



Faculty of Sciences and Technology

Department of Process Engineering

Ref :...../U.M/F.S.T/2025

كلية العلوم والتكنولوجيا

قسم هندسة الطرائق

رقم :..... / ج.م.ك.ع.ت//2025

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES DE MASTER ACADEMIQUE

Filière : **GÉNIE DES PROCÉDÉS**

Option: **GÉNIE CHIMIQUE**

### THÈME

**Étude du système de refroidissement d'une turbine à gaz: cas de la centrale électrique Samsung\_ Mostaganem**

Présenté par

Nefissa Zeboudji

Soutenu le 25/06/2025 devant le jury composé de :

<b>Président :</b>	ABDELLI safia islam	Maître de conférence A	Université de Mostaganem
<b>Examineur :</b>	ELBATOUL Benidris	Maître de conférences B	Université de Mostaganem
<b>Rapporteur :</b>	GHEZZAR Mouafak Radouane	Professeur	Université de Mostaganem
<b>Co-rapporteur :</b>	BELMEKKI Bilal	Docteur	Université de Mostaganem

Année Universitaire 2024/2025

# Dédicaces

À mes parents adorés, Khelifa et Fethiya,

Comment exprimer avec de simples mots tout l'amour, la reconnaissance et la tendresse que je ressens pour vous ?

Vous êtes mon premier souffle, mon refuge dans les tempêtes, ma lumière dans l'obscurité.

Chaque battement de mon cœur porte la trace de vos sacrifices, de vos nuits blanches, de vos prières silencieuses.

Vous avez cru en moi quand je doutais, et m'avez portée avec force et amour lorsque mes pas vacillaient.

Ce mémoire, ce chemin, cette réussite... tout cela, c'est à vous que je le dois.

Je vous le dédie avec une émotion profonde et des larmes de gratitude.

Je vous aime infiniment.

À ma sœur Amel,

Présente, douce, toujours à l'écoute... merci d'avoir été ma force tranquille et mon soutien discret.

À mes frères Habib et Lotfi,

Merci pour vos encouragements silencieux, votre fierté, et votre affection qui m'a portée plus que vous ne l'imaginez.

À ma tante Drissiya,

Pour son amour inconditionnel, ses paroles apaisantes, et sa présence qui réchauffe le cœur. Tu as toujours été là, et je ne l'oublierai jamais.

À mes amis fidèles,

Merci pour vos sourires partagés, vos mots réconfortants, vos conseils sincères et votre présence précieuse à chaque étape.

Votre amitié a été un rayon de soleil dans les moments difficiles, et une force invisible mais puissante dans ce parcours.

À toute ma famille,

merci d'avoir cru en moi, prié pour moi, espéré pour moi... Ce travail est le fruit de votre amour.

# Remerciements

Avant tout, je remercie Allah Tout-Puissant de m'avoir accordé la force, la patience et la santé nécessaires pour mener à bien ce travail.

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à Monsieur Ghezzar Mouafak Radouane, mon encadrant universitaire, pour son accompagnement, ses conseils précieux, sa rigueur scientifique, sa disponibilité et sa bienveillance tout au long de la réalisation de ce mémoire.

Je remercie également Monsieur Belmekki Bilal, docteur en génie chimique, pour ses précieux conseils et son aide technique qui m'ont permis d'avancer sereinement dans mon travail.

Je tiens aussi à adresser mes remerciements aux membres du jury, Madame Abdelli Safia Islam et Madame Elbatoul Benidris, pour le temps qu'elles ont consacré à l'évaluation de mon travail, ainsi que pour leurs remarques constructives et enrichissantes.

Mes remerciements vont à toute l'équipe de Samsung C&T, qui m'a accueillie durant mon stage et m'a permis d'enrichir mes connaissances à travers une expérience de terrain très formatrice. Un grand merci en particulier à Monsieur Sahed Abdou El Ali, pour son accompagnement et sa disponibilité, ainsi qu'à Lakeb Soumia, ingénieure et encadrante, pour son soutien exceptionnel, sa patience et sa générosité. Grâce à elle, j'ai pu franchir de nombreuses étapes dans ce projet avec confiance et motivation.

Je remercie également l'ensemble des enseignants du département génie des procédés ainsi que tous les membres du personnel de l'université pour la qualité de leur enseignement et leur encadrement durant mon parcours académique.

Enfin, je tiens à exprimer toute ma reconnaissance à mes parents, pour leur amour inconditionnel, leurs sacrifices, leur soutien indéfectible et leurs prières constantes. Merci également à mes frères, ma sœur, et toute ma famille pour leur encouragement, leur présence rassurante et leur appui moral tout au long de ce chemin.

# Liste des figures

<b>Figure I-1</b> : Le plan réel du projet. ....	- 12 -
<b>Figure I-2</b> : Plan de masse du projet.....	- 13 -
<b>Figure I-3</b> : Plan d'utilisation du site.....	- 14 -
<b>Figure II-1</b> : Réservoir d'expansion. ....	- 20 -
<b>Figure II-2</b> : Le ph mètre.....	- 23 -
<b>Figure II-3</b> : Test de nitrite.....	- 27 -
<b>Figure II-4</b> : Ultrameter II 6PFC. ....	- 30 -
<b>Figure II-5</b> : Le triangle de dépôt de corrosion et d'encrassement biologique. ....	- 32 -
<b>Figure II-6</b> : Effets de la corrosion sur les tuyaux de refroidissement. ....	- 33 -
<b>Figure II-7</b> Biofilm.....	- 34 -
<b>Figure III-1</b> refroidissement en circuit ouvert.....	- 48 -
<b>Figure III-2</b> Refroidissement en circuit fermé ouvert.....	- 49 -
<b>Figure III-3</b> : Le système de refroidissement en circuit fermé de la TG11 et TG12 à samsung&t.....	- 54 -
<b>Figure III-4</b> : aéroréfrigérant (des ventilateurs). ....	- 54 -
<b>Figure III-5</b> Shéma de procédé de système de refroidissement en circuit fermé.....	- 55 -
<b>Figure III-6</b> : shéma de temperature de système de refroidissement en circuit fermé.....	- 57 -
<b>Figure III-7</b> : Turboalternateur à gaz. ....	- 59 -
<b>Figure III-8</b> : LCI (Load Commutated Inverter).....	- 59 -
<b>Figure III-9</b> : Sécheur d'hydrogène. ....	- 60 -
<b>Figure III-10</b> : Huile de graissage de la turbine à gaz. ....	- 60 -
<b>Figure III-11</b> : Détecteur de flamme.....	- 61 -
<b>Figure III-12</b> : flowsheet de simulation du système de refroidissement en circuit fermé sous Aspen HYSYS.....	- 65 -

# Liste des tableaux

<b>Tableau I-1</b> Fiche technique du projet de la centrale électrique à cycle combiné-Mostaganem. .....	- 10 -
<b>Tableau II-1</b> : classification des eaux d'après leur pH. ....	- 17 -
<b>Tableau II-2</b> : : Classification des eaux selon la conductivité. ....	- 18 -
<b>Tableau II-3</b> : Classes de turbidités usuelles (NTU).....	- 18 -
<b>Tableau II-4</b> : Les valeurs du titre hydrométrique (Dureté totale).....	- 19 -
<b>Tableau II-5</b> Analyses d'eau déminéralisée sortie de la station de déminéralisation totale des eaux. ....	- 21 -
<b>Tableau II-6</b> Analyses d'eau déminéralisée conditionnée avec de l'ammoniaque avant expédition aux bacs de stockage. ....	- 22 -
<b>Tableau III-1</b> : tableaux de temperature d'entrer et sortie de chaque equipement. ....	- 57 -

# Liste des abréviations

Samsung C&T	Samsung Construction & Trading Corporation
TG	Turbine à gaz
TV	Turbine à vapeur
SPE	Société de Production d'Électricité (Sonelgaz)
MO délégué	Maître d'ouvrage délégué
CEEG	Company Engineering Electrical Gas
GE	General Electric
CCPP	Combined Cycle Power Plant (centrale à cycle combiné)
CCW	Closed Cooling Water (Eau de Refroidissement en Circuit Fermé)
LCI	Load Commutated Inverter (Onduleur à Commutation de Charge)
MES	Matières En Suspension
TH	Titre Hydrotimétrique
TA	Titre Alcalimétrique
TAC	Titre Alcalimétrique Complet
NAS 1638	National Aerospace Standard (Norme de propreté particulière des fluides)
NTU	Nephelometric Turbidity Unit (Unité de Turbidité)
CCW GT 11 et CCW GT 12	Closed Cooling Water de la turbine à gaz 11 et Closed Cooling Water de la turbine à gaz 12
COND	Conductivité
HYSYS	Logiciel de simulation de procédés industriels
NTU	Nephelometric Turbidity Unit (turbidité)
Mce	Mètre de colonne d'eau (pression)

## Abstract

This thesis focuses on the closed-loop cooling system of gas turbines 11 and 12 at the Samsung C&T combined cycle power plant in Mostaganem.

It includes a study of the cooling water quality (analysis of pH, nitrites, and conductivity), as well as a simulation using Aspen HYSYS to better understand and optimize the operation of the cooling water circuit. The results highlight the importance of proper chemical treatment and efficient water circulation to ensure the thermal stability of the equipment.

## ملخص

يتناول هذا البحث نظام التبريد في حلقة مغلقة التوربينات الغازية رقم 11 , 12 في محطة توليد الكهرباء ذات الدورة المركبة التابعة للشركة Samsung C&T في مستغانم. ويتضمن دراسة لجودة مياه التبريد (تحليل الرقم الهيدروجيني PH، النترت، والتوصيلية)، بالإضافة إلى محاكاة باستخدام برنامج Aspen HYSYS بهدف فهم أفضل و تحسين تشغيل دائرة مياه التبريد. و تبرز النتائج أهمية المعالجة الكيميائية الجيدة و الدور الحيوي للدوران الفعال للماء لضمان الاستقرار الحراري للمعدات.

## Résumé

Ce mémoire traite le système de refroidissement en circuit fermé des turbines à gaz 11 et 12 de la centrale électrique à cycle combiné Samsung C&T à Mostaganem. Il comprend une étude de la qualité d'eau de refroidissement (analyse du pH, des nitrites, de la conductivité), ainsi qu'une simulation sous Aspen HYSYS afin de mieux comprendre et optimiser le fonctionnement du circuit de l'eau de refroidissement. Les résultats obtenus mettent en évidence l'importance d'un bon traitement chimique et d'une circulation efficace de l'eau pour assurer la stabilité thermique des équipements.

