité de traitement et de potabilisation de l'eau et un réseau pour la distribution de l'eau pour alimenter les différents consommateurs.

d. La vapeur

L'alimentation du complexe par la vapeur est assurée par le complexe RA1K; La vapeur est utilisée pour les besoins de la maintenance des installations, la torche, moniteur de corrosion et l'unité traitement des effluents.

e. L'air

L'air comprimé (air service et air instruments) est assurée par deux (02) compresseurs d'airs, l'air instruments est préalablement séché à travers deux sècheurs (un sécheur en service et un en régénération).

Un ballon de stockage tampon d'air instruments dimensionné pour assurer une autonomie de fonctionnement du complexe d'environ trente (30) minutes. L'air service ne sera pas séché.

f. L'électricité

L'alimentation du complexe par l'électricité est fournie à partir du réseau Sonelgaz. Deux (02) lignes électriques indépendantes raccordées au réseau SONELGAZ 63 kV.

g. Unité traitement des effluents

Les eaux huileuses et les rejets chimiques et les eaux pluviales et les eaux sanitaires sont collectées et traitées dans la section traitement des eaux usée du complexe Topping de condensât avant d'être évacuées vers le réseau approprié de la zone industrielle de Skikda.

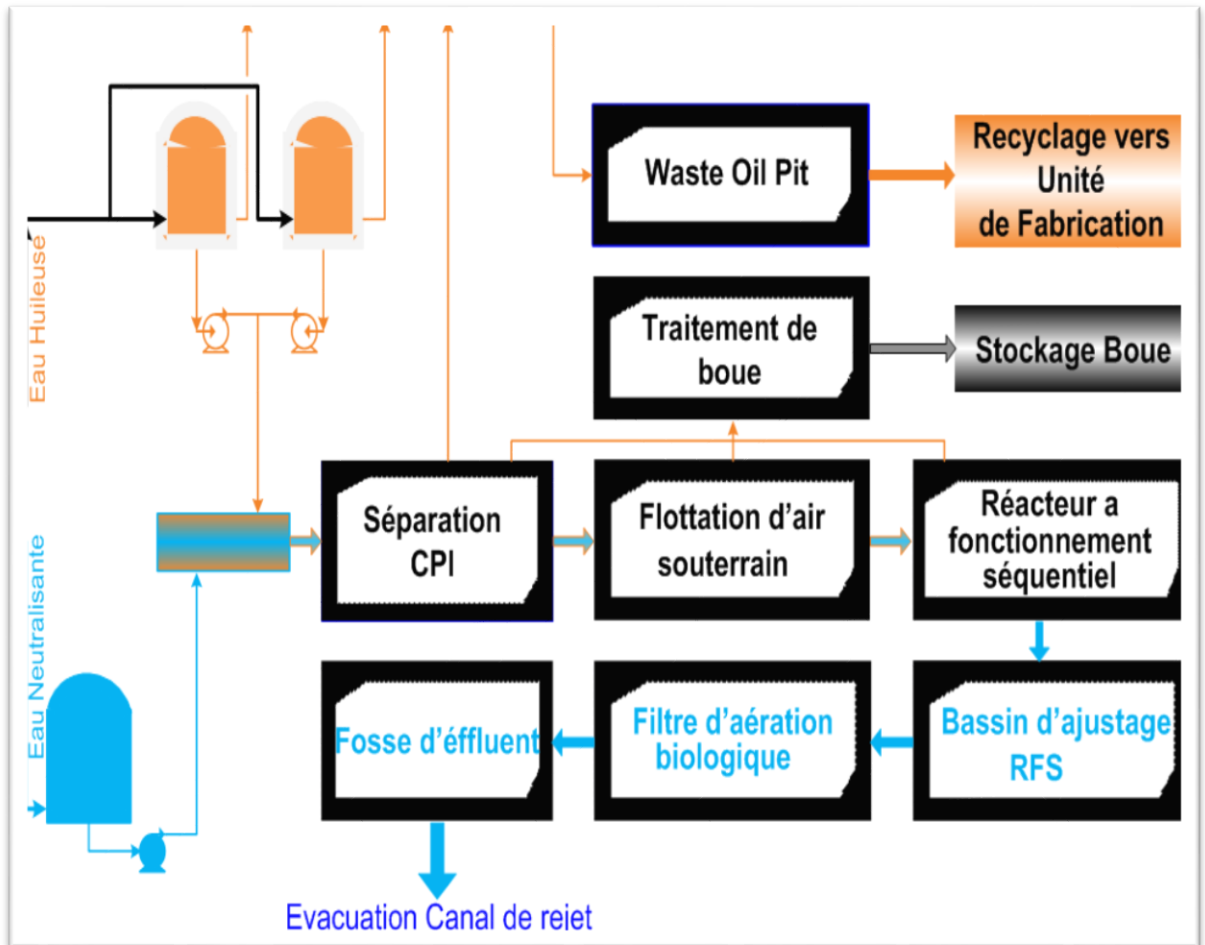


Figure II.3: Schéma principe de fonctionnement de l'unité traitement des effluents.

II.5. Structure HSE

II.5.1. Dispositifs de lutte anti incendie

a- Moyens Tractables et Portatifs.

✓ Moyens Tractables:

- Deux (02) chariots à mousse tractables :

Capacité: 1 000 litres d'eau et 1 000 Litres d'émulseur.

- Deux (02) moto pompes tractables:

Débit : 2 400 litres /min. à une Pression de 10 bars)

- Deux (02) Canons tractables.
- Douze (12) extincteurs de 25 kg.
- Dix-neuf (19) extincteurs de 50 kg.

✓ Extincteurs:

- Trois cent soixante-neuf (369) extincteurs portatifs.

b- Moyens matériels de lutte contre l'incendie:

b-1) Moyens mobiles :

➤ **Camions anti-incendie:**

- Deux (02) camions mixtes à mousse: 3 600 litres/mousse et 6 400 litres/d'eau,
- Un (01) camion à poudre: 4 000 kgs,
- Un (01) camion ravitailleur: 15 000 litres.

➤ **Véhicules de secours:**

- Deux (02) Ambulances

b-2) Moyens fixes:

Le complexe est doté d'un réseau d'eau anti-incendie (alimenté en eau douce) maillé d'une longueur de 7.5 km composé de:

- Une (01) réserve en eau anti incendie d'une capacité de 12 000 m³.
- Une (01) station de pompage d'eau anti-incendie constituée de:
 - Deux 02 pompes jockey: 108 m³/h chacune.
(pour le maintien en permanence du réseau sous pression)
 - Deux (02) pompes électriques d'un débit de 1 260 m³/h chacune.
 - Deux (02) pompes diesel d'un débit de 1 260 m³/h chacune.

Le système de démarrage des pompes est automatisé./instrumenté

- Cent dix-sept (117) poteaux incendie disposés comme suit:
 - Au niveau des unités de fabrication : tous les 25 mètres.
 - Au niveau aires de stockage et utilités : tous les 30 ÷ 40 mètres.
- Trente (30) lances monitors,
- Système de refroidissement automatique à eau:
Pour l'ensemble des réservoirs et sphères de stockage.
- Système d'extinction automatique à mousse :
Pour l'ensemble des réservoirs de stockage.

- Système d'extinction automatique à gaz (IG541):
Installé au niveau de la Salle de Contrôle (DCS) et la Sous Station électrique Principale (SS1).
- Système d'extinction automatique à poudre:
Installé au niveau de la totalité des Sous Stations électriques.
- Système de refroidissement automatique à eau:
Pour l'ensemble des réservoirs et sphères de stockage.
- Système d'extinction automatique à mousse :
Pour l'ensemble des réservoirs de stockage.
- Système d'extinction automatique à gaz (IG541):
Installé au niveau de la Salle de Contrôle (DCS) et la Sous Station électrique Principale (SS1).
- Système d'extinction automatique à poudre:
Installé au niveau de la totalité des Sous Stations électriques



Figure II.4 : Schéma d'implantation du Réseau Anti-incendie.

II.5.2. Bilan Production du complexe

- **Fabrication: Exercice 2012**

Traitement de Condensat : 4 100 458 TM

Répartition des Produits Finis

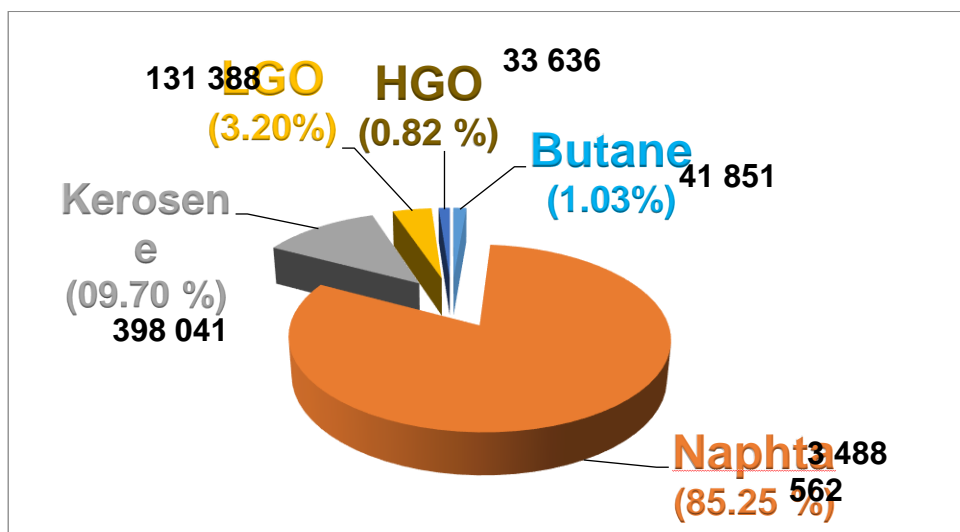


Figure II.5 : Bilan production du complexe

II.6. Traitement de condensat

Depuis le démarrage du complexe RA2K (en

Tableau II.1: Traitement de condensat depuis le démarrage du complexe RA2K

Années	Réalisation
2009	1 305 846
2010	4 656 867
2011	4 146 499
2012	4 100 458
Total	14 209 860

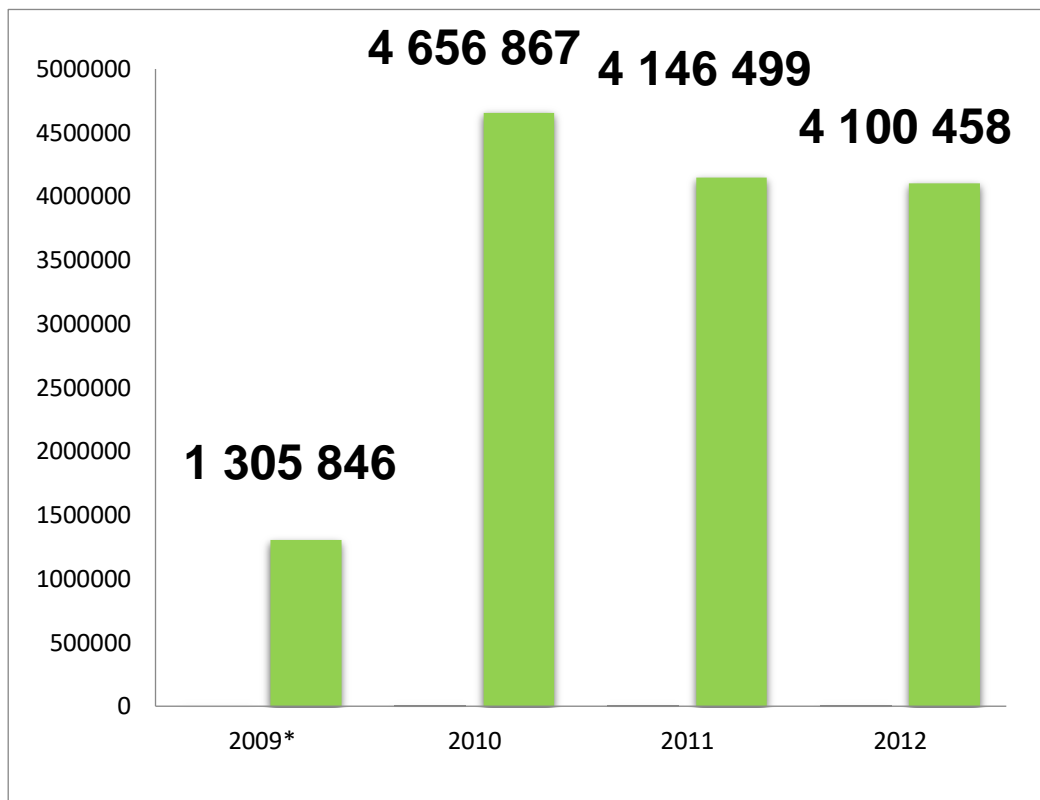


Figure II.6 : Colonnes graphiques de traitement de condensat depuis le démarrage du complexe RA2K

II.7. Répartition de la production par produit depuis la mise en exploitation du complexe (en TM)

La production par produit depuis la mise en exploitation du complexe dans le tableau suivant :

Tableau II.2 : Répartition de la Production par Produit depuis la mise en exploitation du Complexe

Produits	2009	2010	2011	2012	Totaux
- Butane	16 754	62 303	48 968	41 851	169 876
- Naphta	1 057 128	3 813 524	3 467 654	3 488 562	11 826 867
- Kéro./ Jet A1	157 789	543 291	437 559	398 041	1 536 679
- LGO	54 728	178 213	145 706	131 388	510 035
- HGO	16 793	51 533	39 283	33 636	141 245

II.8. Consommation des Utilités ‘Exercice 2012 ‘

Le tableau suivant présente consommation des utilités :

Tableau II.3 : Consommation des Utilités ‘Exercice 2012 ‘

Désignation	Unité de mesure	Quantité
- Eau douce	m³	120 380
- Electricité	MWH	38 727
- Gaz Naturel	Cm³	64 249 054
- Vapeur d'eau	Tonnes	5 671
- Azote	Nm³	52 990
- Air instrument	Nm³	879 000
- Air Process	Nm³	106 680

III.1. Introduction

Ce chapitre est consacré aux matériaux et produits utilisés dans nos recherches. Les réactifs, les différents paramètres physico-chimiques et le protocole expérimental utilisé ainsi que le dispositif expérimental sont décrits.