# Table des matières

Dédicaces .....	i
Remerciements .....	iii
Liste des figures .....	iv
Liste des tableaux .....	v
Liste des abréviations .....	vi
Résumé .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Table des matières .....	2
Introduction Générale.....	- 6 -
Chapitre I : présentation du site .....	- 8 -
I.1    Samsung C&T Corporation .....	- 9 -
I.2    Présentation du site d'étude.....	- 10 -
Chapitre II : La qualité d'eau dans le système de refroidissement avec le traitement chimique effectué .....	- 15 -
Introduction.....	- 16 -
II.1    Eau de refroidissement .....	- 16 -
II.2    Caractéristiques de la qualité des eaux [2] .....	- 17 -
II.2.1    Caractères physico-chimiques .....	- 17 -
II.2.2    Caractères chimiques .....	- 19 -

II.3	Stockage d'eau déminéralisée a Samsung c&t Mostaganem .....	- 20 -
II.3.1	Réservoir d'expansion d'eau de refroidissement en circuit fermé pour le système de refroidissement de la TG.....	- 21 -
II.3.2	Bouteilles d'azote pour conservation .....	- 21 -
II.3.3	Les analyses d'eau déminéralisée utilisée pour remplir les systèmes de refroidissement produit par SPE (Sonelgaz production électricité) .....	- 21 -
II.4	La gestion d'eau de refroidissement en circuit fermé.....	- 23 -
II.4.1	Les analyses hebdomadaires.....	- 23 -
II.4.2	Les défis liés à la qualité d'eau.....	- 31 -
II.4.3	Le traitement chimique effectué .....	- 34 -
II.4.4	Information de produit et les données de sécurité [13] .....	- 36 -
II.4.5	ANTIGEL.....	- 44 -
Chapitre III : Refroidissement dans la centrale électrique.....		- 45 -
Introduction.....		- 46 -
III.1	Le refroidissement industriel [9] .....	- 47 -
III.1.1	Les types de refroidissement [9].....	- 48 -
III.1.2	Choix d'un système de refroidissement répondant aux exigences du conditions du site [9].....	- 50 -
III.1.3	Comparaison des avantages et inconvénients des différents types de refroidissement .....	- 51 -
III.1.4	Importance des systèmes de refroidissement dans une centrale électrique ..	- 52 -
III.2	Le système de refroidissement en circuit fermé à Samsung c&t Mostaganem ....	- 53 -
III.2.1	système de refroidissement en circuit fermé .....	- 53 -
III.3	Définitions de chaque équipement .....	- 58 -

III.4	L'importance du refroidissement pour chaque équipement .....	- 61 -
III.5	Simulation du système de refroidissement de la Turbine à gaz avec HYSYS .....	- 62 -
III.5.1	Étapes de la simulation .....	- 63 -
III.5.2	4 Analyse des résultats .....	- 66 -
III.6	Conclusion .....	- 66 -
	Conclusion générale .....	- 67 -
	Bibliographie.....	- 68 -



## Introduction Générale

Face à la croissance rapide de la demande mondiale en électricité, due au développement industriel, à l'urbanisation et à l'amélioration du niveau de vie, il est devenu essentiel de mettre en place des infrastructures de production énergétique performantes, durables et respectueuses de l'environnement. Parmi les solutions privilégiées, les centrales à cycle combiné se démarquent par leur haut rendement et leur capacité à produire de grandes quantités d'énergie tout en limitant les pertes thermiques.

Dans cette optique, Samsung C&T projette de construire une centrale électrique à cycle combiné composée de quatre (4) groupes d'une puissance unitaire de 365,5 MW, soit une puissance totale de 1450 MW, sur une superficie de 39,60 hectares située à Sonacter, route Sidi Ali N°11, Mostaganem, à environ 330 km de la capitale Alger.

Cette centrale a pour objectif de répondre à la demande croissante en énergie des infrastructures industrielles et domestiques de la région, tout en contribuant au renforcement du réseau électrique national et à la politique nationale de développement économique et social.

Le refroidissement constitue un élément clé dans la stabilité thermique des équipements critiques, notamment la turbine à gaz, en assurant une évacuation efficace de la chaleur produite. Dans ce cadre, une modélisation du circuit de refroidissement a été réalisée à l'aide du logiciel Aspen HYSYS, afin de mieux comprendre et optimiser le fonctionnement du circuit fermé de l'eau de refroidissement. En parallèle, une étude de la qualité de l'eau utilisée dans ce circuit a été menée, avec une attention particulière portée au traitement chimique appliqué.

C'est dans ce contexte que s'inscrit ce mémoire, dont l'objectif principal est d'approfondir la compréhension du système de refroidissement d'une turbine à gaz et de proposer des pistes pour garantir un refroidissement optimal, durable et conforme aux exigences industrielles.

## Chapitre I. Présentation du site

---

Ce mémoire est structuré en trois chapitres :

Chapitre 1 : Présentation du site .

Chapitre 2 : La qualité d'eau dans le système de refroidissement avec le traitement chimique effectué.

Chapitre 3 : Refroidissement dans la centrale électrique.

## **Chapitre I : présentation du site**

## **I.1 Samsung C&T Corporation**

Le groupe SAMSUNG a été fondé en 1938 par Lee Byung Chul, c'est une société internationale Coréenne ayant son siège en Corée du sud, Seoul, et possède quatre secteurs d'activités énumérés ci-après :

- Electronique ;
- Machines et produits chimique ;
- Commerce et service ;
- Service Financier.

L'objectif principal de SAMSUNG C&T a toujours été basé sur l'ingénierie mondiale et les projets de constructions, commerce et investissement, mode et centres de villégiature. Cette société est régie par un conseil d'administration composé de 11 membres, à savoir un président, un chef de direction de chaque secteur d'activité cité supra au nombre de quatre et six membres indépendants.

L'histoire de SAMSUNG C&T parle d'elle-même, au cours des 36 dernières années, le groupe a mené de nombreux projets en participant à la réalisation des plus grands projets d'infrastructure dans le monde, qui démontre sa compétence dans l'ingénierie, approvisionnement, et les domaines de construction.

En effet, le Groupe Engineering & Construction a construit deux gratte-ciels les plus célèbres au monde, « Petronas Twin Towers » en Malaisie et « Burj Khalifa » à Dubaï et de même Samsung C&T a réalisée aussi des grands projets d'infrastructure, tels que « Riyadh Metro » en Arabie Saoudite ainsi que les projets du pont « The Mersey Gateway Bridge » au Royaume-Uni. Par ailleurs cette société s'est donnée à des activités de la centrale électrique en devenant un chef de file mondial dans ce secteur grâce à la concrétisation des projets remarquables tels que la première centrale nucléaire des Émirats arabes unis, la centrale à cycle combiné « Prai » en Malaisie et la centrale à cycle combiné « Rabigh 2 » en Arabie Saoudite.

Au lieu de se reposer sur ses lauriers, ce groupe Engineering & Construction s'efforce de diversifier son champ d'activité en développant des capacités technologiques tout en

continuant à assurer la satisfaction de la clientèle et le contrôle de la qualité comme priorité absolue d'une part et d'autre part il cherche à renforcer encore son avantage concurrentiel par des efforts continus, pour devenir « The Trusted Builder » sur les marchés mondiaux.

## I.2 Présentation du site d'étude

Le 19 février 2014, Samsung C&T a signé un contrat dans le cadre d'Ingénierie, approvisionnement et gestion de construction afin de construire en Algérie deux centrales électriques l'une à Naama et l'autre à Mostaganem d'une valeur de 1,37 milliard de dollars pour le compte de la société de production d'électricité (SPE) Sonelgaz.

En ce qui concerne notre étude, elle sera effectuée sur la réalisation de la centrale électrique située à Mostaganem, qui aura une capacité de production d'électricité de 1450 MW dont la fiche technique est détaillée dans le tableau I.1.

**Tableau I-1** Fiche technique du projet de la centrale électrique à cycle combiné-Mostaganem.

Projet	Mostaganem CCPP
Lieu	Ouest d'Alger, près de Mostaganem, plage de Sonackter
Maître d'ouvrage	Sonelgaz SPE
MO délégué	CEEG (Company Engineering Electrical Gas)
Matériels principaux & Capacité	GE(General Electric Corporation)  Puissance nette 1 450 MW  (2 TG + 2 chaudières + 1 TV) X 2 Tranches

La centrale électrique est une installation industrielle pour la production d'énergie électrique. Dont la plupart des centrales électriques contiennent un ou plusieurs générateurs, une machine tournante qui convertit l'énergie mécanique en énergie électrique. Le mouvement relatif entre un champ magnétique et un conducteur crée un courant électrique. La source d'énergie exploitée pour tourner le générateur varie considérablement. La majorité des centrales électriques dans le monde brûlent des combustibles fossiles tels que le charbon, le pétrole et le gaz naturel pour produire de l'électricité. D'autres utilisent l'énergie nucléaire, mais il y a une utilisation croissante des propres sources renouvelables telles que l'énergie solaire, le vent, vagues et hydroélectrique.

A ce propos il est à faire savoir que pour le refroidissement des chaudières nécessitant de l'eau douce, la station de pompage procède préalablement au pompage de l'eau de mer par des pipes line immergé pour effectuer le dessalement.

Le Plan réel de la centrale électrique est présenté par la figure I.1.



**Figure I-1** : Le plan réel du projet.

Le plan de masse du projet est schématisé sur la figure I.2.

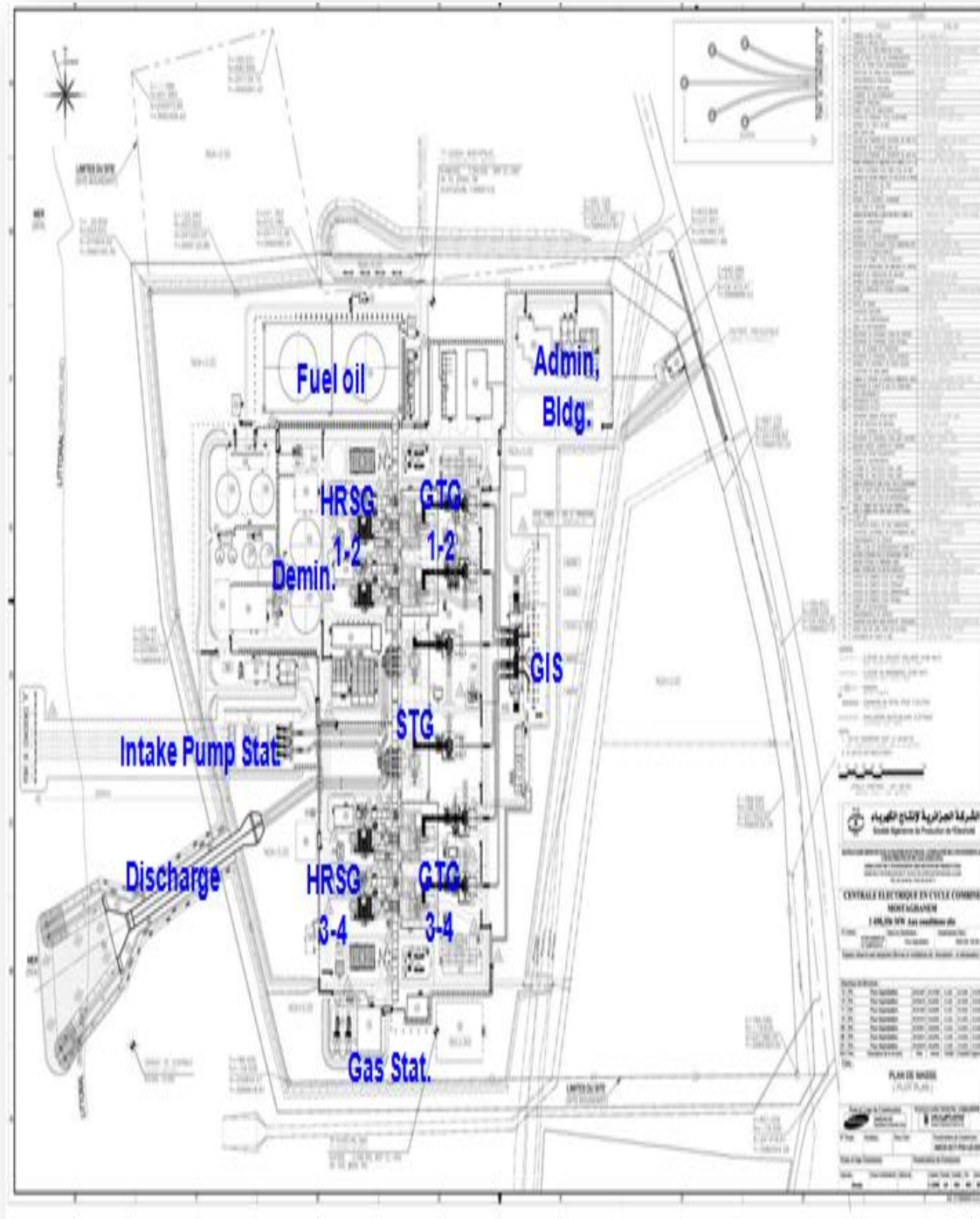


Figure I-2 : Plan de masse du projet.

La superficie totale du projet est de 79.11 Ha, divisée en 39.60 Ha pour le site du projet, 11.78 Ha pour la zone de stockage principale du projet, 10.11 Ha pour un espace de stockage

supplémentaire et 9,85 Ha pour le bureau et le camp. La figure ci-dessous montre les principales divisions de la région. Le plan d'utilisation du site est montré par la figure I.3.



Figure I-3 : Plan d'utilisation du site.

**Chapitre II :**  
**La qualité d'eau dans le système de refroidissement**  
**avec le traitement chimique effectué**

## Introduction

Les systèmes de refroidissement en circuit fermé traités de manière appropriée devraient fonctionner de façon fiable et optimale pendant toute la durée de vie de la turbine à gaz.

Les systèmes en circuit fermé ont une tolérance très faible à la corrosion. Le but du programme de traitement est donc d'empêcher le plus possible la corrosion, Il est possible de traiter à moindre coût le système de refroidissement en circuit fermé avec des dosages de produits de traitement relativement élevés.

Le traitement classique pour un système en circuit fermé comprend des inhibiteurs de corrosion pour le métal présents dans le système et le biocide pour les bactéries. Si la turbine à gaz est destinée à être exposée à des températures négatives, un antigel compatible doit être ajouté au système.

Un suivi rigoureux de la qualité de l'eau et un traitement chimique adapté sont donc essentiels pour garantir un fonctionnement fiable et optimal du système de refroidissement en circuit fermé, en réduisant les risques de pannes et en optimisant l'efficacité énergétique de la turbine à gaz.

### II.1 Eau de refroidissement

En raison des variations importantes des propriétés de l'eau du robinet dans un pays, et en raison de la quantité de fluide réfrigérant relativement faible requise par la turbine à gaz, l'utilisation d'eau du robinet dans les systèmes à eau de refroidissement des turbines à gaz n'est pas recommandée. Il est en revanche préconisé d'utiliser de l'eau « pure » pour préparer la solution de fluide réfrigérant. Les eaux classées comme « pures » sont : L'eau distillée, l'eau de condensation et l'eau déminéralisée [1].

Donc l'eau utilisé dans le système de refroidissement en circuit fermé doit répondre à des critères de qualité stricts et il est essentiel d'utiliser une eau de haute pureté.

## II.2 Caractéristiques de la qualité des eaux [2]

### II.2.1 Caractères physico-chimiques

#### A. La température

Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. En effet, celle-ci joue un rôle important dans la solubilité de sels et surtout des gaz, la dissociation des sels dissous donc sur la conductivité électrique.

#### B. Le potentiel d'hydrogène (pH)

Ce paramètre est en relation avec la concentration en ions hydrogène  $H^+$  dans l'eau. Plus simplement, il mesure l'acidité ou l'alcalinité d'une eau. Les eaux naturelles sont des solutions ionisées, elle peut être acides, basiques ou neutres, leur pH est lié à la nature des terrains traversés et varie généralement entre 7,2 - 7.6.

**Tableau II-1** : classification des eaux d'après leur pH.

PH < 5	Acidité forte => présence d'acides minéraux ou organiques dans les eaux naturelles
PH = 7	PH neutre
7 < pH < 8	Neutralité approchée => majorité des eaux de surface
5,5 < pH < 8	Majorité des eaux souterraines
PH = 8	Alcalinité forte, évaporation intense

### C. Conductivité

La conductivité électrique est une mesure de la capacité de l'eau à conduire un courant électrique. La mesure de la conductivité permet d'apprécier rapidement la minéralisation de l'eau et d'en suivre l'évolution.

**Tableau II-2** : Classification des eaux selon la conductivité.

Type d'eaux	Conductivité ( $\mu\text{S}/\text{Cm}$ )
Eau pure	< 23
Eau douce peu minéralisée	100 à 200
Eau de minéralisation moyenne	250 à 500
Eau très minéralisée	1000 à 2500

### D. La turbidité

La turbidité de l'eau est liée à sa transparence. Elle est causée dans les eaux par la présence de matière en suspension (MES) fines comme les argiles, les grains de silice et les microorganismes. Pour la sécurité de l'eau, il faut maintenir une turbidité inférieure à 5 NTU.

**Tableau II-3** : Classes de turbidités usuelles (NTU).

NTU < 5	Eau claire
5 < NTU < 30	Eau légèrement trouble
NTU > 50	Eau trouble

## II.2.2 Caractères chimiques

### A. Chlorures (Cl)

Les chlorures sont des anions inorganiques importants contenus en concentrations variables dans les eaux naturelles, généralement sous forme de sels de sodium (NaCl) et de potassium (KCl). Ils sont souvent utilisés comme un indice de pollution. Ils ont une influence sur la faune et la flore aquatique ainsi que sur la croissance des végétaux.

### B. Dureté totale (TH) °F

La dureté ou le titre hydrotimétrique (TH) correspond à la somme des concentrations en cations  $\text{Ca}^{++}$  et  $\text{Mg}^{++}$  à l'exception des alcalins.

**Tableau II-4** : Les valeurs du titre hydrométrique (Dureté totale).

TH (°F)	0 à 7	7 à 15	15 à 30	30 à 40	+40
Eau	Très douce	Eau douce	Moyennement Douce	Dure	Très Dure

### C. Titre alcalimétrique (TA)

La teneur en hydroxyde (OH), est la moitié de la teneur en carbonate  $\text{CO}_3^{2-}$  Et un tiers environ des phosphates présents.

TA : permet de mesurer la teneur totale en hydroxydes et seulement la moitié de celle en carbonates.

### D. Titre alcalimétrique complet (TAC) °F

TAC : permet de mesurer les teneurs totales en hydroxydes, en carbonates et en Hydrogénocarbonates.

### II.3 Stockage d'eau déminéralisée a Samsung c&t Mostaganem

Dans une centrale électrique, l'eau de refroidissement est stockée dans un réservoir d'expansion.

Le réservoir d'expansion maintient la pression minimale requise pour le système d'eau de refroidissement fermé et absorbe la dilatation thermique de l'eau de refroidissement, le sac en caoutchouc (vessie) prend l'eau déminéraliser a l'intérieur et le réservoir contient avec du gaz N<sub>2</sub> (l'azote) comprimé.



**Figure II-1** : Réservoir d'expansion.

### II.3.1 Réservoir d'expansion d'eau de refroidissement en circuit fermé pour le système de refroidissement de la TG

Elément	Unité	Description
Quantité par unité	Nombre	1
Quantité totale	Nombre	4
Capacité (chacun)	m <sup>3</sup>	4,0

### II.3.2 Bouteilles d'azote pour conservation

Elément	Unité	Description
Quantité	Nombre	10
Capacité (chacun)	m <sup>3</sup>	7,53

### II.3.3 Les analyses d'eau déminéralisée utilisée pour remplir les systèmes de refroidissement produit par SPE (Sonelgaz production électricité)

**Tableau II-5** Analyses d'eau déminéralisée sortie de la station de déminéralisation totale des eaux.

Paramètres	Unité	Valeurs
Ph	/	6.8 - 7.1
Conductivité	(µs/cm)	0.08 - 0.2
Chlorures	(µg/l)	0
TA	(°F)	0
TAC	(°F)	0

Chapitre II. La qualité d'eau dans le système de refroidissement avec le traitement chimique effectué

TH	(°F)	0
SiO <sub>2</sub>	(µg/l)	<5
NH <sub>4</sub> OH	(µg/l)	0

**Tableau II-6** Analyses d'eau déminéralisée conditionnée avec de l'ammoniaque avant expédition aux bacs de stockage.

Paramètres	Unité	Valeurs
Ph	/	8.2 – 8.8
Conductivité	(µs/cm)	1.8 – 3
Chlorures	(µg/l)	0
TA	(°F)	0
TAC	(°F)	0
TH	(°F)	0
SiO <sub>2</sub>	(µg/l)	<5
NH <sub>4</sub> OH	(µg/l)	<300

- Tous les paramètres physico-chimiques de l'eau analysée sortie station de déminéralisation totale des eaux répondent aux caractéristiques d'une eau qui peut être utilisée dans les chaudières à haute pression et température.

## II.4 La gestion d'eau de refroidissement en circuit fermé

### II.4.1 Les analyses hebdomadaires

#### A. Le pH

Est un paramètre clé qui indique la corrosion et l'efficacité des traitements chimiques.

##### 1) Moyen de mesure

- Le pH mètre [3]

La méthode est fondée sur l'étalonnage direct de l'instrument à l'aide des solutions tampons commercialisées, ou rigoureusement préparées, suivi d'une détermination potentiométrique du Ph des solutions inconnues (figure 1).



**Figure II-2** : Le pH-mètre.

2) **Matériel utilisée**



Papier



Bêcher en



L'eau déminéralisé



Les solutions de



Le ph mètre



Les solutions

3) **Mode opératoire**

▪ **Première étape**

a. **Utilisation de la première solution étalon**

1. Rincer soigneusement la sonde phmétrique à l'eau déminéralisé et sécher au papier absorbant.
2. Tremper directement la sonde phmétrique dans le flacon contenant la première solution étalon « pH = 4,01 ».
3. Agiter la solution en imposant quelques mouvements circulaires au flacon pendant quelques secondes.
4. Appuyez sur une touche pour afficher la valeur du pH à l'écran.

**b. Utilisation de la deuxième solution étalon**

1. Rincer soigneusement la sonde pHmétrique à l'eau déminéralisé et sécher au papier absorbant.
2. Tremper directement la sonde pHmétrique dans le flacon contenant la deuxième solution étalon « pH = 7 ».
3. Agiter la solution en imposant quelques mouvements circulaires au flacon pendant quelques secondes.
4. Appuyez sur une touche pour afficher la valeur du pH à l'écran.

**c. Utilisation de la troisième solution étalon**

1. Rincer soigneusement la sonde pHmétrique à l'eau déminéralisé et sécher au papier absorbant.
2. Tremper directement la sonde pHmétrique dans le flacon contenant la deuxième solution étalon « pH = 10,01 ».
3. Agiter la solution en imposant quelques mouvements circulaires au flacon pendant quelques secondes.
4. Appuyez sur une touche pour afficher la valeur du pH à l'écran.

▪ **Deuxième étape**

1. Rincer soigneusement la sonde pHmétrique à l'eau déminéralisé et sécher au papier absorbant
2. Plonger la sonde pHmétrique dans le bécher rempli de la solution CCW 11
3. Appuyez sur une touche pour afficher la valeur du pH à l'écran.

▪ **Troisième étape**

1. Rincer soigneusement la sonde pHmétrique à l'eau déminéralisé et sécher au papier absorbant.
2. Plonger la sonde pHmétrique dans le bécher rempli de la solution CCW 12.
3. Appuyez sur une touche pour afficher la valeur du pH à l'écran.