III.2. Matériels et réactifs utilisés

Tableau III-1 Matériels et réactifs utilisés

Equipement	Produits
- pH-mètre	- Phénophtaléine
- Chaîne d'électrode en verre calomel	- Solution de nitrate d'argent (AgNO_3)
- Conductimètre	-chromate de potassium (K_2CrO_4)
- Spectrophotomètre DR2800	- Acide sulfurique (H_2SO_4)
- Bêchers de 150 ml	- Méthylorange
- Pipettes de 2 ml	- EDTA 0.01 N
-Erlenmeyer de 250/300 ml	- NAOH 1 N
-cylindre gradué de 100 ml	-Murexide
- Burette de 50 ml	- Solution tampon (PH=10)
- spatule	-indicateur Noir d'Eriochrome (NET)
- plaque chauffante	- HCl N(1/1)
	-Chlorydrate d'hydroxyl amine ($\text{NH}_2\text{OH-HCL}$)
	- Acetate d'ammonium
	-TPTZ ($\text{C}_6\text{H}_4\text{N}$) $_3\text{C}_3\text{N}_3$

III.3. Prélèvement des échantillons

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération qui doit être faite avec une extrême prudence, elle conditionne les résultats de l'analyse et les interprétations qui en seront données.

Dans le cas d'un robinet, l'eau doit couler un certain temps, jamais moins de 10 minutes. Lors du prélèvement, pour l'analyse chimique, la bouteille sera à nouveau rincée trois fois avec l'eau à analyser, puis remplie, et le bouchon sera placé dans une position où il n'y aura ni bulles d'air ni éclatement pendant le transport.

Les échantillons sont prélevés quotidiennement à 8h00, à l'entrée et à la sortie de la tour de refroidissement, doivent toujours être parfaitement identifiés, étiquetés avec le nom, le code et la date de prélèvement, et conditionnés dans des contenants en plastique

III.4. Mesure des paramètres physico-chimiques

Afin de surveiller les paramètres caractéristiques de la qualité de l'eau de refroidissement et de vérifier leur conformité, nous réalisons diverses analyses en laboratoire. Les différents paramètres à analyser sont :

III.4.1. Détermination du potentiel d'hydrogène (pH)

- **Principe**

Détermination potentiométrique de la concentration des ions hydrogène dans l'eau. Le principe est basé sur la différence de potentiel de l'électrode immergée par rapport à une référence et à une température donnée.

- **Réactif et appareillage**

- a) PH mètre avec chaîne d'électrode en verre calomel.
- b) Bêcher de 150 ml.

- **Mode opératoire**

- 1) Laver soigneusement les électrodes avec l'eau distillée
- 2) Immerger les électrodes dans l'échantillon agité.

Effectuer la lecture du pH

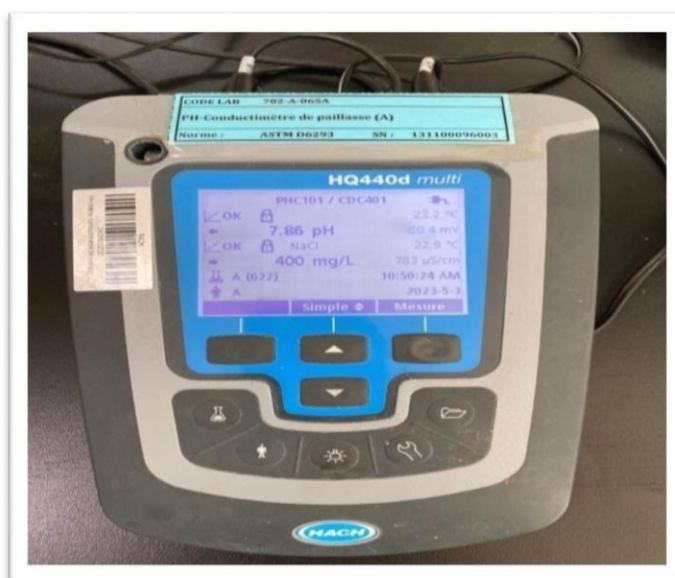


Figure III.1 : pH mètre

III.4.2. Détermination de la conductivité

- **Principe**

La conductivité électrique offerte d'une eau au passage du courant électrique est fonction directe de la concentration ionique de la solution. Sa détermination donne donc une mesure indirecte des substances dissoutes. Et cela se présente très bien pour un contrôle rapide du grade de pureté de l'eau.

- **Réactif et appareillage**

a) Conductimètre avec électrodes et thermomètre.

b) Bêcher de 150 ml.

- **Mode opératoire**

- Mettre l'appareil sous tension.
- Allumer l'appareil en appuyant sur l'interrupteur se trouvant devant de l'équipement.
- Laver soigneusement les électrodes avec l'eau distillée
- Immerger les électrodes dans l'échantillon agité.
- Sélectionner la range avec le bouton approprié.
- Lire la conductivité sur l'échelle.

Le résultat est exprimé en $\mu\text{S}/\text{cm}$ ou $\text{M}\Omega/\text{cm}$.

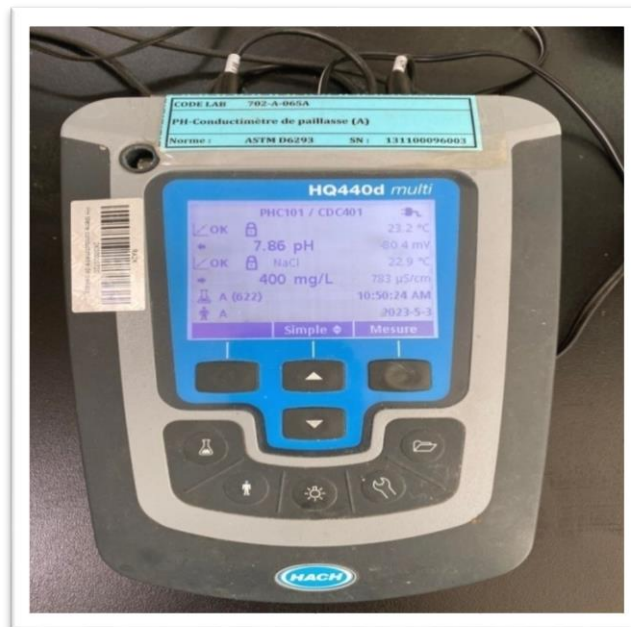


Figure III.2 : Conductimètre

III.4.3. Détermination de TDS

- **Principe**

Détermination potentiométrique des ions des sels dans l'eau.

- **Réactif et appareillage**

- a) PH mètre avec chaîne d'électrode en verre calomel.
- b) Bêcher de 150 ml.

- **Mode opératoire**

- Mettre l'appareil sous tension.
- Allumer l'appareil en appuyant sur l'interrupteur se trouvant devant de l'équipement.
- Laver soigneusement les électrodes avec l'eau distillée
- Immerger les électrodes dans l'échantillon agité.
- Sélectionner la range avec le bouton approprié.
- Lire la TDS sur l'échelle.

Le résultat est exprimé en mg/l.



Figure III.3 : PH mètre avec chaîne d'électrode en verre calomel

III.4.4. Détermination du Cl⁻

- **Principe**

Le pH de l'échantillon doit être ajusté à 8.3, le titrage sera fait à l'aide d'une solution de nitrate d'argent en présence de l'indicateur chromate de potassium jusqu'au virage rouge brique

- **Réactif et appareillage**

- 1) **Réactif :**

- a) Chromate de potassium (K₂CrO₄)

- b) Nitrate d'argent (AgNO₃)

- 2) **Appareillage :**

- a) Burette

- b) Erlen de 250 ml

- **Mode opératoire**

- Remplir la burette avec la solution AgNO₃ 0.02N.

- Prendre 100ml d'échantillon et ajouter (02) gouttes de l'indicateur K₂CrO₄.

- Titrer avec la solution AgNO₃ 0.02N jusqu'à virage du couleur au rouge brique

- **Calculs**

$$\text{Cl}^-(\text{ppm}) = (V - \text{blanc}) \times 7.1$$

V : Volume versé de la solution nitrate d'argent.

Blanc : =0.4



Figure III.4 : des équipements et produits utilisés dans la détermination du Cl⁻

III.4.5. Détermination du total Fer au TPTZ

- **Principe**

Le fer total ($Fe^{+2} + Fe^{+3}$) est d'abord converti à l'état d'ions qui réagissent avec le TPTZ (2,4,6-tripyridyl-5-triazine) pour produire un composé chélate (corps chimique qui peut fixer des cations métalliques entre des atomes électronégatifs) de couleur bleu.

- La mesure de l'absorption de la couleur donne la concentration du Fer total.

- **Réactif et appareillage**

- 1) **Réactif :**

- HCl N(1/1)
- CHLORYDRATE d'HYDROXYL AMINE ($NH_2OH-HCl$)
- ACETATE d'AMMONIUM.
- TPTZ (C_6H_4N)₃C₃N₃.

- 2) **Appareillage :**

- Plaque chauffante.
- Spectrophotomètre DR2800.
- Erlenmeyer 250-300 cc.
- Cylindre gradué 100cc.
- Pipettes 2 et 5cc.

- **Mode opératoire**

- Prendre une prise d'essai de 100 cc d'échantillon dans un Erlenmeyer.
- Ajouter 2 cc HCl (1/1)
- Faire bouillir jusqu'au volume 40 à 50 cc.
- Ajouter 2cc CHLORYDRATE d'HYDROXYL AMINE .
- Ajouter 5cc d' ACETATE d'AMMONIUM et mélanger.
- Ajouter 5cc de TPTZ et mélanger.
- Compléter à 100cc avec l'eau distillée.
- Allumer le spectrophotomètre DR2800 et après l'initialisation choisir la méthode Fer TPTZ (950) dans le programme favori.
- Attendre 10min (en utilisant la minuterie de l'instrument).
- Introduire le blanc (eau distillée) en utilisant la cellule carrée de 10 cc dans le compartiment de l'instrument et appuyer sur ZERO.

- Introduire l'échantillon en utilisant une autre cellule de la même manière et appuyer sur MESURE.
- Noter directement le résultat du Total Fer en mg/l affiché sur l'instrument DR2800.

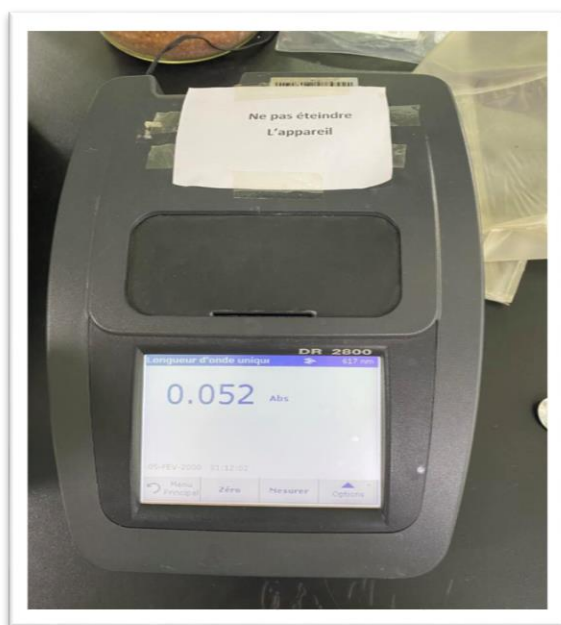


Figure III.5: Spectrophotomètre DR2800.

III.4.6. Détermination de la dureté totale (TH)

- **Principe**

La dureté est constituée de sels solubles des éléments alcalino-terreux et en particulier de Calcium et de Magnésium.

L'analyse du TH consiste à un titrage direct avec le sel bisodique de l'acide éthylène-diamine tétra acétique (EDTA) du calcium et magnésium en présence de l'indicateur Eriochrome noir T qui, en présence des ions Ca^{++} et Mg^{++} se colore en rouge cerise et vire au bleu quand la quantité de l'EDTA à suffisamment complexé tous ces ions.

- **Réactif et appareillage**

- 1) **Réactifs :**

- EDTA 0,01 M
- Solution tampon (PH=10).
- Indicateur Noir d'Eriochrome (NET).

- 2) **Verrerie :** (Appareillage non applicable) :

- a) Erlenmeyer 250-300 cc

- b) cylindre gradué de 100cc.
- c) burette de 50 cc avec support.
- d) Pipette de 2 cc.

- **Mode opératoire**

- Prendre une prise d'essai de 100 cc d'échantillon.
- Ajouter 2 cc de la solution tampon (PH=10).
- Ajouter une pincée de l'indicateur (NET).
 - ❖ En présence de la dureté, la solution se colore en rouge cerise.
- Titrer avec l'EDTA 0.01 M jusqu'au virage bleu de la solution et noter le volume (V).

- **Calcule**

$$\text{TH en mg/l de CaCO}_3 = V \times 10$$



Figure III.6: Des équipements et produits utilisés dans la détermination de la dureté totale (TH)

III.4.7. Détermination de Calcium et Magnésium

A) Calcium

Méthode volumétrique à l'EDTA

- **Principe**

- Quand l'EDTA est ajoutée à l'eau contenant des ions Ca^{++} et Mg^{++} il se combine premièrement avec l'ion Ca^{++} qui peut être déterminé directement avec l'EDTA après avoir porté le pH à 12-13, dans ce cas l'ion Mg^{++} se précipite.

- On utilise le Murexide comme indicateur capable de se combiner avec le calcium.
- Le Murexide (Purpurate d'ammonium) est un indicateur qui en présence de l'ion Ca^{++} se colore en rose mais vire au violet quand la quantité d'EDTA est suffisante pour complexer tous les ions Ca^{++} .

- **Réactif et appareillage**

- 1) **Réactif :**

- EDTA 0,01 M
 - NAOH 1N.
 - Murexide.

- 2) **Verrerie :** (Appareillage non applicable) :

- a) Erlenmeyer 250-300 cc
 - b) cylindre gradué de 100cc.
 - c) burette de 50 cc avec support.
 - d) Pipette de 2 cc.