---

**4) Les résultats de ph mesuré hebdomadaire pendant un mois**

Les deux systèmes	1ere semaine	2éme semaine	3éme semaine	4éme semaine
CCW GT 11	9 ,92	9,87	9,77	9 ,10
CCW GT 12	10,07	10 ,02	9,98	9 ,40

➤ La solution finale de fluide réfrigérant doit avoir une valeur de ph situé entre 8,5 et 10.

**❖ Remarque :**

Il existe une relation inverse entre la température et le pH : une augmentation de la température entraîne une diminution du pH, tandis qu'une diminution de la température entraîne une augmentation.

**5) Interprétation**

Toutes les valeurs se situent globalement dans l'intervalle recommandée (entre 8,5 et 10), sauf lors de la première et la deuxième semaine pour le CCW GT 12, où le pH a légèrement dépassé 10. Cela peut indiquer un surdosage du produit chimique, et il serait nécessaire d'assurer un suivi plus attentif.

**B. Le nitrite**

Le test de nitrites est un indicateur clé pour la surveillance chimique et microbiologique d'un circuit d'eau. Il permet de prévenir les déséquilibres chimiques et détecter les bactéries.

**1) Moyen de mesure**

**Bandelettes de test pour les nitrites**

Ces bandelettes sont utilisées pour mesurer la concentration de nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ) dans l'eau.



**Figure II-3** : Test de nitrite.

2) **Matériel utilisée**



Chronomètre



Test de nitrites

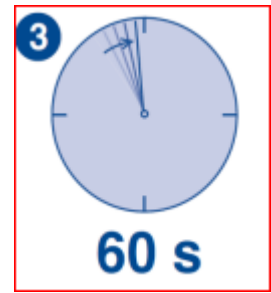
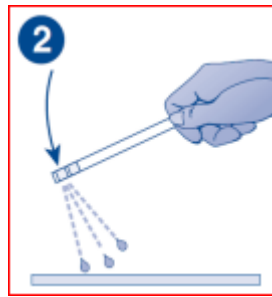
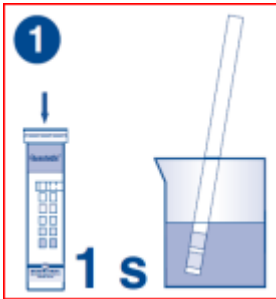


Les solutions de  
CCW GT 11 et CCW GT 12



Bêcher en Verre  
gradué

**3) Mode opératoire**



Plongez une bandelette dans la solution à tester pendant quelques

Secouez-la légèrement pour éliminer l'excès d'eau.

Attendre 60s

Comparez la couleur obtenue avec l'échelle colorimétrique imprimée sur le tube pour déterminer la concentration en nitrites.

**4) Les résultats de nitrite mesuré hebdomadaire pendant un mois**

Le système	1ere semaine	2ème semaine	3ème semaine	4ème semaine
CCW GT 11	500 PPM	700 PPM	500 PPM	600 PPM
CCW GT 12	600 PPM	500 PPM	400 PPM	700 PPM

- La solution finale de fluide réfrigérant doit avoir une valeur de nitrite situé supérieure à 400 PPM.



## 5) **Interprétation**

Toutes les concentrations dépassent les 400 ppm, ce qui est un résultat positif. Cela indique que l'équipement est bien protégé

## C. **La conductivité**

La mesure de la conductivité de l'eau de refroidissement en circuit fermé est essentielle pour surveiller sa qualité et prévenir les problèmes opérationnels. La conductivité reflète la concentration en ions dissous, ce qui permet de détecter les variations liées à la corrosion, à l'encrassement, Une conductivité anormalement élevée peut indiquer une accumulation de dépôts ou une pollution chimique, tandis qu'une conductivité trop faible peut être le signe d'un déséquilibre dans le traitement de l'eau. En surveillant régulièrement ce paramètre, on assure une meilleure efficacité du système.

### 1) **Moyen de mesure**

- **Ultrameter II 6PFC**

C'est un instrument portable utilisé pour mesurer plusieurs paramètres de la qualité de l'eau, notamment : Conductivité (COND).



**Figure II-4** : Ultrameter II 6PFC.

**2) Mode opératoire**

1. Remplir la coupelle de la cellule avec la solution du système.
2. Appuyer sur une touche de paramètre (COND).
3. Effectuer la lecture.

**3) Les résultats de la conductivité mesuré hebdomadaire pendant un mois**

Le système	1ere semaine	2éme semaine	3éme semaine	4éme semaine
CCW GT 11	57,7	59,8	61,3	56,4
CCW GT 12	55,3	60	58 ,1	59,5

▪ **Remarque :**

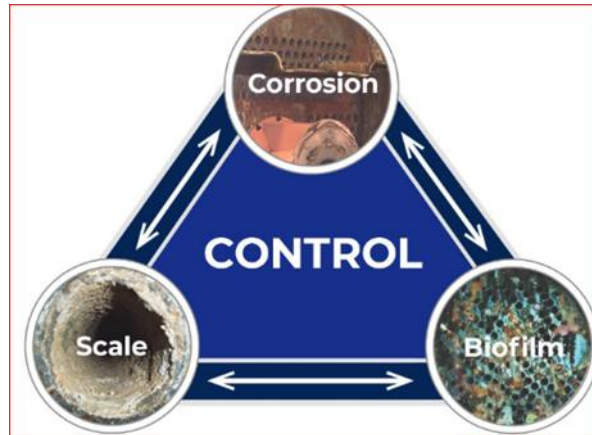
La surveillance de la conductivité d'eau de refroidissement en circuit fermé ne dépend pas d'un intervalle spécifique, mais uniquement de l'observation de ses variations.

**4) Interprétation**

Les valeurs sont relativement stables, ce qui suggère que le système est bien maîtrisé.

## **II.4.2 Les défis liés à la qualité d'eau**

Un transfert de chaleur optimal est le point le plus important de tout processus de refroidissement par eau. Cependant, l'eau de refroidissement a de nombreux ennemis. Parfois, ils agissent seuls. D'autres fois, ils s'associent et aggravent le problème. Notamment la corrosion et l'activité microbologique affectent négativement le transfert de chaleur.



**Figure II-5** : Le triangle de dépôt de corrosion et d'encrassement biologique.

### **A. La corrosion**

La corrosion se produit lorsque des particules chargées électriquement traversent des composants métalliques provoquant l'oxydation du métal et une détérioration progressive des matériaux causée par une réaction chimique et/ou électrochimique avec l'environnement. C'est un processus naturel qui convertit le métal en une forme chimique stable. Le fer retourne à sa forme d'oxyde de fer (=minerais de fer) et le cuivre réagit avec les molécules contenant du soufre pour revenir à sa forme sulfure. [4]

La corrosion dans les systèmes d'eau de refroidissement en circuit fermés cause de sérieux dommages à l'équipement et réduit sa durée de vie et son efficacité [5]

La corrosion détériore le métal en réduisant son épaisseur et sa résistance, ce qui peut entraîner des fuites, une contamination ou des bris dans les échangeurs thermiques et les tuyaux de recyclage de l'eau dans le système de refroidissement en circuits fermés [6]



**Figure II-6** : Effets de la corrosion sur les tuyaux de refroidissement.

### **B. Activité Microbiologique**

La croissance microbiologique dans les systèmes de refroidissement constitue un phénomène sérieux, à prendre en considération en tout temps. Les conditions inhérentes à ces réseaux sont particulièrement favorables au développement de microorganismes.

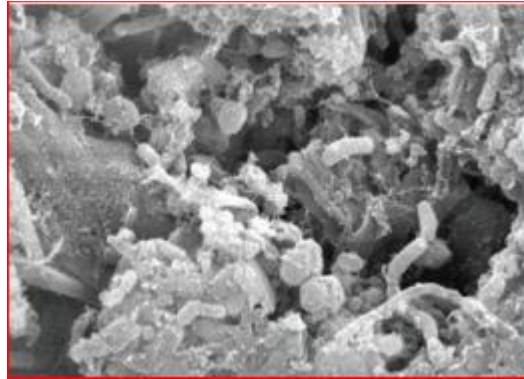
Les microorganismes rencontrés dans les circuits de refroidissement d'eau appartiennent à trois grands groupes :

- Bactéries : dont les principales sont du type légionnelles, pseudomonas et aerobacter ;
- Les algues : dont les principaux sont les algues filamenteuses, les diatomées et les algues bleu-vert ;
- Les champignons : dont les principaux sont les moisissures et les levures ;
- Biofilm.

Les conditions qui règnent dans les systèmes de refroidissement sont le plus souvent propices au développement de microorganismes, pH assez voisin de la neutralité, température tropicale, abondance des sels minéraux et de composés organiques servant de nutriments et lumière pouvant couvrir les besoins pour la photosynthèse dans les systèmes. [8]

Leur présence et leur adhérence sur les surfaces peuvent entraîner une panoplie de problèmes, incluant la corrosion et la perte d'efficacité [7]

Et En réduisant le transfert de chaleur, le biofilm diminue la performance de refroidissement et augmente ainsi le risque de corrosion sous influence microbologique. Cette forme de corrosion peut rapidement entraîner des dommages critiques. [5]



**Figure II-7** Biofilm.

### **II.4.3 Le traitement chimique effectué**

#### **A. L'injection chimique**

L'injection chimique dans les circuits de refroidissement en circuit fermé est une étape essentielle pour prévenir les problèmes de corrosion et de contamination microbologique. En introduisant des inhibiteurs de corrosion et des biocides, elle permet de protéger les parois métalliques et de limiter la prolifération des micro-organismes.

#### **B. Avant l'injection**

##### **1) Le rinçage**

Le rinçage des circuits de refroidissement est une étape essentielle avant l'injection de produits chimiques. Il permet d'éliminer les impuretés, les débris de construction, les résidus de corrosion et les dépôts accumulés dans les canalisations et les équipements. Cette opération garantit une surface propre, favorisant ainsi l'efficacité des produits chimiques injectés par la suite.

## 2) **L'analyse des NAS1638**

L'analyse des NAS est une étape essentielle avant l'injection chimique, cette analyse utilisée pour déterminer la propriété particulière d'un fluide et pour quantifier le nombre de particules, selon leurs tailles à l'aide de microscopes optiques, La solution de fluide doit avoir une valeur située entre 5 et 8.

## **C. L'injection les deux produits chimiques**

### 3) **Inhibiteurs de corrosion recommandés [1]**

Les inhibiteurs de corrosion sont des produits chimiques réduisent la vitesse de corrosion, Le système de refroidissement ne doit jamais être utilisé sans inhibiteurs de corrosion dans la solution de fluide réfrigérant, il est nécessaire d'ajouter un inhibiteur de corrosion approprié.

Le choix des inhibiteurs de corrosion dépend de facteurs économiques, de la disponibilité et de l'impact environnemental, qui peuvent varier d'une région à l'autre.

### 4) **BIOCIDE [1]**

Dans les systèmes qui utilisent du nitrite pour l'inhibition de la corrosion, il existe un risque d'infestation par les bactéries dénitrifiantes. Ces organismes décomposent le nitrite en nitrate réduisant ainsi l'inhibition de la corrosion et augmentant le risque d'encrassement. Il est donc impératif que les bactéries soient maîtrisées par la température ou par un biocide non oxydant.

La température à l'intérieur des systèmes de refroidissement des turbines à gaz varie d'une installation à l'autre. Si la température est supérieure à 60°C, la désinfection thermique empêchera de manière efficace le développement microbologique, et aucun biocide ne sera nécessaire.

Dans les systèmes de refroidissement qui fonctionnent à une température inférieure à 60°C et qui contiennent du nitrite dans la solution de fluide réfrigérant, il est recommandé d'ajouter deux biocides non oxydants différents en alternance, chaque fois que des bactéries sont détectées dans le système.

Les biocides choisis doivent être compatibles avec la solution de fluide réfrigérant (ingrédients, pH etc.). Et non agressifs envers les composants du système.

#### **II.4.4 Information de produit et les données de sécurité [13]**

##### **A. Inhibiteur (Korrodex8577)**

##### **▪ Inhibiteur de corrosion utilisable pour le circuit fermé**

##### **a. Application principale**

Korodex 8577 est un produit anticorrosion pour circuit fermé en métaux ferreux et cuivreux.

Le pouvoir inhibiteur de Korrodex8577 est dû à la synergie des inhibiteurs de corrosion organiques et inorganiques qui le composent

Les inhibiteurs d'entartrage du Korrodex8577 permettant son utilisation sur des eaux ayant des TAC jusqu'à 25f° sans risque de formation de des dépôts.

##### **b. Description générale**

Korrodex® 8577 est un liquide à base d'inhibiteurs de corrosion inorganiques et organiques, spécifiques aux métaux ferreux et cuivreux, de dispersants et inhibiteurs d'entartrage.

##### **c. Propriétés physique et chimiques**

##### **Aspect**

Etat physique	Liquide
Couleur	Jaunâtre
Odeur	Caractéristique

##### **Autre paramètre de sécurité**

Valeur de ph	13,2 (20 °C) (base)
Point d'clair	>100 °C

Densité	1,24 g/cm <sup>3</sup> à 20 °C
Solubilité dans l'eau	En toute proportion miscible

**d. Impact sur l'environnement**

Produit non volatil, non inflammable. Korrodex® 8577 contient des nitrites.

**e. Mode d'emploi**

Korrodex® 8577 doit être utilisé tel quel, sans pré-dilution.

Comme tous les inhibiteurs à base de nitrites, la présence du Korrodex® 8577 doit être contrôlée régulièrement dans le circuit, par analyse.

En effet, dans le cas où le circuit n'est pas hermétiquement étanche à l'air, les nitrites présents dans le circuit sont dégradés par l'oxygène et/ou par dégradation bactérienne.

La teneur en nitrites, en circuit, ne doit jamais descendre en dessous de 150 g/m<sup>3</sup> NO<sub>2</sub>, sinon des corrosions peuvent se produire.

Korrodex® 8577 ne doit pas être utilisé en présence de traitement biocide oxydant (type Javel ou autres dérivés halogénés, peroxydes, etc.).

L'utilisation d'un biocide organique, tel que Ferrocid® 8583 ou Ferrocid® 8580, est par contre parfaitement compatible, et donc recommandée.

Le produit doit être injecté dans le circuit à un endroit de brassage intense.

**f. Précautions particulières**

Le produit pur est un alcalin fort.

Il est impératif de respecter les précautions d'usage et les règles d'hygiène et de sécurité pour la manipulation des produits chimiques.

Toutes les pièces de l'installation de dosage en contact avec le produit concentré doivent être en matériaux résistants aux alcalins forts.

### **g. Stockage et conditionnements**

Le produit doit être stocké hors gel, dans un endroit frais et ventilé, dans ses conditionnements d'origine.

Pour une meilleure efficacité, il est conseillé de respecter la date limite d'utilisation du produit notifiée sur l'étiquette.

### **h. Identification des dangers**

<b>Classe de danger</b>	<b>Mention de danger</b>
Substance corrosive ou mélange corrosif pour les métaux	Peut-être corrosif pour les métaux.
Toxicité aiguë (orale)	Nocif en cas d'ingestion.
Corrosion cutanée/irritation cutanée	Provoque des brûlures de la peau et de graves lésions des yeux
Lésion oculaire grave/sévère irritation des yeux	Provoque des graves lésions des yeux.
Dangereux pour le milieu aquatique danger aigu	Très toxique pour les organismes aquatiques.

### **i. Conseils de prudence**

- Éviter le rejet dans l'environnement.
- Porter des gants de protection/des vêtements de protection/un équipement de protection des yeux/du visage.
- EN CAS D'INGESTION : rincer la bouche. NE PAS faire vomir.
- EN CAS DE CONTACT AVEC LA PEAU (OU LES CHEVEUX): Enlever immédiatement tous les vêtements contaminés. Rincer la peau à l'eau [ou se doucher].

Chapitre II. La qualité d'eau dans le système de refroidissement avec le traitement chimique effectué

---

- 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.
- Appeler immédiatement un CENTRE ANTIPOISON/UN MEDCIN.

**j. La quantité d'inhibiteur nécessaire de corrosion à utiliser**

**CCW GT 11 :**

Volume de CCW de GT 11 est 32 m<sup>3</sup>

1-2000ppm de volume de Korrodex 8577 :

Dosage :

$$02\text{kg} / \text{m}^3 \dots\dots\dots 01 \text{ m}^3 \quad X=32*2/1$$

$$X\dots\dots\dots 32 \text{ m}^3 \quad X=64\text{kg}$$

Donc nous devrions ajouter au système 64kg.

**CCW GT 12 :**

Volume de CCW de GT 12 est 42 m<sup>3</sup>

1-2000ppm de volume de Korrodex 8577 :

Dosage :

$$02\text{kg} / \text{m}^3 \dots\dots\dots 01 \text{ m}^3 \quad X=42*2/1$$

$$X\dots\dots\dots 42 \text{ m}^3 \quad 84\text{kg}$$

Donc nous devrions ajouter au système 84kg.

## **B. Ferrocid® 8583**

### **▪ Biocide pour tous types de circuits de refroidissement et de chauffage industriels**

#### **a. Applications principales**

Ferrocid® 8583 a été élaboré pour maîtriser le développement biologique dans les circuits d'eau industriels.

Ferrocid® 8583 est un biocide avec un large spectre d'efficacité (algues, champignons et bactéries). Il peut être appliqué dans tous les types de circuits pour le contrôle des microorganismes.

Ferrocid® 8583 est particulièrement efficace dans la lutte contre les bactéries pathogènes comme *Legionella pneumophila*.

Ferrocid® 8583 est aussi utilisé pour inhiber les développements bactériens dans les bains de traitement de surface, les cabines de floculation de peintures, etc.

#### **b. Description générale**

Ferrocid® 8583 est un produit liquide à base d'isothiazolones.

Ferrocid® 8583 est un biocide non oxydant.

#### **c. Propriétés physique et chimiques**

##### **Aspect**

Etat physique	Liquide
Couleur	Turquoise
Odeur	Caractéristique

**Autre paramètre de sécurité**

Valeur de ph	4,5 – 6,5
Point d'clair	Non applicable
Densité	1,04 g/cm <sup>3</sup> à 20 °C
Solubilité dans l'eau	Entièrement miscible

**d. Impact sur l'environnement**

Produit non volatil et non inflammable.

Le matériel entrant en contact avec le produit pourra être nettoyé à l'eau. Les eaux de lavage pourront être injectées directement dans le système ou faire l'objet d'une récupération et d'un traitement spécifique.

**e. Mode d'emploi**

Ferrocid® 8583 doit être utilisé tel quel, sans dilution préalable.

Le traitement ponctuel en dosage choc est recommandé.

Le produit doit être injecté, à l'aide d'un groupe de dosage adapté, en un point où la circulation est dynamique.

Ferrocid® 8583 est réservé uniquement pour une application industrielle.

**f. Précautions particulières**

Il est impératif de respecter les précautions d'usage et les règles d'hygiène et de sécurité pour la manipulation des biocides.

Lire, avant utilisation, les étiquettes et informations liées au produit.

### **g. Stockage et conditionnement**

Ferrocid® 8583 doit être stocké dans un endroit frais et ventilé, hors gel, dans son conditionnement d'origine.

Pour une meilleure efficacité, merci de respecter la date limite d'utilisation du produit notifiée sur l'étiquette.

### **h. Identification des dangers**

Classe de danger	Mention de danger
Corrosion cutanée	Provoque des brûlures de la peau et des lésions oculaires graves
Lésions oculaires	Provoque des lésions oculaires graves.
Sensibilité cutanée	Peut provoquer une allergie cutanée
Toxicité aquatique Chronique	Nocif pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme.

### **i. Conseils de prudence**

- Eviter le rejet dans l'environnement.
- Éviter de respirer les poussières/fumées/gaz/brouillards/vapeurs/aérosols.
- Porter des gants de protection/des vêtements de protection/un équipement de protection des yeux/du visage.
- En CAS DE CONTACT AVEC LA PEAU (ou les cheveux) : Enlever immédiatement tous les vêtements contaminés. Rincer la peau à l'eau/Se doucher.
- 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.

- Appeler immédiatement un CENTRE ANTIPOISON/un médecin.
- EN CAS D'INGESTION : rincer la bouche. NE PAS faire vomir.
- En cas d'irritation ou d'éruption cutanée : consulter un médecin.

**j. La quantité de biocide nécessaire à utiliser**

**CCW GT 11 :**

$$V=32 \text{ m}^3$$

Tout d'abord il faut effectuer un remplissage initial comme suit :

1-100ppm de volume de ferrocid8583 :

Dosage :

$$0,1\text{kg /m}^3 \dots\dots\dots 01 \text{ m}^3 \quad X=32*0.1/1$$

$$X\dots\dots\dots 32 \text{ m}^3 \quad X=3,2\text{kg}$$

Donc nous devrions ajouter au système 3,2kg

**CCW GT 12 :**

$$V=42 \text{ m}^3$$

Tout d'abord il faut effectuer un remplissage initial comme suit :

1-100ppm de volume de ferrocid8583 :

Dosage :

$$0,1\text{kg /m}^3 \dots\dots\dots 01 \text{ m}^3 \quad X=42*0,1/1$$

$$X\dots\dots\dots 42 \text{ m}^3 \quad 4,2\text{kg}$$

Donc nous devrions ajouter au système 4,2kg

### **II.4.5 ANTIGEL**

Les turbines à gaz installées dans des environnements froids et dotées d'un système à eau de refroidissement en circuit fermé nécessitent l'utilisation d'un antigel à base d'éthylène glycol ou de propylène glycol pendant les mois d'hiver.

## **Chapitre III :**

# **Refroidissement dans la centrale électrique**

## Introduction

La production d'électricité dans une centrale électrique à gaz génère une quantité importante de chaleur résiduelle. Cette chaleur excédentaire, produite lors de la conversion de l'énergie thermique en énergie mécanique puis électrique, doit être évacuée de manière efficace afin d'assurer non seulement le bon fonctionnement des équipements, mais aussi la sécurité et la durabilité des installations.

En effet, une gestion inadéquate de la chaleur générée peut entraîner des risques tels que la dégradation prématurée des composants, des pannes, et une perte de performance de la centrale.

Le système de refroidissement permet de dissiper cette chaleur excédentaire générée à chaque étape du processus de production d'électricité. Il existe différents systèmes de refroidissement qui varient en fonction de la conception de la centrale et des ressources disponibles. Parmi ces systèmes, on distingue principalement le refroidissement en circuit ouvert et le refroidissement en circuit fermé.

Le choix du système de refroidissement dépend de plusieurs facteurs, notamment la disponibilité des ressources en eau, les conditions climatiques, le type de centrale, ainsi que l'impact environnemental et maintenance.