- **Mode opératoire**

- Prendre une prise d'essai de 100 cc d'échantillon dans un Erlenmeyer.
- Ajouter 2 cc de NaOH 1N.
- Agiter et ajouter une pincée d'indicateur Murexide.
 - ❖ En présence d'ions Ca^{++} , la solution vire au rose foncé.
- Titrer avec l'EDTA 0.01 M jusqu'au virage de la solution au violet pâle ou Mauve clair et noter le volume EDTA (**V**)

- **Calcul :**

- Ca^{++} en ppm $\text{CaCO}_3 = V \times 10$

B) Magnésium

Méthode par calcul

- **Calcul :** Mg^{++} en ppm $\text{CaCO}_3 = \text{TH} - [\text{Ca}^{++}]$



Figure III.7: Des équipements et produits utilisés dans la détermination du calcium.

III.4.8. Détermination du TA et TAC

- **Principe**

Le TA (titre alcalimétrique simple) est titré avec H_2SO_4 0,02N en présence de l'indicateur Phénol Phtaléine et correspond à la somme des hydroxydes (OH^-) et les demi-carbonates (HCO_3^-).

Le TAC (titre alcalimétrique complet) est titré avec H_2SO_4 0,02 N en présence de l'indicateur Méthylorange et correspond à la somme des Hydroxydes (OH^-), demi-carbonates (HCO_3^-) et les carbonates (CO_3^{2-}).

- **Réactif et appareillage**

- 1) **Réactif** :

- H_2SO_4 0,02N.
- Phénolphtaléine.
- Méthylorange.

- 2) **Verrerie** :(Appareillage non applicable) :

- a) Erlenmeyer 250-300 cc
- b) cylindre gradué de 100cc.
- c) burette de 50cc avec support.

- **Mode opératoire**

- a) **Détermination du TA**

- Prendre 100 cc d'échantillon.
- Ajouter 2-3 gouttes de Phénolphtaléine.
- En présence d'alcalinité, on obtient une coloration Rose pâle.
- Titrer avec H_2SO_4 0,02N jusqu'à décoloration et noter le volume coulé (V_a).

Calcule : $TA = 10 \times V_a$ en mg/l de $CaCO_3$

- b) **Détermination du TAC :**

A la même solution et après dosage du TA.

- Ajouter 2-3 gouttes de l'indicateur Méthylorange en présence de TAC la solution vire au bleu.
- Titrer avec H_2SO_4 0.02N jusqu'au virage du bleu au rose pâle et noter le volume (V_b).

Calcule : TAC en mg/l de $CaCO_3 = 10 \times V$ avec $V = V_a + V_b$.

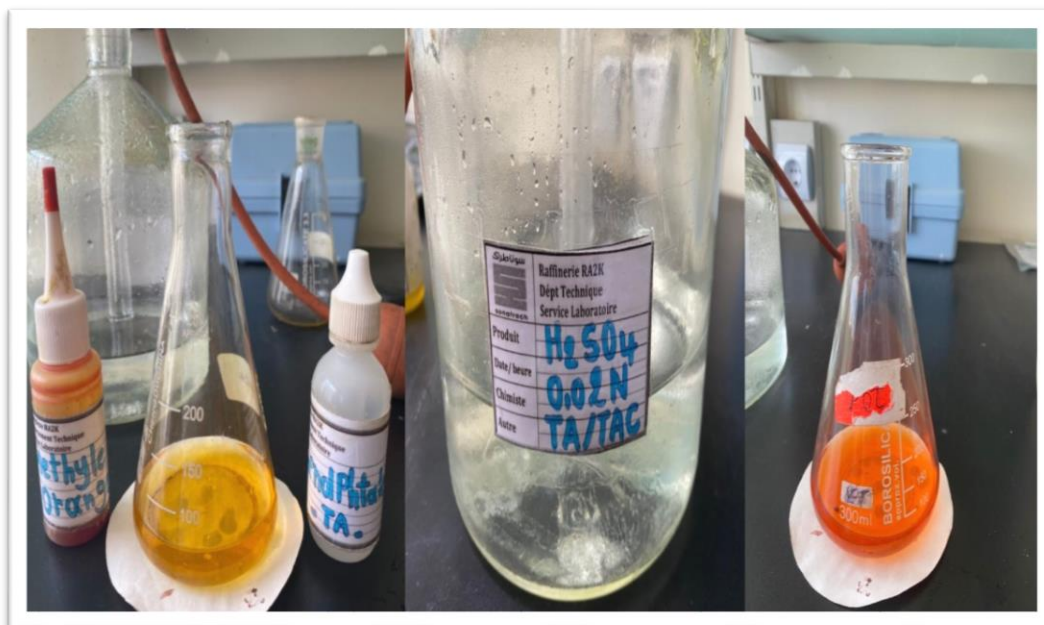


Figure III.8: Des équipements et produits utilisés dans la détermination du TA et TAC.

III.5. Conclusion

Dans le but de contrôler et de suivre la qualité des eaux de refroidissement au niveau de complexe Topping de condensat de Skikda (RA2/K), nous avons utilisé plusieurs équipements et produits pour mesurer différents paramètres physico-chimique.

IV.1. Introduction

Dans ce chapitre, nous discuterons et expliquerons les résultats des analyses pendant la période de suivi et de surveillance de plusieurs paramètres de l'eau de la tour de refroidissement à l'entrée, la sortie et l'eau d'appoint.

IV.2. Variation des paramètres des eaux

Afin de caractériser la qualité de l'eau, une série d'analyses a été réalisée sur différents paramètres propres au niveau d'eau en deux points (entrée et sortie) et l'eau d'appoint de la station refroidissement (RA2/K).

IV.2.1. L'évolution du pH

La variation du pH des eaux d'appoint et des eaux (entrée / sortie) dans la tour de refroidissement en fonction du temps est représentée dans les figure IV.1 et figure IV.2.

IV.2.1.1. L'eau d'appoint

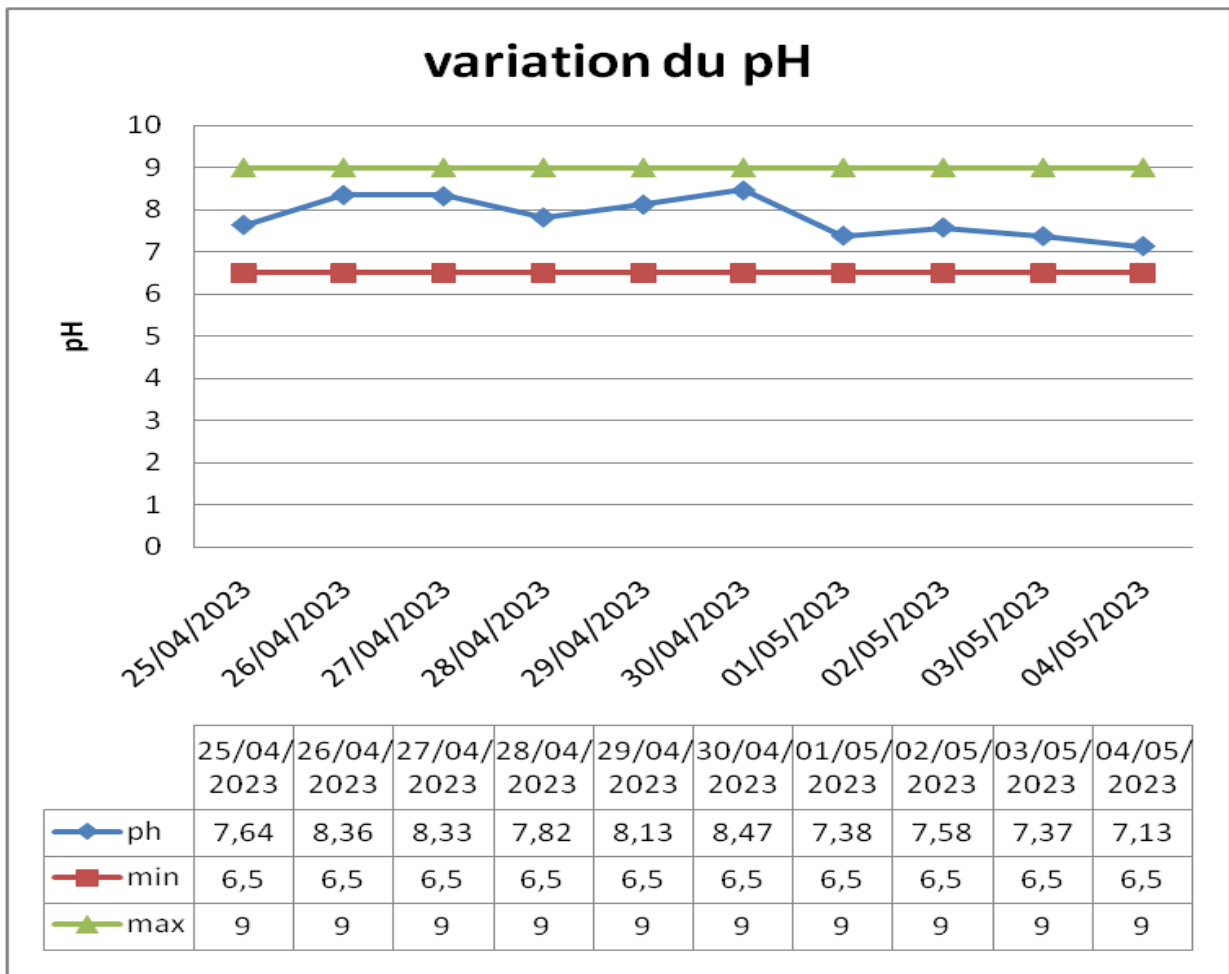


Figure IV.1 : Variation du pH en fonction du temps (l'eau d'appoint).

A partir de la figure IV.1, on remarque que toutes les valeurs de pH de l'eau d'appoint sont acceptables c'est-à-dire sont dans les normes (6,5-9).

IV.2.1.2. L'eau de la tour (entrée, sortie)

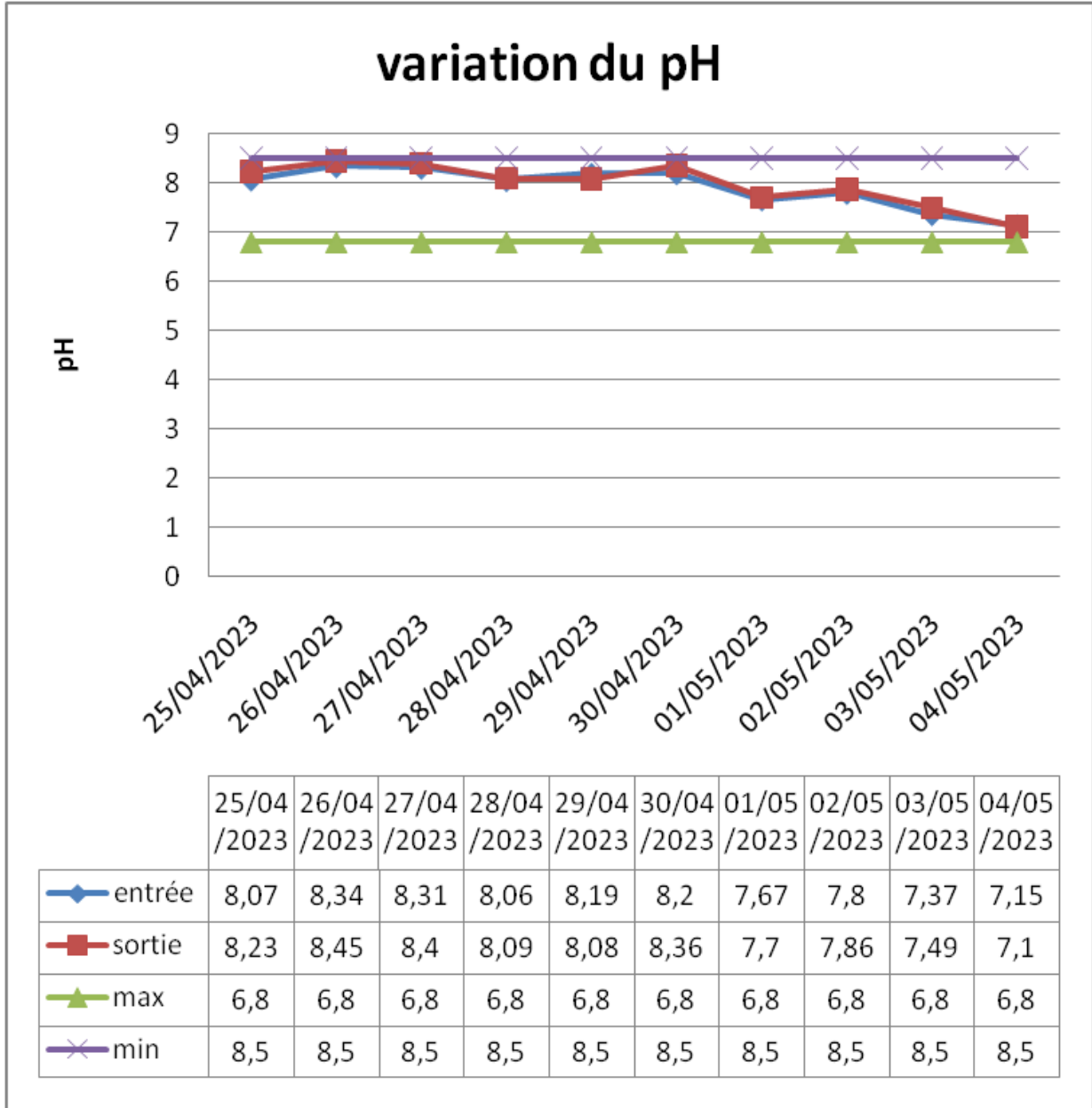


Figure IV.2: Variation du pH en fonction du temps (entrée, sortie)

Toutes les valeurs de pH de l'eau de refroidissement (entré, sortie) sont acceptables c'est-à-dire sont dans les normes (6,8-8,5).

IV.2.2. La conductivité

La variation de la conductivité des eaux d'appoint et des eaux (entrée / sortie) dans la tour de refroidissement en fonction du temps est représentée dans les figures IV.3 et IV.4.

IV.2.2.1. L'eau d'appoint

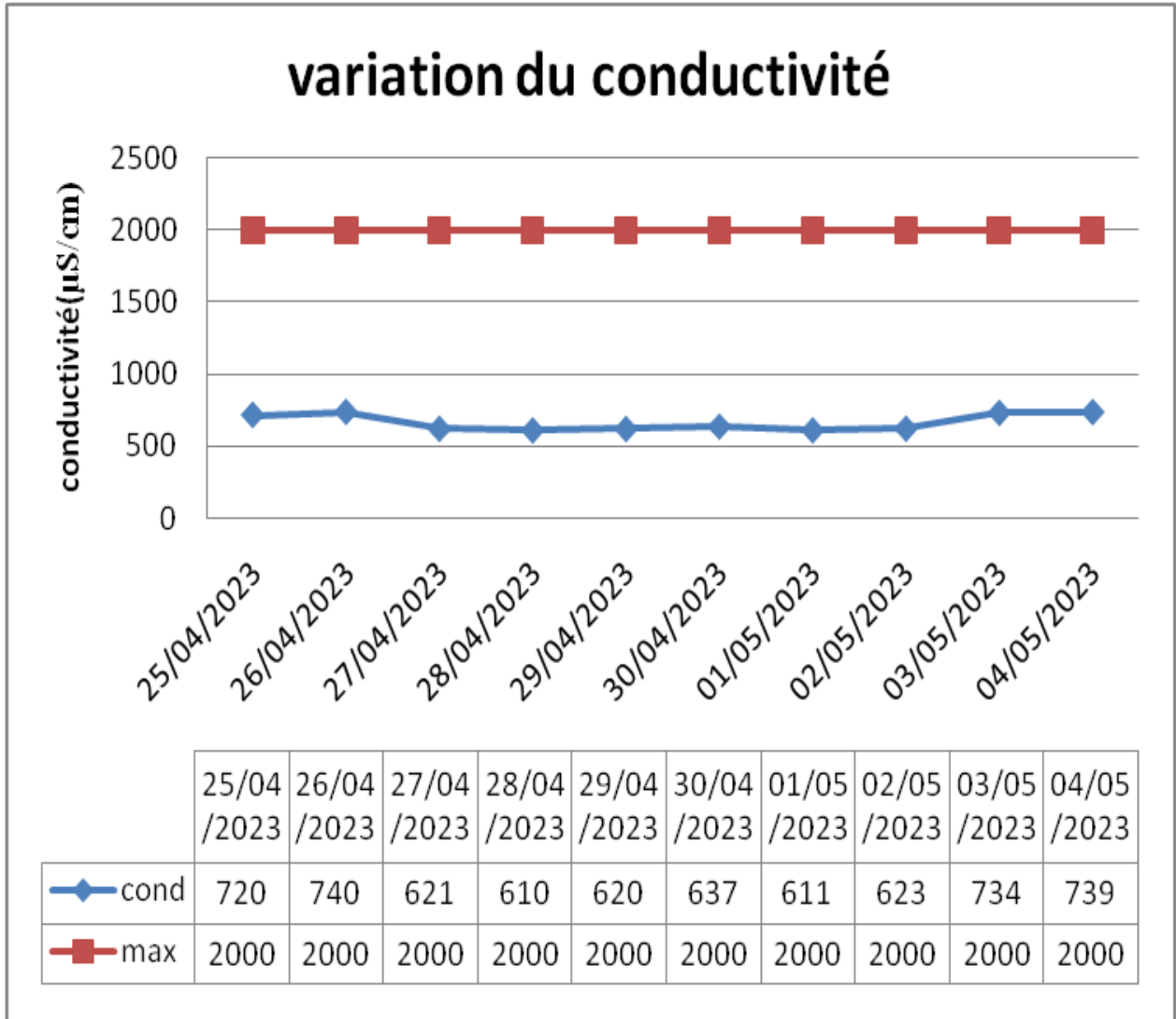


Figure IV. 3: Variation de la conductivité en fonction du temps (l'eau d'appoint)

D'après les résultats de la figure, on observe que toutes les valeurs de la conductivité de l'eau d'appoint sont dans les normes (< 2000).

IV.2.2.2. L'eau de la tour (entrée/sortie)

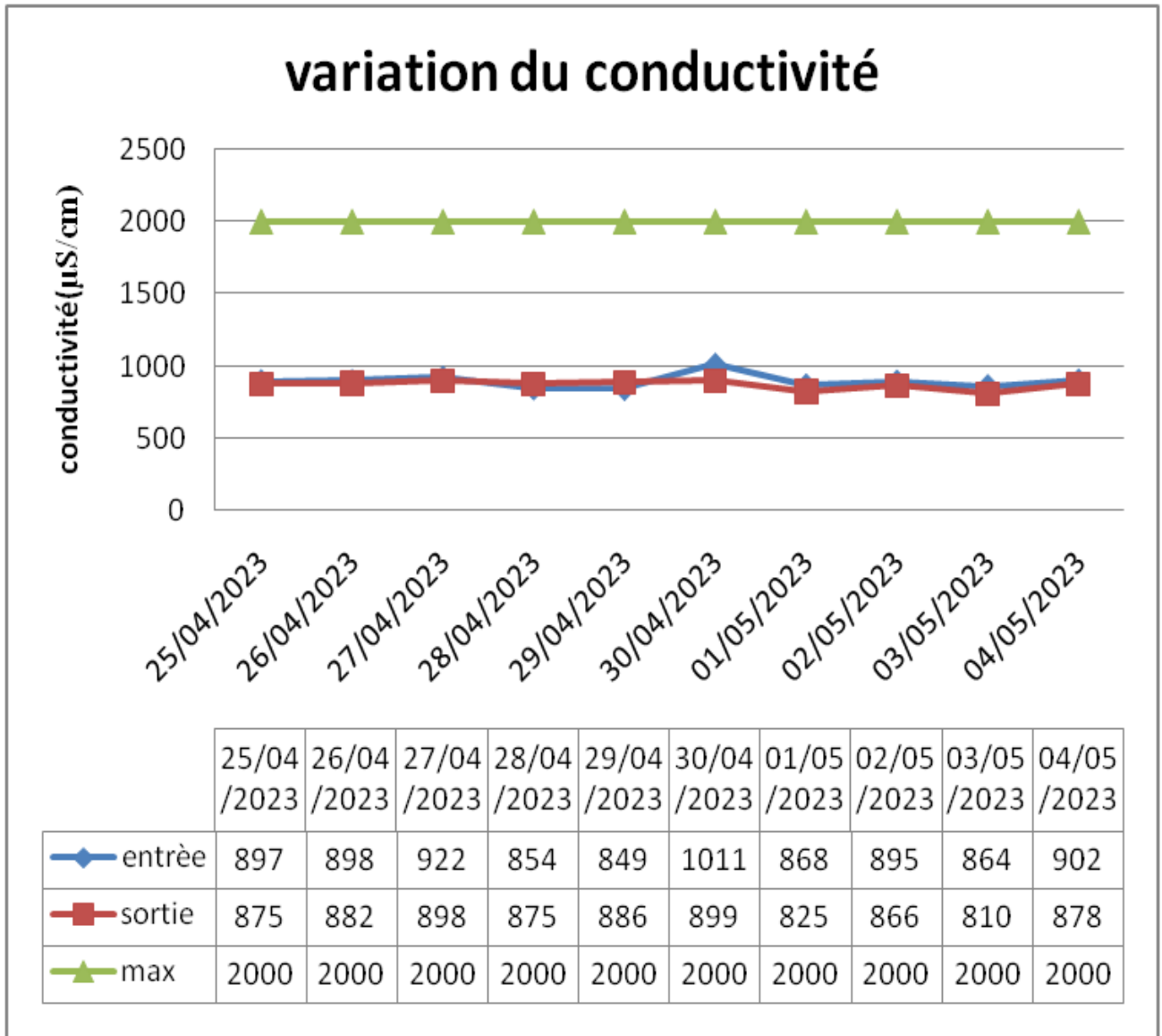


Figure IV.4: Variation de la conductivité en fonction du temps (entrée, sortie).

Comme on a déjà vue dans l'eau d'appoint, toutes les valeurs de l'eau de refroidissement (entrée / sortie) sont acceptables et les variations sont toujours dans la norme (<2000) .

IV.2.3. L'évolution du solide dissous totale TDS

La variation du TDS des eaux d'appoint et des eaux (entrée / sortie) dans la tour de refroidissement en fonction du temps est représentée dans les figure IV.5 et figure IV.6.

IV.2.3.1. L'eau d'appoint

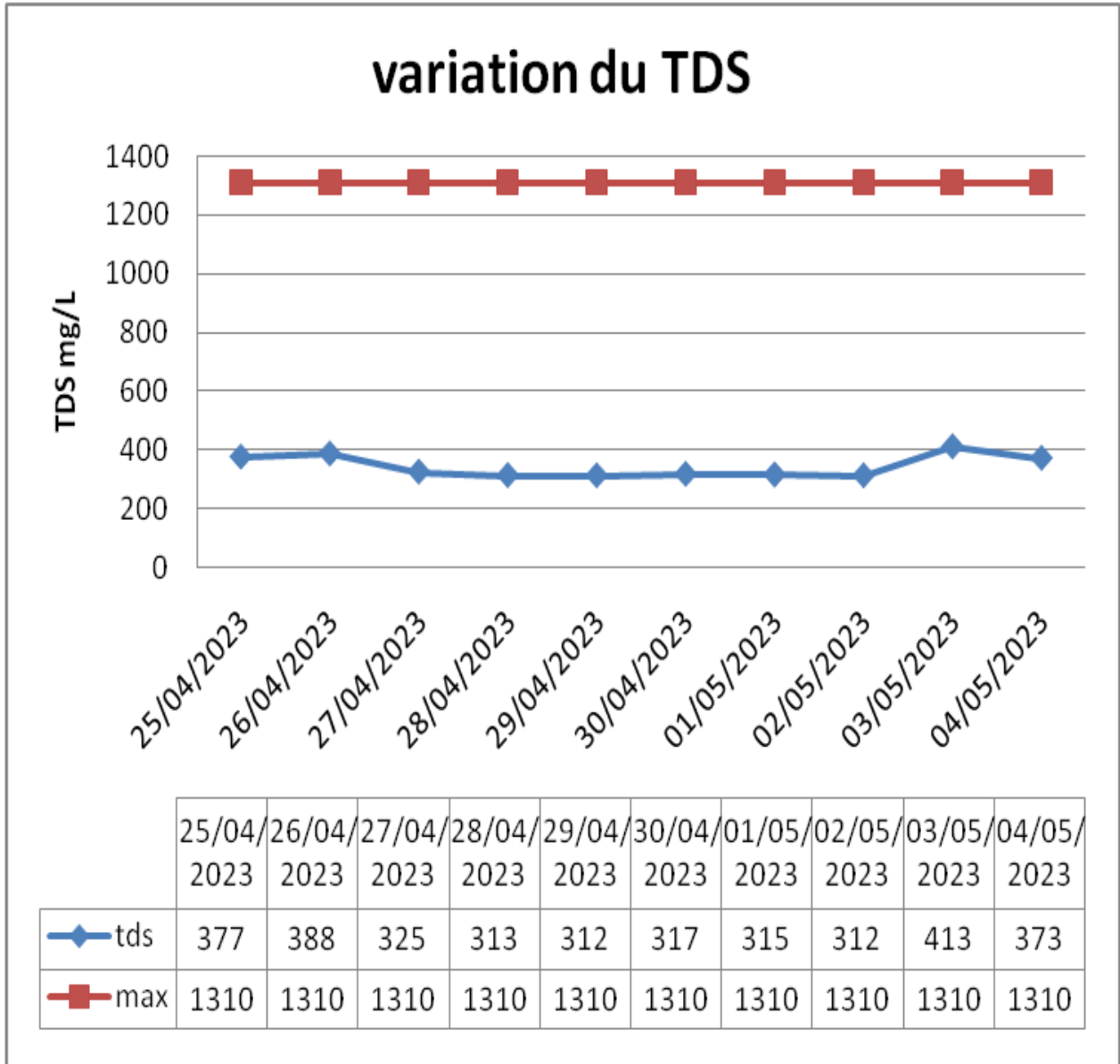


Figure IV.5 : Variation du TDS en fonction du temps (l'eau d'appoint)

Les résultats obtenus dans l'eau d'appoint sont conformes à la norme (≤ 1310).

IV.2.3.2. L'eau de la tour (entrée /sortie)

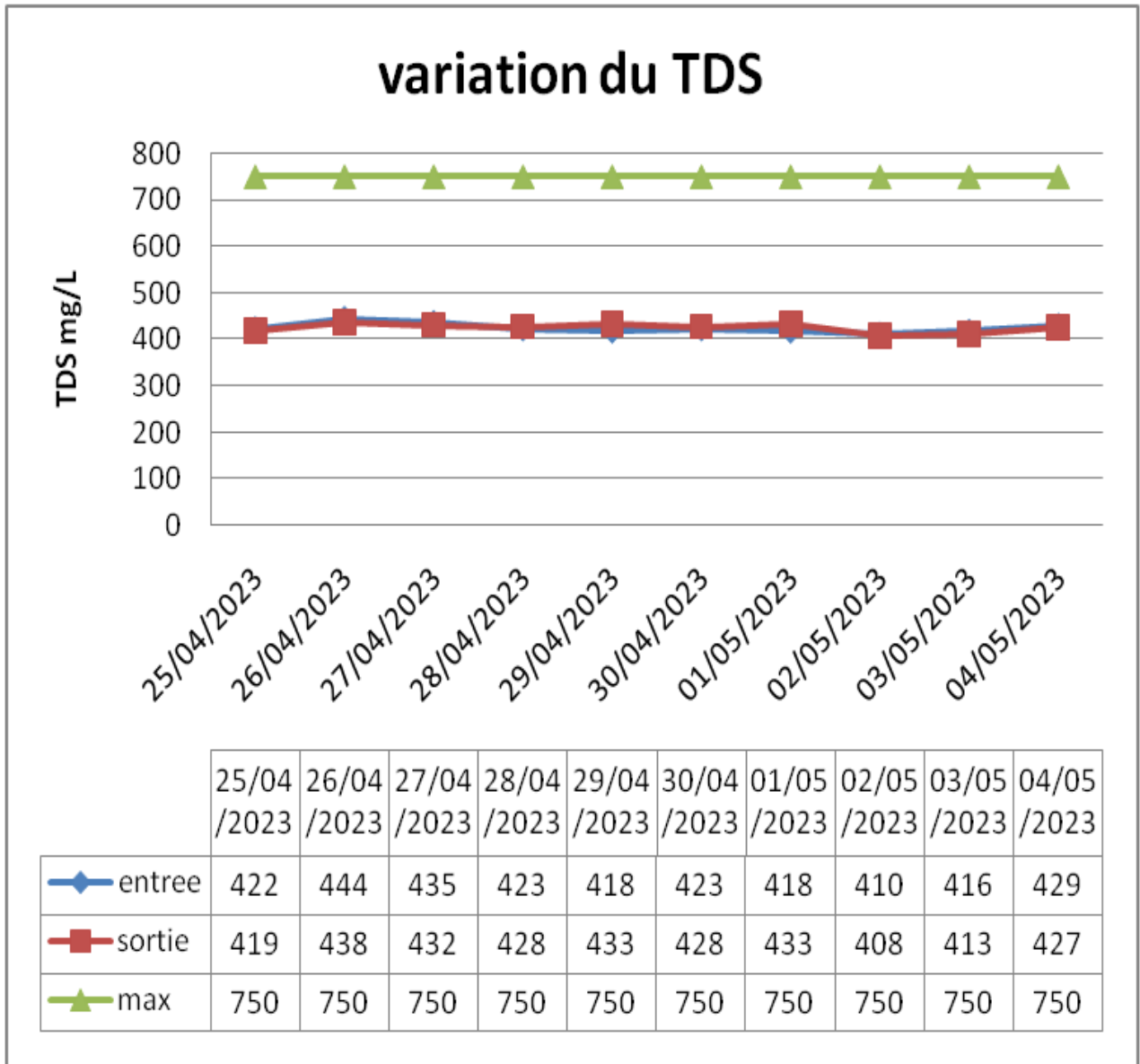


Figure IV.6 : Variation du TDS en fonction du temps (entrée, sortie)

Nous notons également que l'eau d'entrée et de sortie de la tour de refroidissement répond aux normes (<750).