L'optimisation du système de refroidissement dans les centrales électrique à gaz est donc un enjeu majeur pour améliorer l'efficacité de la production d'électricité, réduire les impacts environnementaux et assurer la pérennité des installations.

### **III.1 Le refroidissement industriel [9]**

Un système de refroidissement industriel est un ensemble d'équipements et de processus conçus pour extraire l'excès de chaleur généré par des procédés industriels, des machines.

Les systèmes de refroidissement sont fondés sur les principes de la thermodynamique.

Ils facilitent les échanges de chaleur entre le fluide de procédé et le réfrigérant ainsi que le rejet de la chaleur non récupérable dans l'environnement.

Les systèmes de refroidissement industriel peuvent être classés selon leur conception et le type de réfrigérant utilisé : eau ou air ou une combinaison des deux.

Les échangeurs de chaleur améliorent l'échange de chaleur entre le fluide de procédé et le réfrigérant, Le réfrigérant transporte la chaleur dans le milieu ambiant.

Dans les systèmes en circuit ouvert, le réfrigérant est en contact avec le milieu ambiant et dans les systèmes en circuit fermé, le réfrigérant ou le fluide de procédé circule dans des tubes ou des serpentins et il n'est pas en contact direct avec l'environnement.

Les systèmes à une passe sont généralement utilisés dans des installations de grande capacité localisées sur des sites disposant de sources d'eau de refroidissement et d'eaux de surface suffisantes. En l'absence de source d'eau sûre, on utilise des systèmes de refroidissement forcé (Tours de refroidissement, également appelées aéroréfrigérants).

La température du procédé et la capacité de refroidissement nécessaire doivent être garanties à tout moment pour améliorer l'efficacité du procédé industriel ou de fabrication et réduire la perte de produit et les émissions rejetées dans l'environnement. Plus les procédés sont sensibles à la température, plus le rôle de ce paramètre est important.

Le climat local constitue également un facteur important en matière de refroidissement parce qu'il influence la température des réfrigérants que sont l'eau et l'air. Et avant de choisir le type de refroidissement nécessaire pour le processus, il faut prendre en compte les contraintes liées au site comme la législation locale, les critères environnementaux et le niveau de chaleur résiduelle.

### III.1.1 Les types de refroidissement [9]

#### A. Systèmes de refroidissement en circuit ouvert et fermé :

##### ▪ Systèmes de refroidissement en circuit ouvert :

Le fluide réfrigérant entre en contact avec l'atmosphère extérieure, généralement sous forme d'eau prélevée dans un milieu naturel, et est rejeté dans l'environnement après avoir absorbé la chaleur excédentaire.



**Figure III-1** refroidissement en circuit ouvert.

##### 1) Refroidissement par Air en Circuit Ouvert :

Le refroidissement par air en circuit ouvert repose sur l'utilisation de l'air ambiant pour dissiper la chaleur. Ce type de refroidissement est particulièrement adapté dans des zones où l'eau est limitée ou difficile à obtenir.

##### 2) Refroidissement par eau en Circuit Ouvert :

Est un système plus traditionnel et largement utilisé dans les centrales électriques. Ce système repose sur l'utilisation de l'eau comme fluide réfrigérant. L'eau est prélevée directement dans une source naturelle (rivière, lac, mer) et est utilisée pour évacuer la chaleur produite par les turbines ou les autres équipements de la centrale.

- **Systèmes de refroidissement en circuit fermé :**

On dit qu'un système est en circuit fermé car le fluide réfrigérant est intégralement contenu à l'intérieur du système et n'entre pas en contact avec l'atmosphère extérieure, Il est refroidi et recirculé sans perte directe de fluide.



**Figure III-2** Refroidissement en circuit fermé ouvert.

## **B. Système de Refroidissement Direct et Indirect**

- **Système de Refroidissement Direct**

Le système de refroidissement direct est un système où le fluide de refroidissement (souvent de l'eau) entre en contact direct avec l'équipement ou le fluide chaud provenant du procédé industriel. Ce type de système est généralement utilisé lorsque l'eau est facilement disponible et que l'impact environnemental ou la gestion des ressources n'est pas une contrainte majeure.

- **Système de Refroidissement Indirect**

Le système de refroidissement indirect, en revanche, utilise un fluide intermédiaire pour transférer la chaleur entre le fluide de procédé (ou l'équipement) et l'eau ou l'air de refroidissement. Dans ce type de système, le fluide de refroidissement n'entre pas en contact

direct avec le fluide chaud, mais il circule dans des échangeurs de chaleur qui permettent le transfert thermique sans mélange direct des deux fluides.

### **III.1.2 Choix d'un système de refroidissement répondant aux exigences du conditions du site [9]**

Le choix du site influence directement l'efficacité d'un système de refroidissement. Pour un site déjà existant, il faut adapter les solutions en fonction des contraintes locales. Par exemple, un refroidissement par air peut économiser l'eau, mais il devient inefficace si le climat est trop chaud, ce qui peut réduire la performance globale de l'installation.

Donc il est important qu'au cours de la phase de conception les aspects suivants soient considérés dans le processus de choix du site :

La quantité, la qualité et les coûts du fluide de refroidissement disponible (eau et air),

- la taille disponible (aire, hauteur, poids des installations de refroidissement),
- l'effet sur la qualité de l'eau et sur les organismes aquatiques,
- l'effet sur la qualité de l'air,
- les effets météorologiques,
- les rejets de substances chimiques dans l'eau,
- les émissions sonores,
- les aspects esthétiques du bâtiment,
- les dépenses en capital pour les systèmes de refroidissement, les pompes, le traitement des conduits et de l'eau,
- les coûts de fonctionnement des pompes, des ventilateurs et du traitement de l'eau,
- les coûts annuels de maintenance et de réparation,
- les paramètres de fonctionnement tels que la durée de vie minimale, le temps de fonctionnement annuel, la charge moyenne dans le taux de production thermique et le débit d'eau,

- les exigences de fonctionnement tels que l'approche requise et la disponibilité des systèmes.
- les exigences de la législation sur l'environnement concernant les émissions de chaleur, les émissions de panache, les émissions acoustiques, la taille globale, etc.

### **III.1.3 Comparaison des avantages et inconvénients des différents types de refroidissement**

Critères	Circuit ouvert	Circuit fermé
Coût d'installation	Moins cher en raison de la simplicité du système	Plus cher en raison des équipements complexes
Consommation d'eau	Élevée, car l'eau est constamment prélevée et rejetée	Faible, l'eau est recirculée
Impact environnemental	Plus d'impact sur l'environnement	Moins d'impact sur l'environnement
Dépendance aux conditions climatiques	Très dépendant des conditions climatiques (disponibilité d'eau)	Moins affecté par les conditions climatiques
Maintenance	Moins complexe, mais nécessite de gérer les sources d'eau	Plus complexe
Efficacité thermique	Peut-être moins efficace à cause de changement climatique	Plus stable et efficace

### **III.1.4 Importance des systèmes de refroidissement dans une centrale électrique**

#### **A. Maintenir la sécurité des équipements :**

Le refroidissement aide à empêcher la surchauffe des équipements critiques tels que les turbines, les générateurs et les chaudières. En maintenant ces composants à des températures de fonctionnement sûres, les systèmes de refroidissement réduisent le risque de panne. Cela garantit la fiabilité de l'équipement.

#### **B. Optimisation de l'efficacité énergétique :**

Dans une centrale électrique, la production d'électricité est souvent liée à des processus thermiques qui génèrent une grande quantité de chaleur résiduelle. Un système de refroidissement efficace permet de dissiper cette chaleur excédentaire de manière optimale, améliorant ainsi le rendement global de la centrale. Lorsque la chaleur excédentaire est évacuée efficacement, les équipements peuvent fonctionner à leur pleine capacité, ce qui augmente le rendement énergétique et la productivité de la centrale.

#### **C. Réduction des coûts de maintenance :**

Les systèmes de refroidissement permettent d'éviter les dommages prématurés aux composants critiques. Une gestion thermique efficace réduit l'accumulation de chaleur dans les équipements, réduisant ainsi l'usure des matériaux et les besoins de maintenance. De plus, un système de refroidissement bien conçu peut réduire le nombre de pannes imprévues.

#### **D. Respecter les réglementations environnementales :**

Le refroidissement joue également un rôle dans la gestion des émissions thermique, contribuant à minimiser l'impact environnemental des centrales en évitant la libération excessive de chaleur dans l'environnement.

## **III.2 Le système de refroidissement en circuit fermé à Samsung c&t Mostaganem**

Le circuit à eau de refroidissement est conçu pour respecter les exigences de dissipation de chaleur du système d'huile de lubrification, du pré-refroidisseur d'air d'atomisation, des fixations de la turbine et des détecteurs de flamme, des refroidisseurs de gaz de et du LCI.

Les constituants du circuit d'eau de refroidissement sont situés sur le module des accessoires. Sur le module d'air d'atomisation/de combustible liquide, sur le socle de la turbine à gaz, sur le socle de l'alternateur et sur le module de séchage de l'hydrogène. Les composants comprennent des échangeurs de chaleur (plaque, châssis enveloppe et tuyau), des robinets à papillon, des diaphragmes, des clapets à bille et des vannes de contrôle de température.

Tous les appareils sont paramétrés pour donner la température, la pression et le débit corrects [10].

### **III.2.1 système de refroidissement en circuit fermé**

Dans le cadre d'une centrale électrique, chaque unité de type TG (turbine à gaz ) est équipée d'un bloc de refroidissement en circuit fermé , le circuit de refroidissement en circuit fermé fonctionne lorsque les pompes aspirent l'eau chaude après le passage dans les équipements à refroidir. Cette eau est ensuite dirigée vers des ventilateurs.

Ces ventilateurs dissipent la chaleur dans l'air ambiant, permettant ainsi de réduire la température de l'eau avant qu'elle ne soit réutilisée dans le circuit.

Ce système permet le refroidissement de plusieurs équipements clés, tels que l'alternateur de la turbine à gaz (TG), le circuit LCI de la TG, sécheur d'hydrogène de l'alternateur, l'huile de graissage de la TG, ainsi que les détecteurs de flamme et les refroidisseurs d'atomisation d'air.



**Figure III-3** : Le système de refroidissement en circuit fermé de la TG11 et TG12 à Samsung c&t.

### A. Aéroréfrigérant [11]

Un aéroréfrigérant est un cas particulier des échangeurs de chaleur. Il est composé d'une surface d'échange et d'un moyen de ventilation. C'est un dispositif permettant d'étendre de l'énergie thermique d'un fluide interne vers l'air extérieur.