IV.2.4. L'évolution du chlorure Cl⁻

La variation du Chlorure des eaux d'appoint et des eaux (entrée / sortie) dans la tour de refroidissement en fonction du temps est représentée dans les figure IV.7 et figure IV.8.

IV.2.4.1. L'eau d'appoint

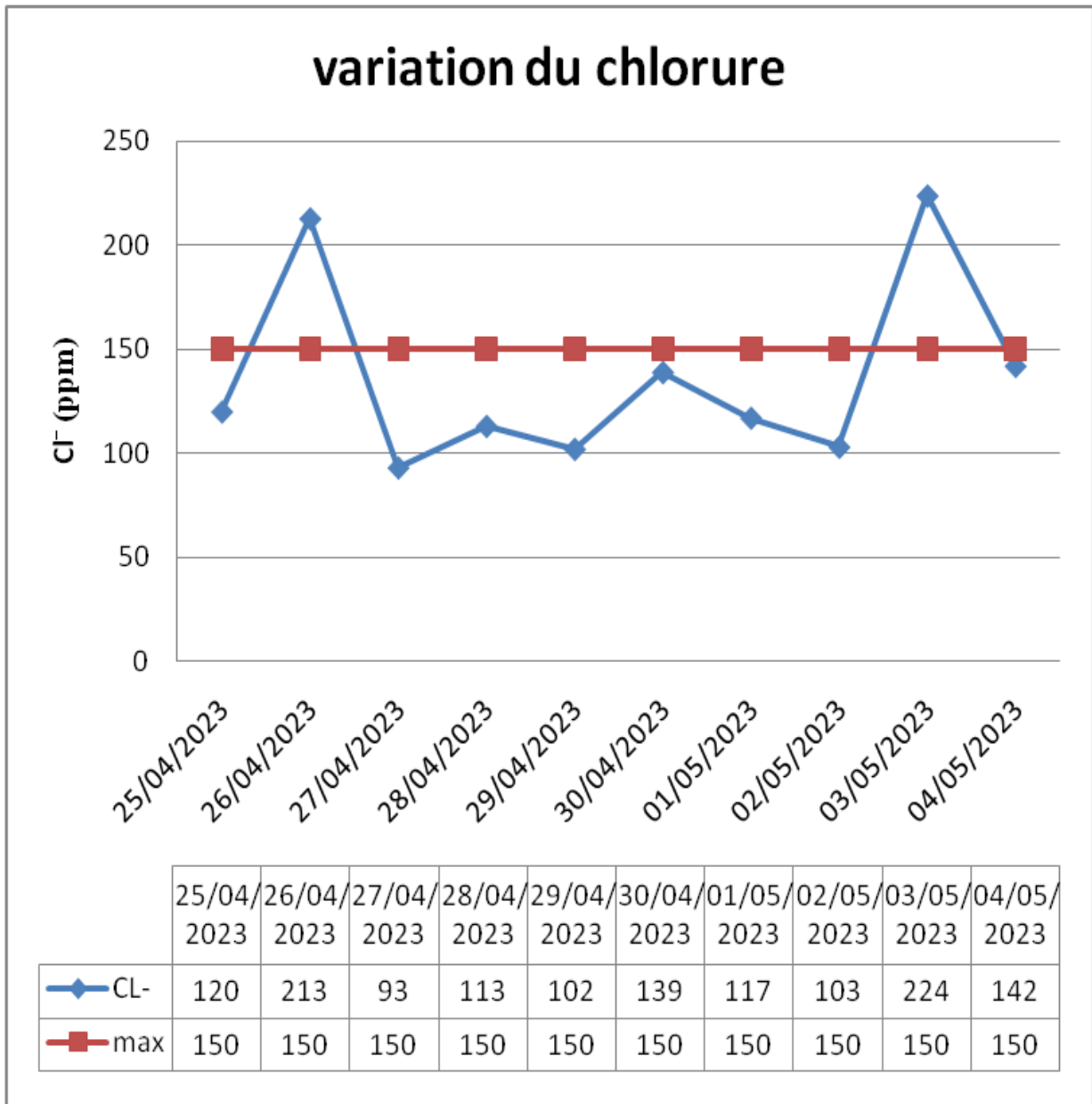


Figure IV.7 : Variation du chlorure en fonction du temps (l'eau d'appoint).

En ce qui concerne les variations du chlorure, nous notons que la plupart des jours sont dans la norme (≤ 150), à l'exception de deux jours (26/04/2023) et (04/05/2023) où les résultats étaient supérieurs au maximum, ce qui peut engendrer le risque de corrosion .

IV.2.4.2. L'eau de la tour (entrée /sortie)

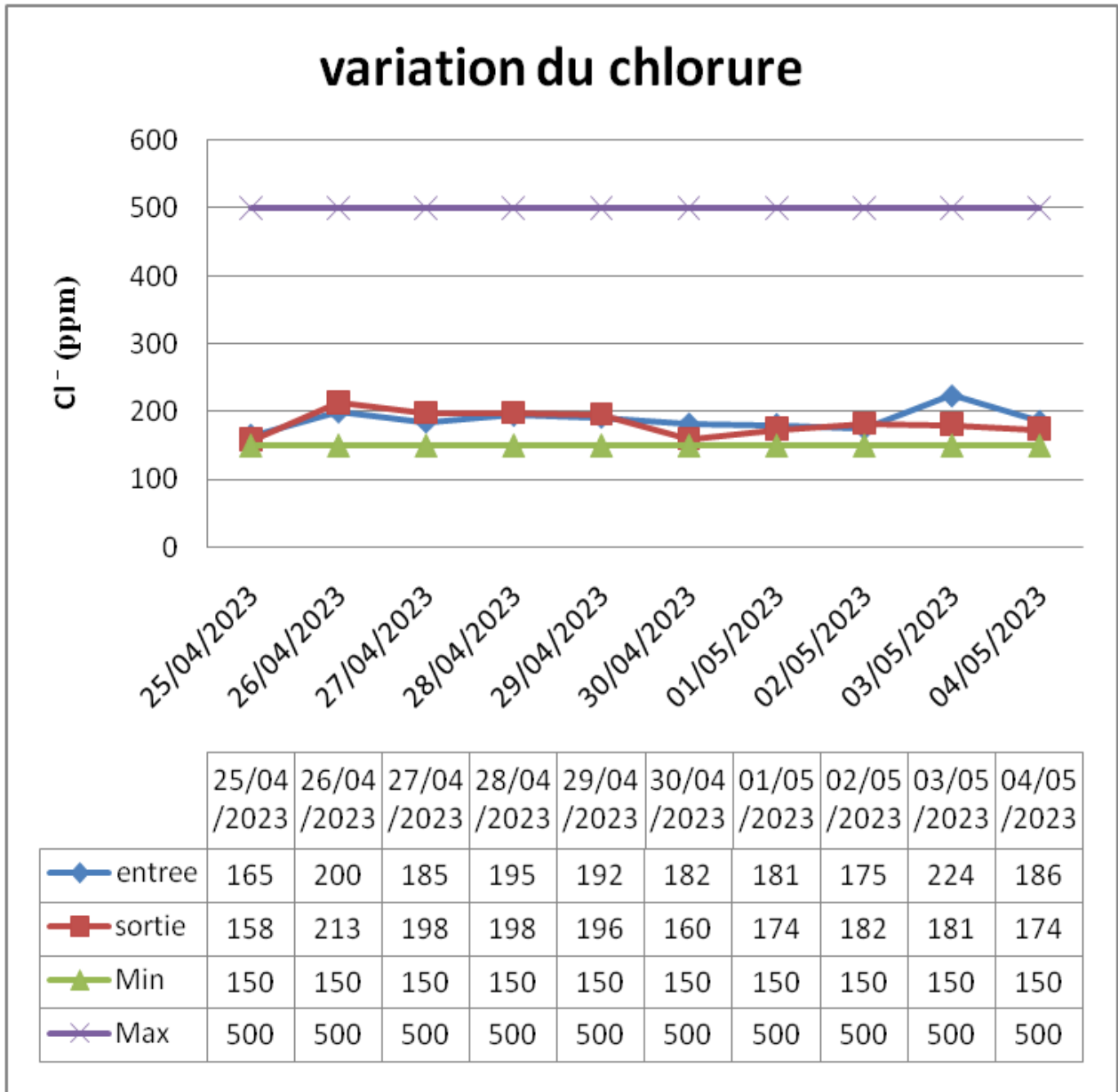


Figure IV.8 : Variation du chlorure en fonction du temps (entrée, sortie).

Les valeurs des Cl^- des eaux d'entrée et de sortie dans la tour de refroidissement sont dans les normes (150 - 500)

IV.2.5. L'évolution du fer total

La variation du Fer totale des eaux d'appoint et des eaux (entrée / sortie) dans la tour de refroidissement en fonction du temps est représentée dans les figure IV.9 et figure IV.10.

IV.2.5.1. L'eau d'appoint

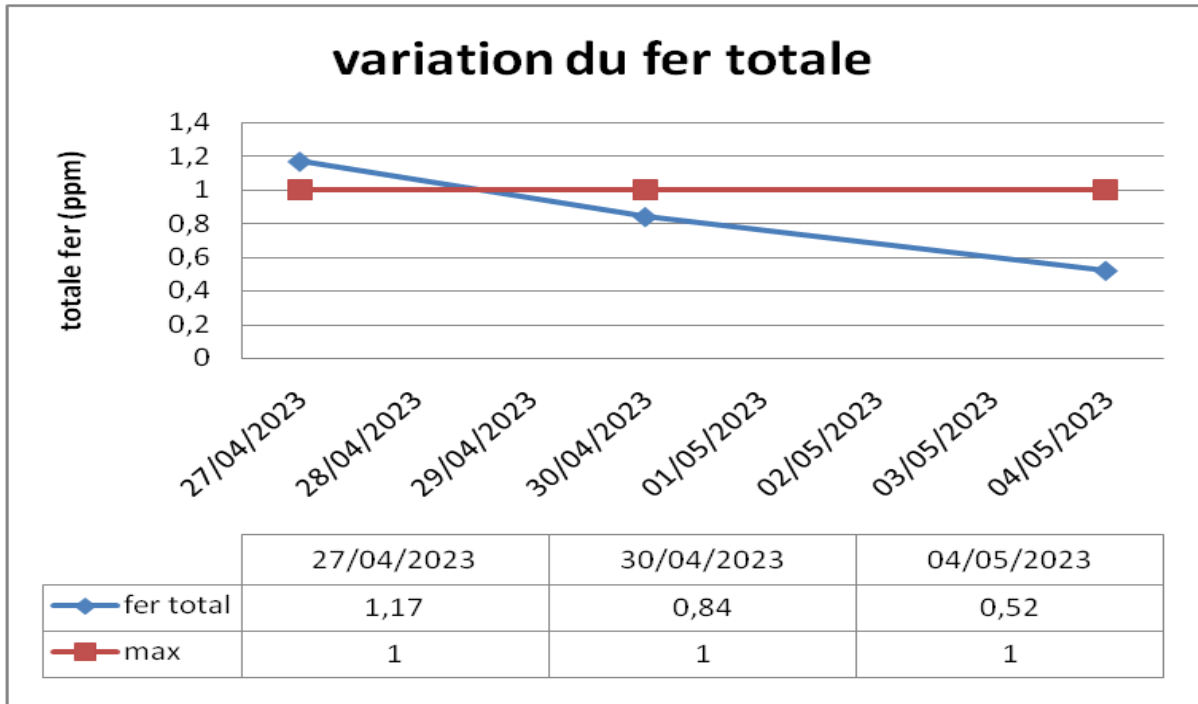


Figure IV.9 : Variation du fer totale en fonction du temps (l'eau d'appoint)

IV.2.5.2. L'eau de la tour (entrée /sortie)

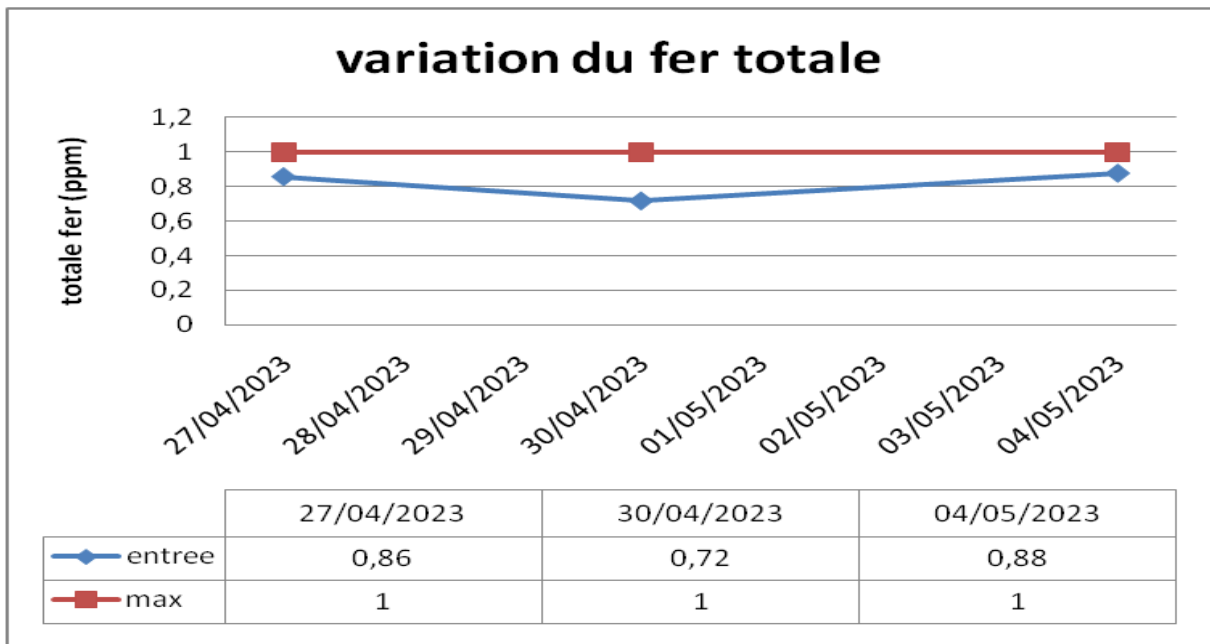


Figure IV.10 : Variation du fer totale en fonction du temps (entrée).

Concernant le fer dans l'eau d'appoint, nous avons constaté un pourcentage supérieur à la norme (<1) le premier jour (27/04/2023), puis il est revenu à des niveaux acceptables les autres jours.

Quant aux valeurs de fer de l'entrée d'eau dans la tour de refroidissement dans les normes (<1).

IV.2.6. L'évolution du dreté total TH

La variation du TH des eaux d'appoint et des eaux (entrée / sortie) dans la tour de refroidissement en fonction du temps est représentée dans les figure IV.11 et figure IV.12.

IV.2.6.1. L'eau d'appoint

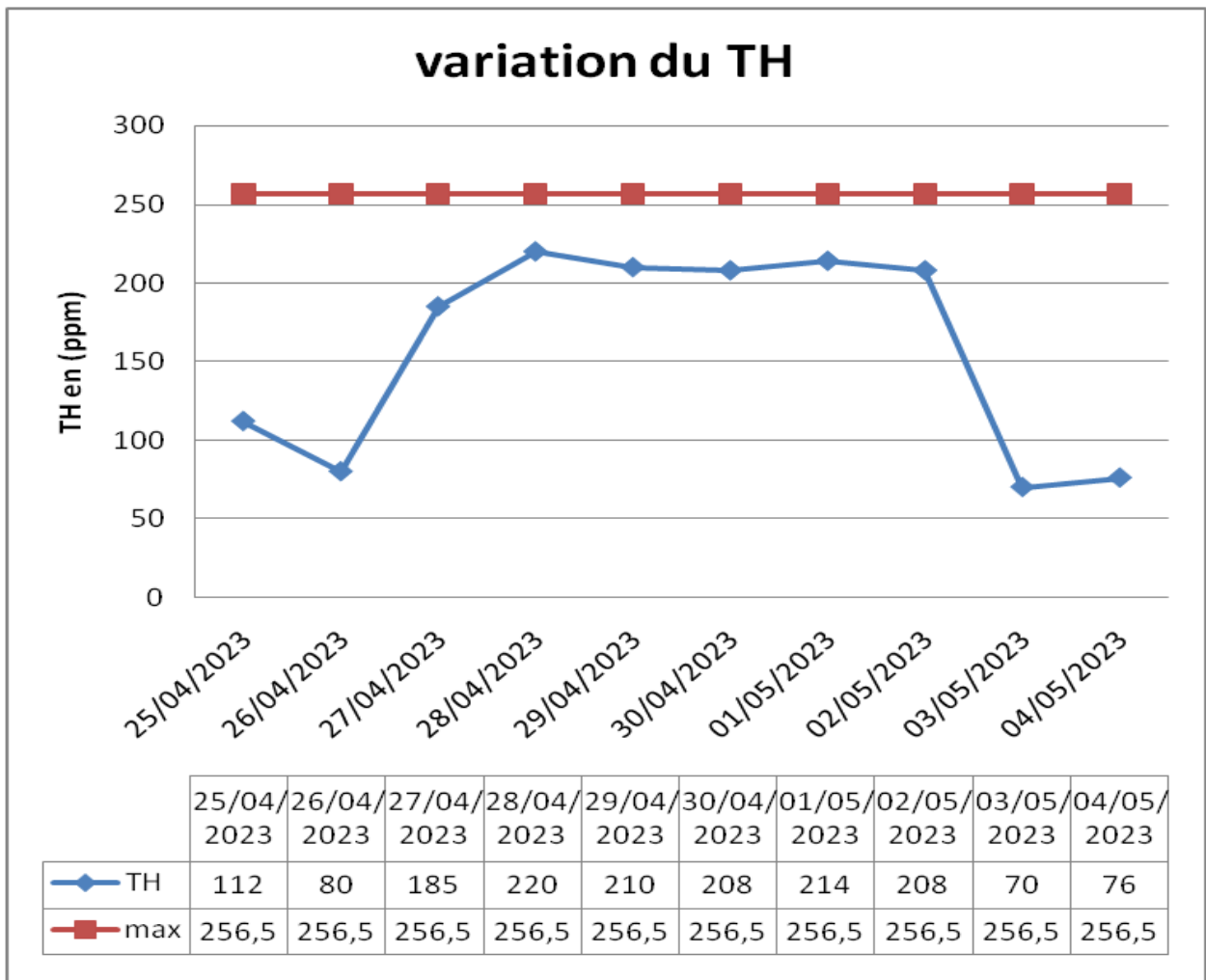


Figure IV.11 : Variation du TH en fonction du temps (l'eau d'appoint).

A partir de la figure, on remarque les résultats du TH de l'eau d'appoint sont dans les normes ($\leq 256,5$).

IV.2.6.2. L'eau de la tour (entrée /sortie)

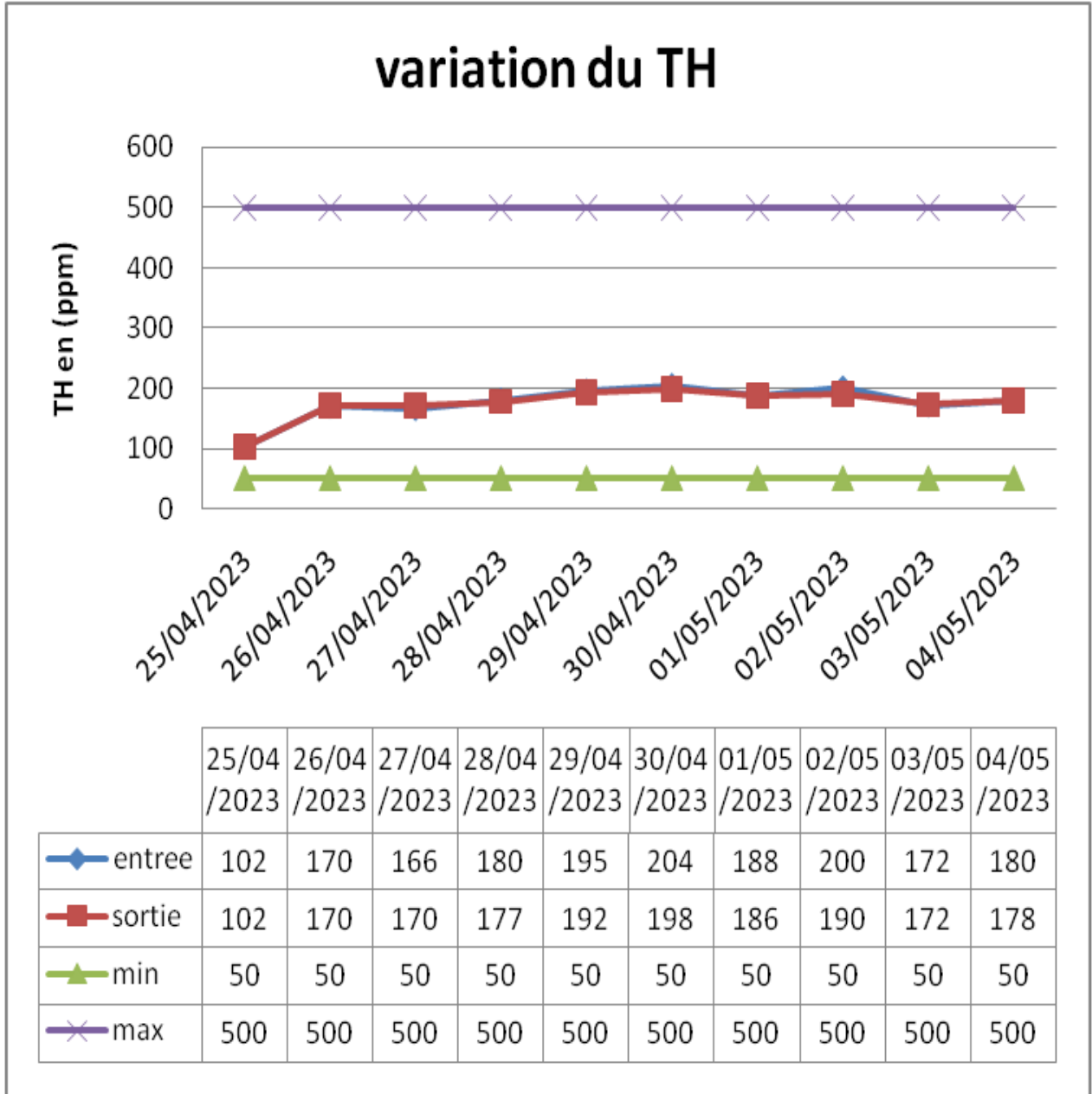


Figure IV.12 : Variation du TH en fonction du temps (entrée, sortie).

Les valeurs du TH de la tour de refroidissement ils sont aussi dans les normes (50-150) comme l'eau d'appoint.

IV.2.7. L'évolution du Calcium Ca²⁺

La variation du Calcium des eaux d'appoint et des eaux (entrée / sortie) dans la tour de refroidissement en fonction du temps est représentée dans les figure IV.13 et figure IV.14.

IV.2.7.1. L'eau d'appoint

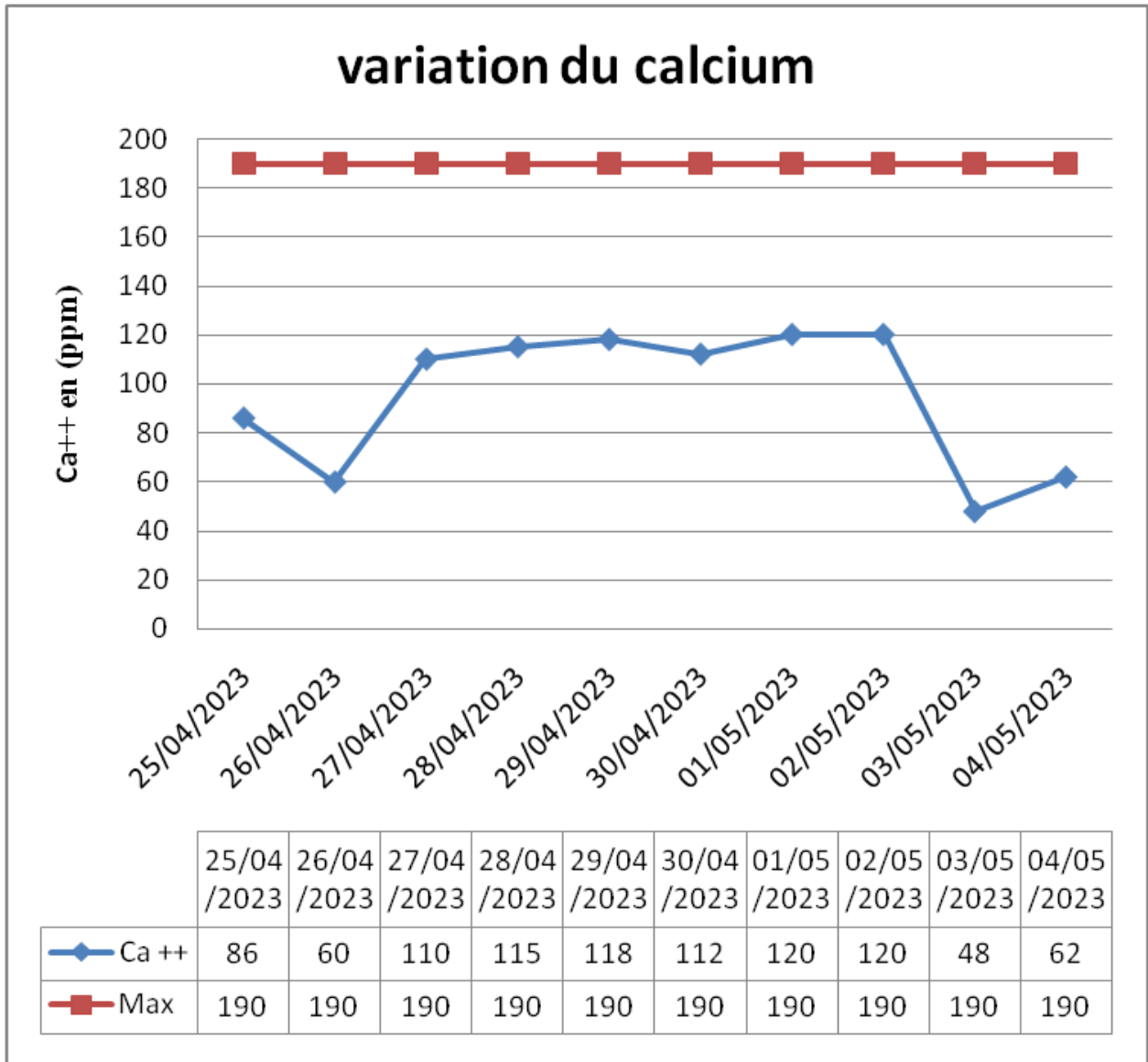


Figure IV.13 : Variation du Calcium en fonction du temps (l'eau d'appoint).