**Figure III-4** : aéroréfrigérant (des ventilateurs).

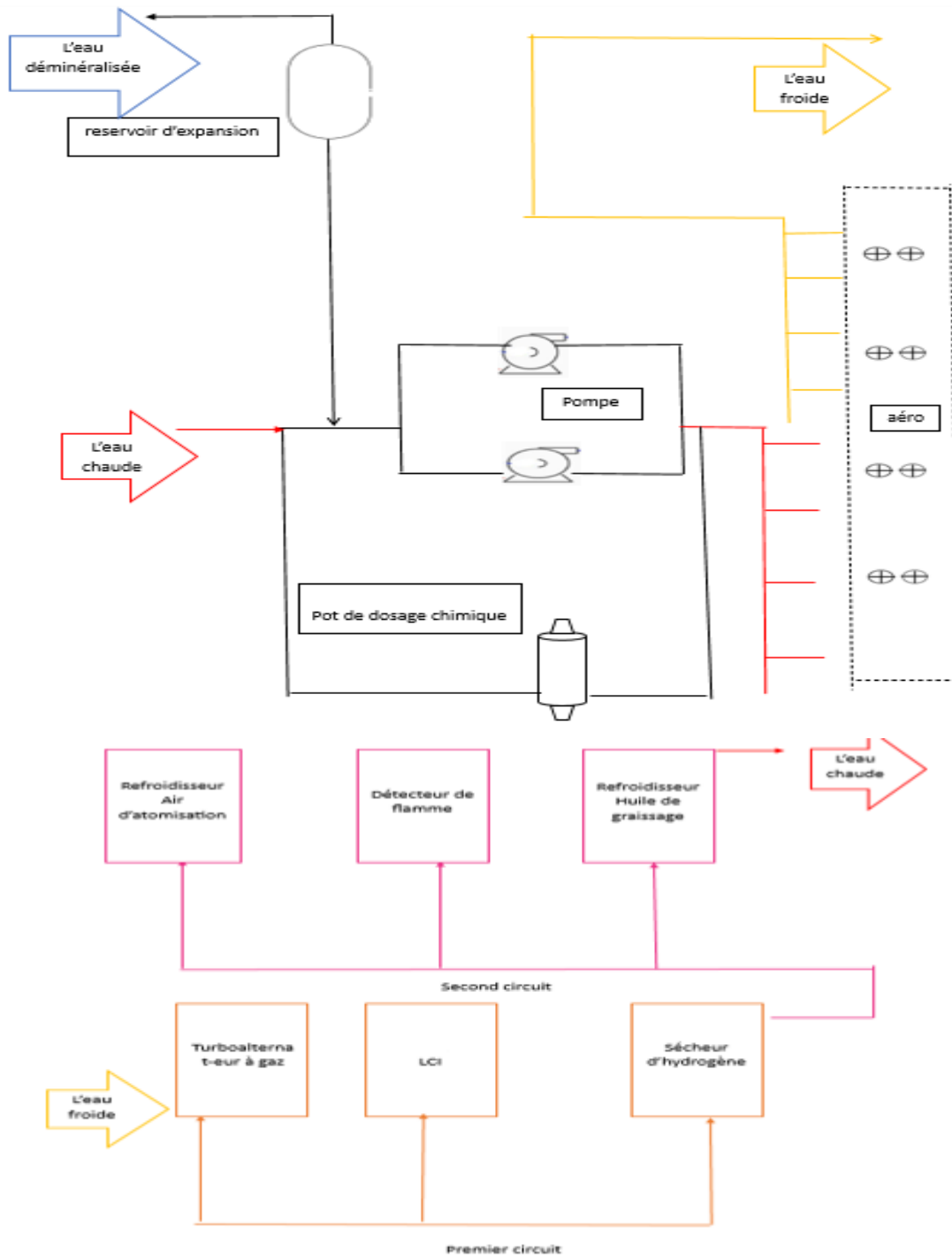


Figure III-5 Schéma de procédé de système de refroidissement en circuit fermé.

## **B. Pompes d'eau de refroidissement en circuit fermé pour le refroidissement de la TG**

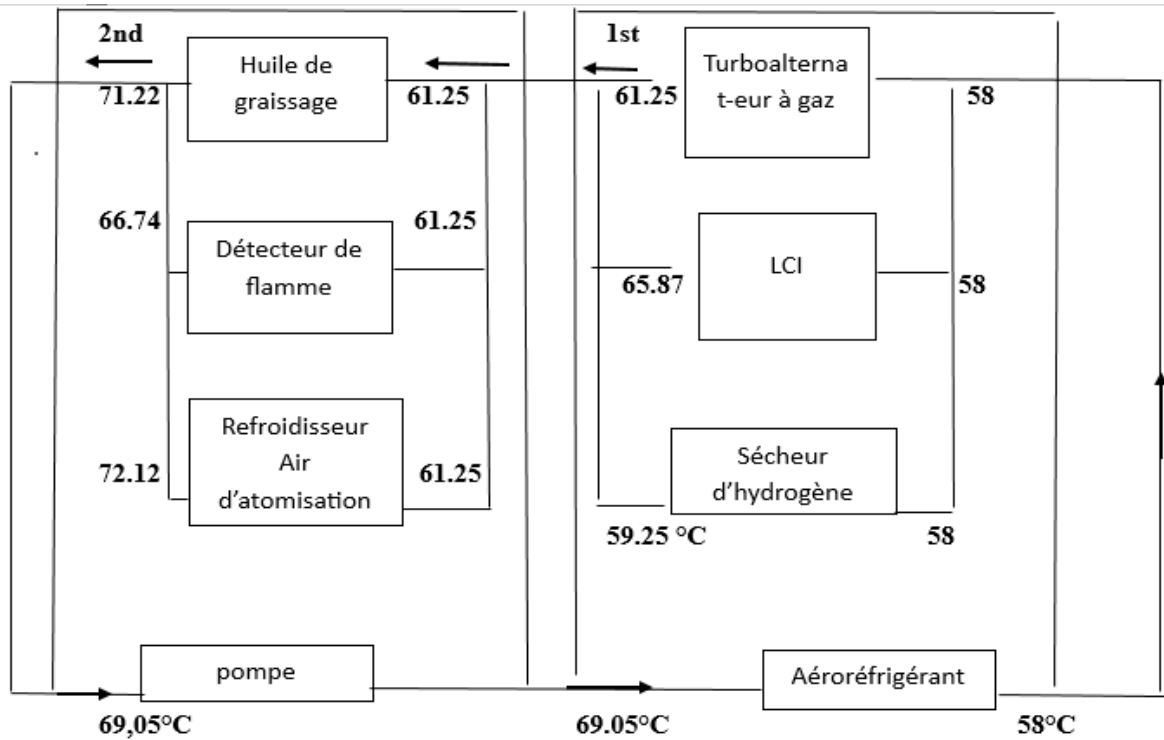
Les pompes centrifuges horizontales sont des dispositifs mécaniques qui utilisent la force centrifuge pour transporter des fluides. Elles sont largement utilisées dans divers secteurs industriels pour leur capacité à déplacer efficacement des liquides, notamment l'eau, les produits chimiques, l'huile, etc

Elément	Unité	Description
Type de pompe		Horizontale, centrifuge
Fluide pris en charge		Eau déminéralisé passivée
Quantité	Ensemble	2*100 % par unité
Capacité	m <sup>3</sup> /h	540
Hauteur manométrique totale	Mce	51,5
Norme de conception		Hi (norme de l'institut hydraulique)
Localisation		à l'extérieur

## **C. Aéroréfrigérant de TG [11]**

L'aéroréfrigérant de TG sera conçu pour la température ambiante de 45°C. Conformément aux exigences de GE considérant à 58°C la température d'eau d'admission maximum admissible (refroidisseur de l'alternateur de la TG, refroidisseur des LCI de la TG, sécheur d'hydrogène de l'alternateur), la température de sortie de l'eau de refroidissement de l'aéroréfrigérant est conçue à 58°C. Il y aura un nombre adéquat de ventilateurs en veille durant le fonctionnement normal.

Un circuit en série est adopté pour le système d'eau de refroidissement en circuit fermé de la TG. La température admissible d'admission d'eau pour le second circuit (refroidisseur d'huile de graissage de TG, détecteurs de flamme et refroidisseur d'atomisation) est de 62°C.



**Figure III-6 :** schéma de température de système de refroidissement en circuit fermé.

**Tableau III-1 :** tableaux de température d'entrer et sortie de chaque équipement.

N°d'ordre	Equipement	Circuit	Température d'admission °C	Température de sortie °C
1	Turboalternateur à gaz	Premier circuit	58	61.15
2	LCI	Premier circuit	58	65.87
3	Sécheur d'hydrogène	Premier circuit	58	59.25
4	Huile de graissage	Second circuit	61.25	71.22
5	Détecteur de flamme	Second circuit	61.25	66.74
6	Refroidisseur Air d'atomisation	Second circuit	61.25	72.12

▪ **Température moyenne de l'eau de refroidissement à la sortie du premier circuit**

$$Q = (m_1 + m_2 + m_3) \times C_p \times \Delta T \quad (\text{III } 1)$$

$$\Delta T = Q / ((m_1 + m_2 + m_3) \times C_p) \quad (\text{III } 2)$$

$$\Delta T = 1903 \times 3600 / (4,18 \times 511,45 \times 984,55) \quad (\text{III } 3)$$

$$\Delta T = 3,25^\circ\text{C} \quad (\text{III } 4)$$

$$T_1 = 58^\circ\text{C} + 3,25^\circ\text{C} \quad (\text{III } 5)$$

$$T_1 = 61,25^\circ\text{C} \quad (\text{III } 6)$$

▪ **Température moyenne de l'eau de refroidissement à la sortie du second circuit**

$$Q = (m_4 + m_5 + m_6 + m_7) \times C_p \times \Delta T \quad (\text{III } 7)$$

$$\Delta T = Q / (m_4 + m_5 + m_6 + m_7) \times C_p \quad (\text{III } 8)$$

$$\Delta T = 4559 \times 3600 / (4,18 \times 511,45 \times 984,55) \quad (\text{III } 9)$$

$$\Delta T = 7,80^\circ\text{C} \quad (\text{III } 10)$$

$$T_2 = 61,25^\circ\text{C} + 7,80^\circ\text{C} \quad (\text{III } 11)$$

$$T_2 = 69,05^\circ\text{C} \quad (\text{III } 12)$$

▪ **Température moyenne de l'eau de refroidissement à l'admission de l'aéroréfrigérant**

$$T_f = 69,05^\circ\text{C} \quad (\text{III } 13)$$

### III.3 Définitions de chaque équipement

#### 1. Turboalternateur à gaz

C'est un ensemble qui comprend une turbine à gaz et un alternateur. La turbine transforme l'énergie du gaz en énergie mécanique, et l'alternateur convertit cette énergie en électricité.

Cet équipement est au cœur de la production électrique



**Figure III-7 :** Turboalternateur à gaz.

## 2. LCI (Load Commutated Inverter)

C'est un système électronique utilisé pour démarrer la turbine à gaz et contrôler sa vitesse. Il joue un rôle important dans le pilotage de la machine, notamment lors de la mise en service, en convertissant le courant électrique en une forme adaptée au démarrage.



**Figure III-8 :** LCI (Load Commutated Inverter).

### 3. Sécheur d'hydrogène

C'est un appareil qui retire l'humidité présente dans l'hydrogène utilisé dans le système de refroidissement de l'alternateur. L'hydrogène sec est important pour éviter la corrosion et les risques électriques à l'intérieur de l'alternateur.



**Figure III-9** : Sécheur d'hydrogène.

### 4. Huile de graissage de la turbine à gaz

L'huile de graissage est utilisée pour lubrifier les pièces mobiles de la turbine, Elle réduit les frottements, évite l'usure et protège les composants mécaniques. Sa température doit être contrôlée pour garder ses propriétés.



**Figure III-10** : Huile de graissage de la turbine à gaz.

## 5. Détecteur de flamme

C'est un capteur qui vérifie en permanence la présence de la flamme dans la chambre de combustion de la turbine. Il garantit la sécurité du système : s'il détecte l'absence de flamme, il déclenche l'arrêt pour éviter un accident.



Figure III-11 : Détecteur de flamme.

## 6. Air d'atomisation

C'est de l'air comprimé utilisé pour pulvériser finement le carburant dans la chambre de combustion. Cela permet un bon mélange air-carburant, favorisant une combustion complète, stable et plus propre.