Selon la figure, on remarque que les ions Ca²⁺ dans l'eau d'appoint sont acceptables c'est-à-dire sont dans les normes (≤ 190).

IV.2.7.2. L'eau de la tour (entrée /sortie)

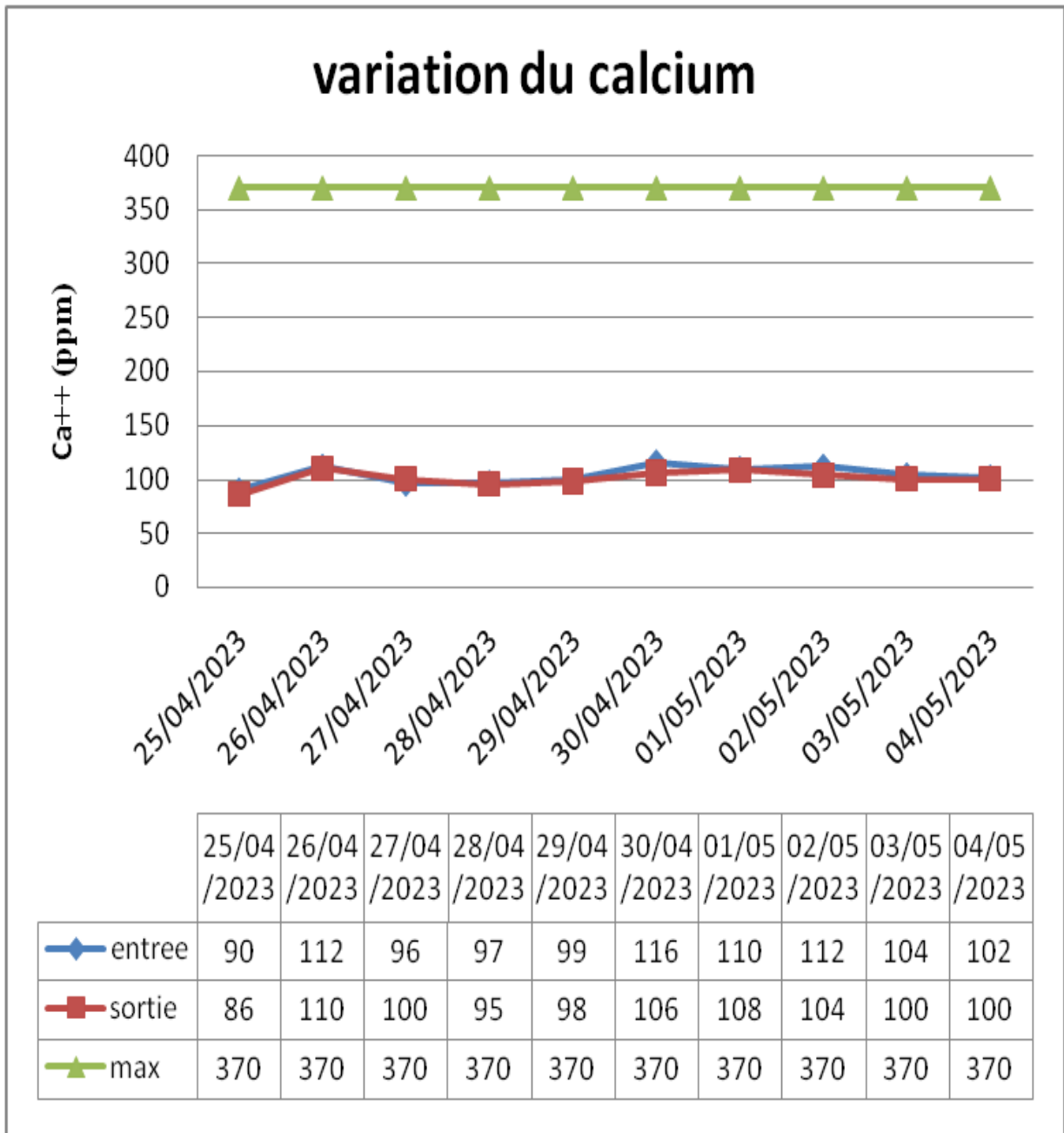


Figure IV.14 : Variation du Calcium en fonction du temps (entrée, sortie)

Selon la figure IV.6, on remarque que les ions Ca^{++} dans l'eau de refroidissement (entrée, sortie) sont acceptables (<370).

IV.2.8. L'évolution du Magnésium Mg⁺²

La variation du Magnésium des eaux d'appoint et des eaux (entrée / sortie) dans la tour de refroidissement en fonction du temps est représentée dans les figure IV.15 et figure IV.16.

IV.2.8.1. L'eau d'appoint

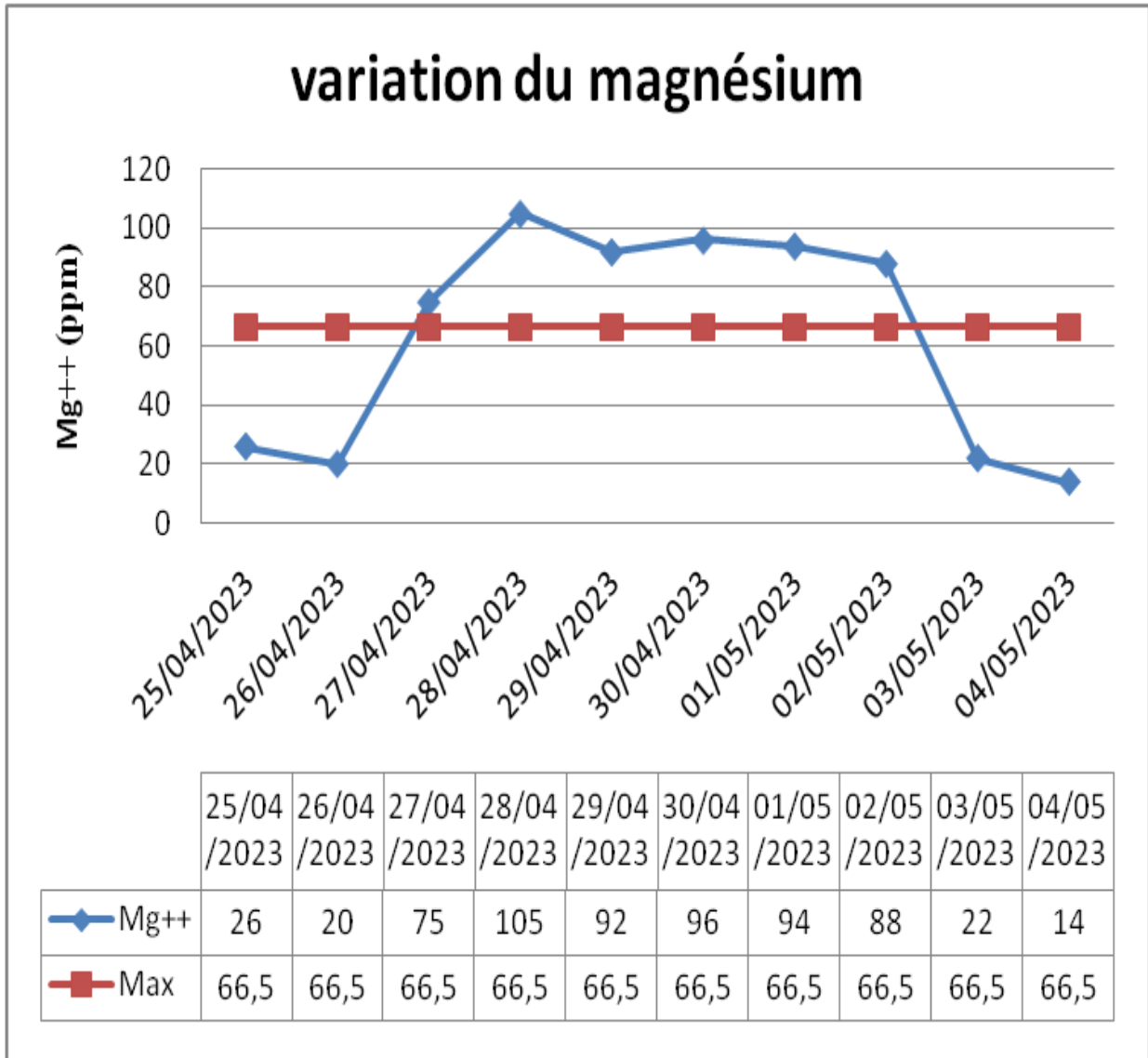


Figure IV.15 : Variation du Magnésium en fonction du temps (l'eau d'appoint).

On remarque d'après la figure que les résultats obtenus dans l'eau d'appoint sont conforme à la norme sauf 27, 28, 29 et 30/04/2023 et 01et 02/05/2023 les concentrations du magnésium dépassent légèrement les normes admises (66,5), ce qui provoque une formation des dépôts de tartre a l'intérieur des tubes avec un risque de d'éclatement de tube.

IV.2.8.2. L'eau de la tour (entrée /sortie)

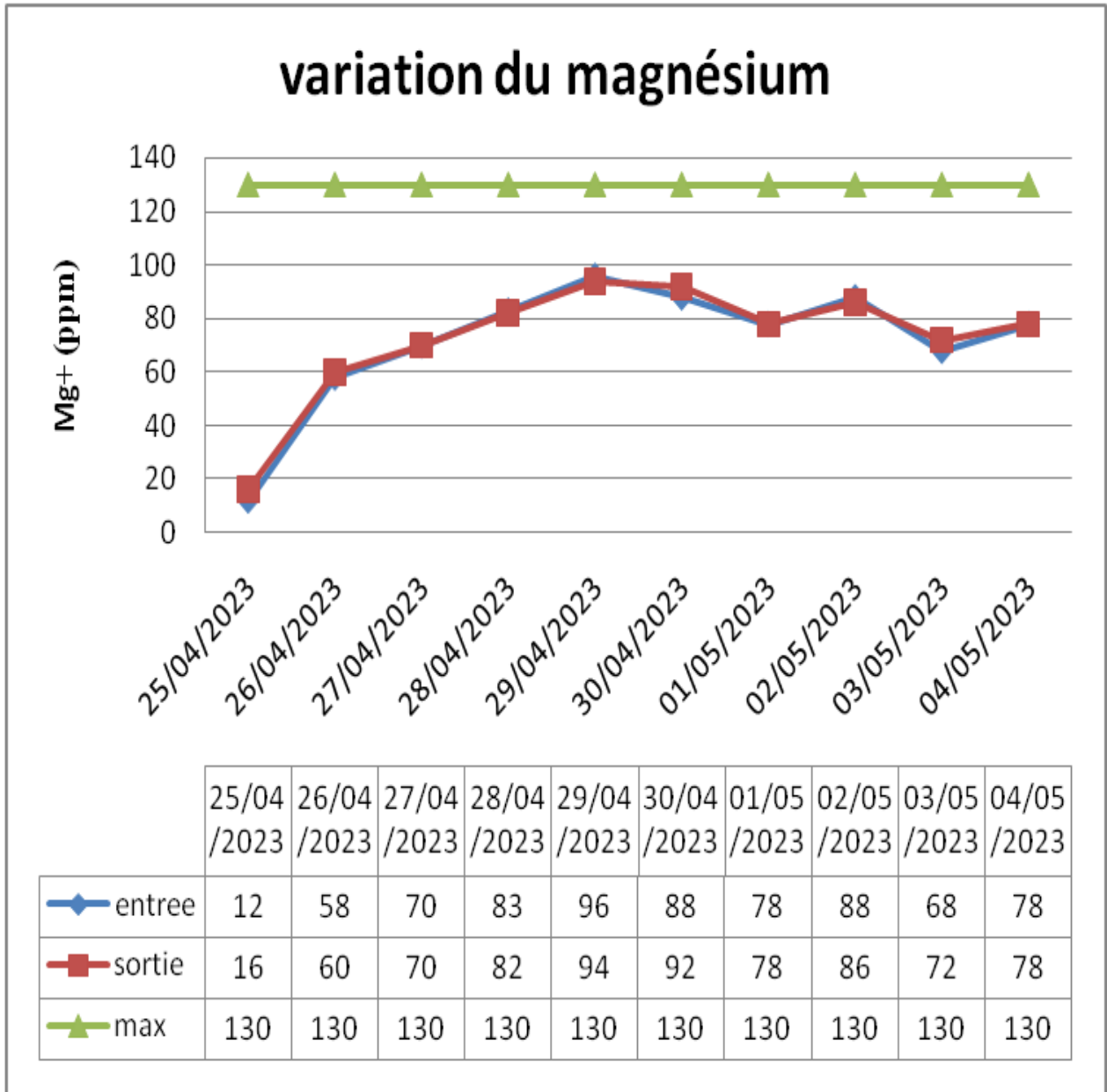


Figure IV.16 : variation du Magnésium en fonction du temps (entrée, sortie).

Les valeurs des Magnésium des eaux d'entrée et de sortie dans la tour de refroidissement sont dans les normes (<130).

IV.2.9. L'évolution du titre alcalimétrique simple (TA)

La variation du TA des eaux d'appoint et des eaux (entrée / sortie) dans la tour de refroidissement en fonction du temps est représentée dans Tableau IV.1

IV.2.9.1. L'eau d'appoint et l'eau de la tour (entrée tour / sortie tour)

Tableau IV.1 : Variation du TA des eaux en fonction du temps.

Date	Entrée tour	Sortie tour	L'eau d'appoint	MAX
25/04/2023	<0,5	<0,5	<0,5	10
26/04/2023	<0,5	<0,5	<0,5	10
27/04/2023	<0,5	<0,5	<0,5	10
28/04/2023	<0,5	<0,5	<0,5	10
29/04/2023	<0,5	<0,5	<0,5	10
30/04/2023	<0,5	<0,5	<0,5	10
01/05/2023	<0,5	<0,5	<0,5	10
02/05/2023	<0,5	<0,5	<0,5	10
03/05/2023	<0,5	<0,5	<0,5	10
04/05/2023	<0,5	<0,5	<0,5	10

Les résultats obtenus du TA d'entrée et de sortie et l'eau dans la tour de refroidissement sont compatibles aux normes (< 0,5-10).

IV.2.10. L'évolution du titre alcalimétrique complet (TAC)

La variation du TAC des eaux d'appoint et des eaux (entrée / sortie) dans la tour de refroidissement en fonction du temps est représentée dans les figure IV.17 et figure IV.18.

IV.2.10.1. L'eau d'appoint

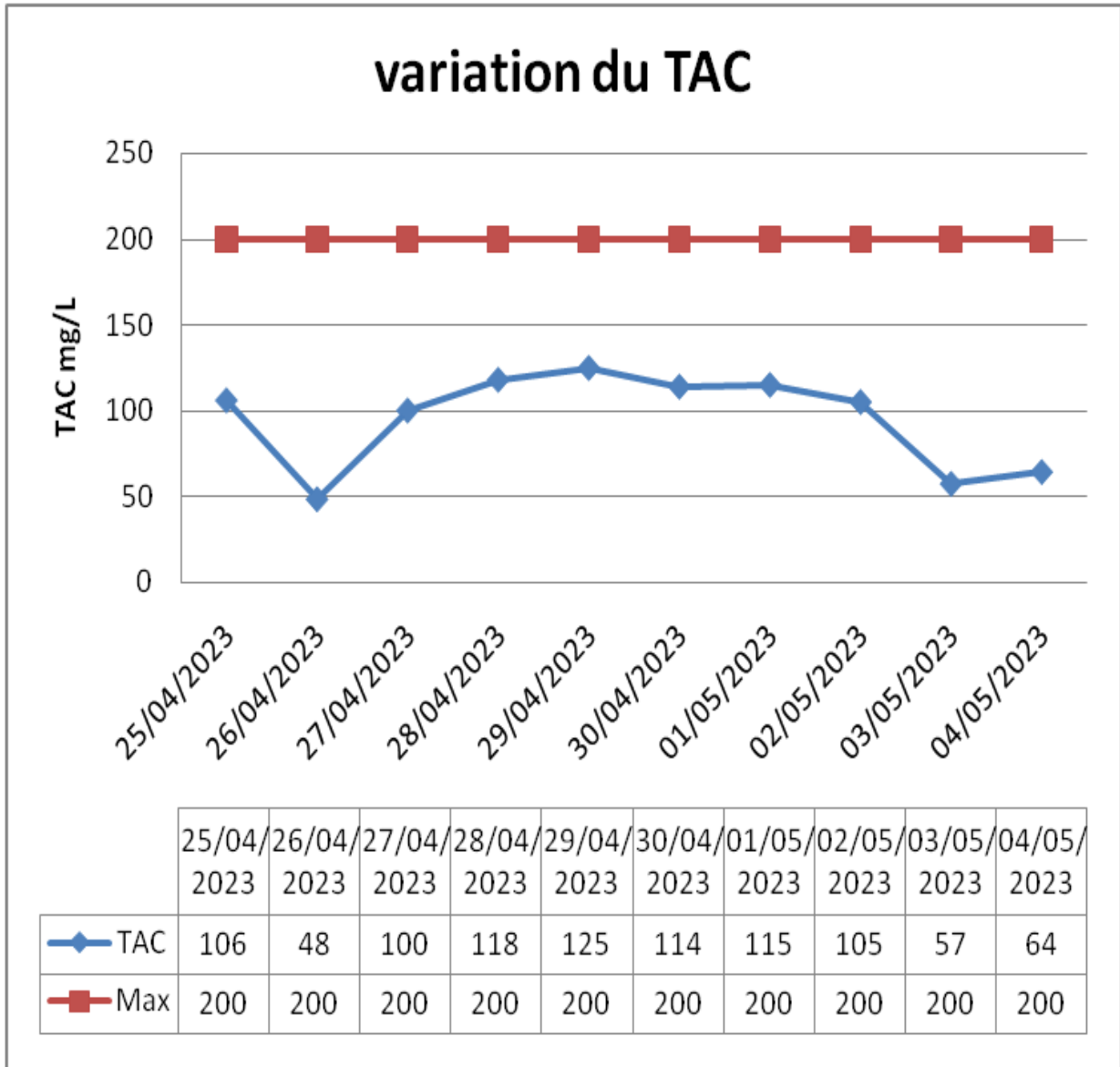


Figure IV.17 : Variation du TAC en fonction du temps (L'eau d'appoint)

IV.2.10.2. L'eau de la tour (entrée /sortie)

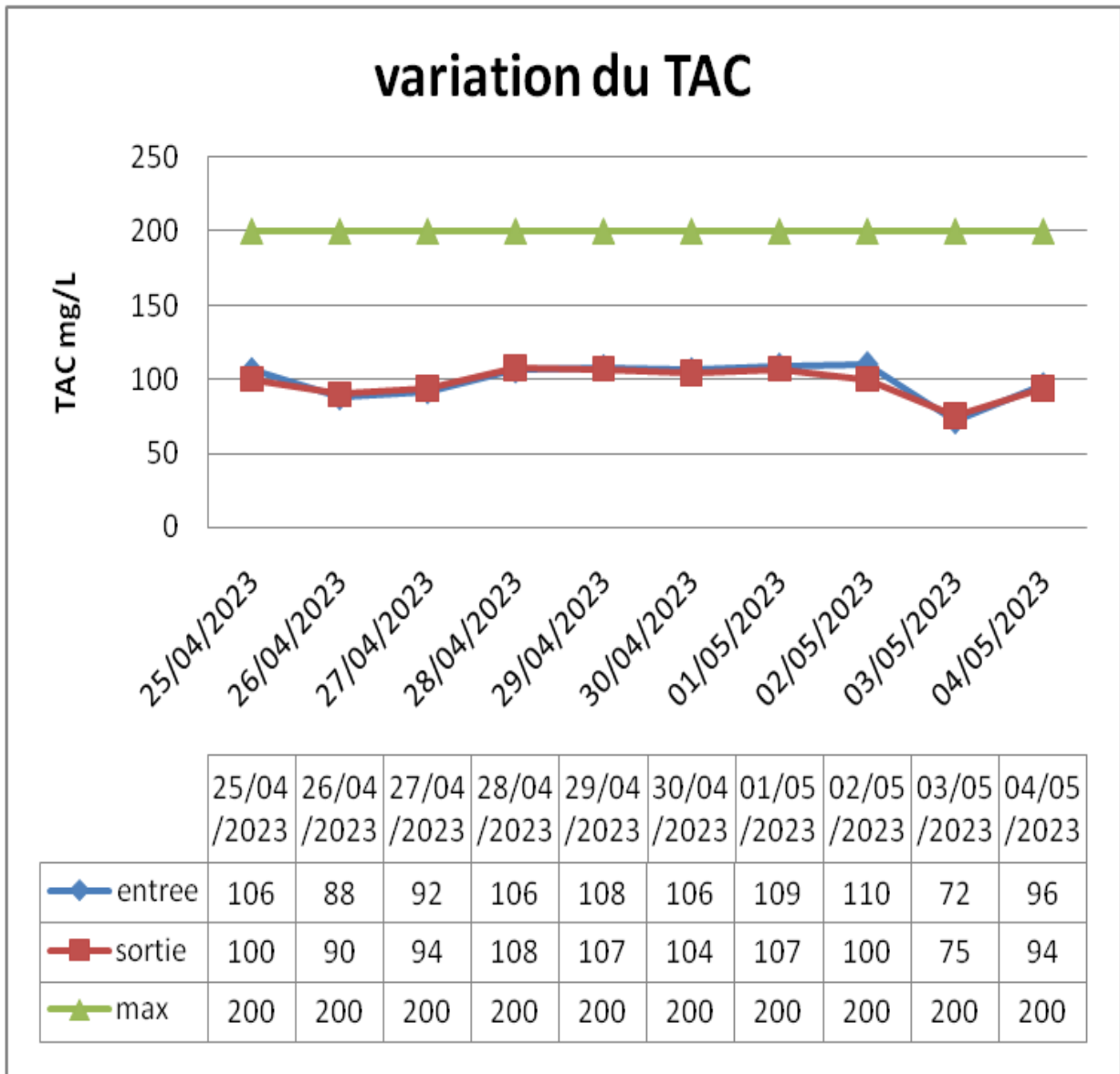


Figure IV.18 : Variation du TAC en fonction du temps (entrée, sortie)

Dans la figure, il n'y a pas de TA ($< 0,5$), c'est-à-dire que tous les ions hydroxyde et carbonate sont convertis en TAC. Ces derniers ont enregistré des nombres variables, mais n'ont pas dépassé la valeur guide (< 200), et cela a été observé pour tous les échantillons.

IV.4. Conclusion

Sur la base des résultats obtenus et comparés aux limites, il a été conclu que les valeurs des paramètres physiques et chimiques de l'entrée et de la sortie d'eau de la tour de refroidissement sont conformes aux normes, à l'exception de certaines valeurs de paramètres de l'eau d'appoint qui a dépassé la limite (chlorure, fer totale et le magnésium).

Conclusion générale

Le traitement des eaux de refroidissement propose des solutions spécifiques couvrant l'ensemble des problématiques liées à la gestion des circuits de refroidissement industriels. C'est pourquoi RA2K Condensate Topping Complex contrôle et traite l'eau de refroidissement par injection, ce qui est bénéfique pour éviter tous les problèmes rencontrés dans l'eau, ainsi notre idée de stage en laboratoire analytique est le projet final de recherche.

Les circuits de refroidissement semi-ouverts sont largement utilisés dans l'industrie pour leurs systèmes de refroidissement par air, mais des problèmes tels que la corrosion, l'encrassement et l'encrassement biologique sont rencontrés dans de tels circuits. Leur protection de tous les gènes doit passer par le contrôle de la qualité de l'eau qui y circule, qui doit être transportée jusqu'au laboratoire où de multiples analyses seront effectuées telles que : pH, TH, TA, TAC, ... etc.

Après avoir suivi les analyses que nous avons menées sur chacune des eaux d'appoint et de tour de refroidissement (TAC, Cl⁻, pH, conductivité, ...etc) cela permet d'extraire des informations sur la qualité de l'eau.

Nous avons remarqué que l'eau d'appoint connaît une augmentation de certains paramètres (Cl⁻, fer, Mg⁺⁺) et cela nécessite l'intervention des personnes concernées pour la traiter avant d'entrer dans la tour, Quant à l'eau de la tour, nous n'avons pas obtenu de paramètres qui dépassaient les normes, et cela grâce aux produits d' Aquaprex Chemical Inhibitors, dont les produits sont injectés pour traiter l'eau de la tour afin d'éviter les problèmes que nous avons mentionnés précédemment.

Références bibliographiques

- [1] Rouane Islam, Les eaux de refroidissement industriel cas E.N.I.C.A.B (Wilaya de Biskra) et impact sur l'environnement, mémoire de master en genie de l'environnement, Biskra : Universite Mohamed Khider, 2016 , 58p format PDF, Disponible sur : <http://archives.univ-biskra.dz/bitstream/123456789/8470/1/Memoire%20MASTER2.pdf>.
- [2] https://energypedia.info/images/b/b7/Les_tours_de_refroidissement.pdf
- [3] L. Duvivier, Traitement des eaux de refroidissement, Ed TEC et DOC, Paris, 2006.
- [4] Bekhadouma. M A, Benali. M A, (2014). Amélioration de la qualité d'eau de refroidissement au sein de CP1/Z, Mémoire master, Université des Sciences et de la Technologie Mohamed Boudiaf d'Oran.
- [5] Alfa Arzate, ing., Ph.D. Sandra Robaire, ing., M. Sc. A. Aline Batungwanayo, ing. L'entartrage des échanges de chaleurs dans l'industrie alimentaire : Problématique agréicole, Centre de recherche, de développement et de transfert technologique acéricole inc.(Centre ACER) , page 05.
- [6] Othmani Khawla , Etude et analyse de l'efficacité du traitement des eaux de refroidissement- Cas complexe FERTIAL- Annaba, MÉMOIRE , Année : 2018
- [7] La qualité de l'eau et assainissement en France (annexes), <https://www.senat.fr/rap/102-215-2/102-215-269.html>
- [8] M. S. Ouali, Cours de procédés unitaires biologiques et traitement des eaux. Office des publications universitaires, Algérie, 2001.page 23
- [9] Ratgeber mit vielen Tipps zu Kühlkreisläufen, Kühlwasser, Kühltürmen, und Verdunstungskühlanlagen, Par "Jürgen Tauschek" Conseiller spécialisé en eau de refroidissement, fondé de pouvoir, page 68
<https://aqua-technik-gmbh.de/wp-content/uploads/2020/05/Ratgeber-Wasseraufbereitung-Kuehlkreislaeufe-Kuehlwasser-Prozesswasser-Kuehltuerme-Verdunstungskuehlanlagen.pdf>
- [10] Bouattit Brahim, Suivi de la qualité de l'eau de refroidissement au niveau de Linde Gaz, SKIKDA, Mémoire de Master, Université du 20 Août 1955-SKIKDA- Faculté de Technologie, Département de Pétrochimie et de Génie des procédés, 2013/2014.
- [11] Dr. DJEDIAI Houria, Traitement et conditionnement des eaux de process, Cours destinés aux étudiants de Master Génie des Procédés de l'environnement, Université des Sciences et de la Technologie Mohamed Boudiaf ,Oran ,Faculté de Chimie, Département de Chimie Organique Industrielle.

[12] Oussama SAADALLAH, Contrôle de la qualité de l'eau de la tour de refroidissement au niveau de RAIK Skikda, Mémoire de Master, Filière génie des procédés Spécialité Ingénierie et gestion de l'eau, 2018.

[13] MAAFA AIDA, Dessalement de L'eau de mer, Mémoire de Master, Université 08 Mai 1945 de Guelma, Faculté des Sciences et de la Technologie, Département de : Génie Civil & Hydraulique, Spécialité : Hydraulique Urbaine, 2020

[14] <https://dessalement.wordpress.com/la-distillation/>