### III.4 L'importance du refroidissement pour chaque équipement

#### 1. Turboalternateur à gaz

Pendant la production d'électricité, l'alternateur génère beaucoup de chaleur. Le refroidissement permet d'éviter la surchauffe des enroulements et des composants internes, assurant ainsi une bonne performance électrique, une longue durée de vie et la sécurité de l'installation.

## **2. LCI (Load Commutated Inverter)**

Le LCI contient des composants électroniques sensibles qui chauffent fortement lors du fonctionnement. Le refroidissement protège ces composants contre les défaillances thermiques, garantissant un démarrage fiable et une régulation efficace de la turbine.

## **3. Sécheur d'hydrogène**

Même s'il ne refroidit pas directement, il protège le système de refroidissement à l'hydrogène. L'élimination de l'humidité évite la corrosion, les pertes électriques et les risques d'arc électrique dans l'alternateur. Cela garantit un refroidissement stable et efficace avec de l'hydrogène sec.

## **4. Huile de graissage de la turbine à gaz**

L'huile lubrifie les roulements et les pièces mobiles. Si elle devient trop chaude, elle perd ses propriétés, ce qui peut provoquer de l'usure ou des blocages mécaniques. Le maintien d'une température correcte garantit une lubrification efficace et évite les pannes mécaniques.

## **5. Détecteur de flamme**

Ce capteur est exposé à de hautes températures dans la chambre de combustion. Le refroidissement lui permet de continuer à détecter la flamme avec précision, sans dérive ni panne, garantissant ainsi la sécurité de la combustion.

## **6. Air d'atomisation**

L'air comprimé utilisé pour pulvériser le carburant peut chauffer lors de sa compression. Un air trop chaud altère la qualité de l'atomisation, ce qui nuit à la combustion. Le refroidissement de cet air permet une meilleure pulvérisation du carburant, une combustion plus complète et une réduction des émissions.

## **III.5 Simulation du système de refroidissement de la Turbine à gaz avec HYSYS**

La conception d'une unité ou un procédé industriel est une tâche complexe, qui demande beaucoup de moyens humains et financiers. Pour qu'un procédé industriel soit acceptable

aujourd'hui, il doit répondre à trois critères essentiels : l'efficacité économique, la sécurité, et le respect de l'environnement. [12]

Dans ce contexte, la simulation des procédés devient un outil très utile. Elle permet de tester, analyser et optimiser un système industriel sans avoir besoin de le construire directement. Cela permet de mieux comprendre les interactions entre les différentes variables (température, pression, débit, etc.), tout en réduisant les risques et les coûts.

Le logiciel Aspen HYSYS est justement conçu pour ce type de simulation. Il permet de modéliser des systèmes thermodynamiques complexes.

Dans le cadre de ce mémoire, HYSYS a été utilisé pour simuler le système de refroidissement en circuit fermé de la turbine à gaz de la centrale électrique à cycle combiné (Samsung C&T – Mostaganem).

L'objectif de cette étude est la simulation du processus de refroidissement de la turbine à gaz, afin de mieux comprendre et optimiser le fonctionnement du circuit de l'eau de refroidissement.

### **III.5.1 Étapes de la simulation**

#### **A. Composants du système**

- 1- Le fluide utilisé est l'eau
- 2- Une pompe
- 3- Les équipements à refroidir :
  - TURBOALTERNATEUR
  - LCI (Load Commutated Inverter)
  - SECH H2 (Sécheur d'hydrogène)
  - R.AIR (Refroidisseur d'air d'atomisation)
  - DF (Détecteur de flamme)
  - HUILE (Huile de graissage)
- 4- Échangeur de chaleur (aéroréfrigérant E-101)
- 5- Mélangeurs :

MIX-101 : point de retour, où se rejoignent les eaux chaudes des deux circuits

MIX-100 : point de mélange l'eau de premier circuit

6- Points de distribution et de collecte :

TEE-100 : utilisé pour la distribution entre les circuits

TEE-101 : utilisé pour la collecte des flux

7- Lignes et repères de flux :

EAU CH : ligne d'eau chaude

EAU R : ligne d'eau froide

### **B. Configuration des conditions opératoires**

Température d'entrée dans l'aéroréfrigérant : 69,05 °C

Température de sortie (refroidie) : 58 °C

Les températures à l'entrée et à la sortie de chaque équipement ont été définies selon les données du (schéma de température de système de refroidissement en circuit fermé).

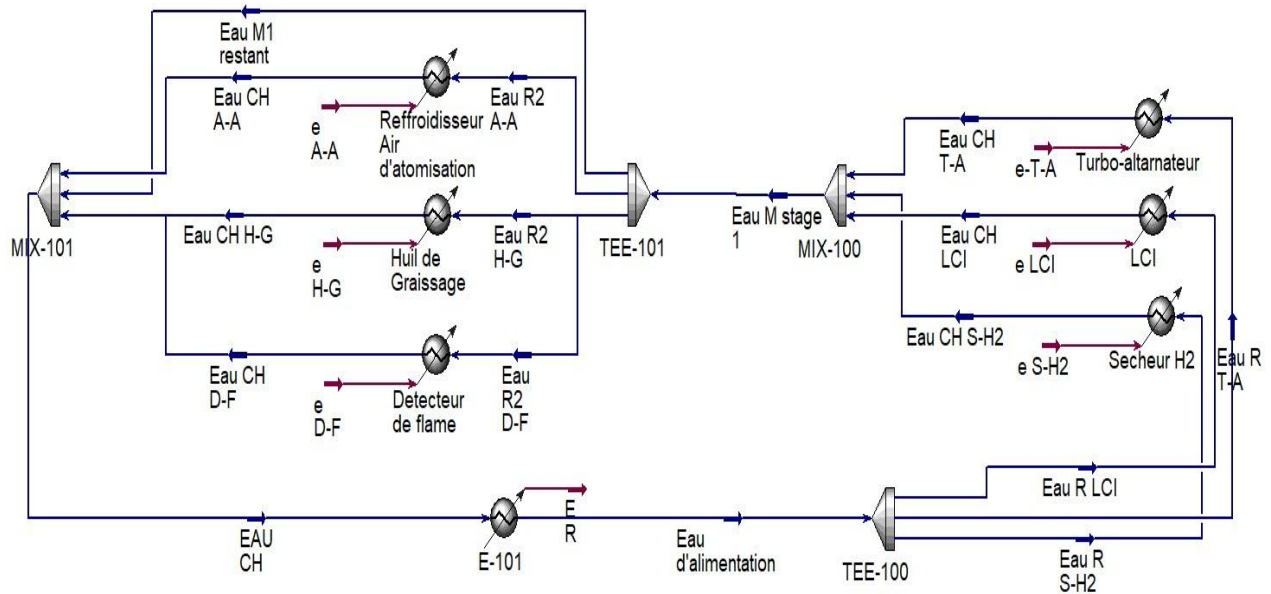
### **C. Construction du flowsheet dans HYSYS**

Un schéma fonctionnel représentant le circuit de refroidissement a été construit, avec les connexions entre la pompe, les équipements et l'aéroréfrigérant.

### **D. Exécution de la simulation et interprétation**

Le système a été testé avec différentes valeurs de débit, afin d'observer leur impact sur la température de retour.

Les résultats ont été comparés pour analyser la stabilité du système.



**Figure III-12 :** flowsheet de simulation du système de refroidissement en circuit fermé sous Aspen HYSYS.

Le flowsheet de simulation sous HYSYS représente un système de refroidissement en circuit fermé, conçu pour extraire la chaleur de six équipements essentiels liés à la turbine à gaz. L'eau refroidie, à une température de 58 °C, sort de l'aéroréfrigérant nommé E-101, Une fois refroidie, l'eau est dirigée vers deux circuits parallèles :

Le 1<sup>er</sup> circuit (1st) : le turboalternateur à gaz, LCI, et le sécheur d'hydrogène.

Le 2<sup>ème</sup> circuit (2nd) : le refroidisseur d'air d'atomisation, le détecteur de flamme, et l'huile de graissage.

Dans chaque équipement, l'eau absorbe la chaleur : par exemple, elle entre dans huile de graissage à 61,25 °C et en ressort à 71,22 °C, ce qui démontre un transfert thermique efficace.

Après avoir traversé tous les équipements, l'eau chaude revient vers le point MIX-101, un mélangeur de retour, où se rejoignent les flux des deux circuits.

Cette eau est ensuite aspirée par la pompe, qui l'envoie vers l'aéroréfrigérant pour être refroidie à 58 °C, bouclant ainsi le cycle.

### **III.5.2 4 Analyse des résultats**

A partir des résultats obtenus par la simulation, on a constaté que la température de sortie d'eau au niveau aéroréfrigérant reste quasiment constante, même lorsque le débit de la pompe est varié, donc la variation du débit n'a eu qu'un effet très faible sur la température en sortie, ce qui montre que l'impact du débit sur le comportement thermique du système est très limité.

### **III.6 Conclusion**

La simulation réalisée avec Aspen HYSYS a permis d'analyser l'effet du débit de la pompe sur la température de retour d'eau dans le système de refroidissement en circuit fermé.

Même en faisant varier le débit de la pompe autour de la valeur de 540 m<sup>3</sup>/h, la température de retour reste pratiquement constante.

Cette stabilité peut s'interpréter par :

La grande capacité thermique d'eau.

Une circulation bien équilibrée dans le circuit.

L'efficacité de l'aéroréfrigérant E-101.

Ainsi, Grâce à des conditions limitantes bien établies, le comportement thermique global du système reste stable et n'est pas significativement influencé par la variation du débit de la pompe.

## **Conclusion générale**

Ce travail nous a permis d'approfondir la compréhension du fonctionnement d'un système de refroidissement en circuit fermé, tel qu'il est mis en œuvre au sein de la centrale électrique à cycle combiné de Samsung C&T à Mostaganem. À ce propos, il a été jugé nécessaire d'étudier d'une part le rôle essentiel du refroidissement dans la stabilité et la performance des équipements, et d'autre part l'importance de la qualité de l'eau et des traitements chimiques associés.

L'étude de la qualité de l'eau a montré l'importance du suivi rigoureux des paramètres physico-chimiques (pH, nitrites, conductivité) ainsi que l'efficacité des traitements chimiques, notamment l'utilisation d'inhibiteurs de corrosion et de biocides.

Enfin, la simulation du circuit sous Aspen HYSYS permettra de mieux comprendre et optimiser le fonctionnement du circuit.

Ce travail confirme que pour garantir un refroidissement optimal et durable, il est essentiel d'assurer une qualité d'eau maîtrisée, une circulation bien équilibrée et un suivi technique continu.

## Bibliographie

- [1] Recommandation concernat l'eau de refroidissement ( Samsung c&t).
- [2] Hibatt Erahmenr Messikh, Nawel Yasmine, Gueraich.(Etude de la qualité physico-chimique et organoleptique des eaux destinées à la consommation humaine du forage Ras El Ain (Boumerzoug)),2019 2020, mémoire de master, université des freres Mentouri, Constantine1.
- [3] <https://facmed.univ-constantine3.dz/wp-content/uploads/2021/12/Les-m%C3%A9thodes-de-mesure-du-pH.pdf> , Faculté de Médecine, Université Constantine 3, 2021\_2022,06 mars 2025.
- [4] Fabio Farinazzo, <https://www.q8oils.com/fr/travail-des-metaux/la-corrosion-expliquee/#:~:text=La%20corrosion%20d'un%20m%C3%A9tal.en%20une%20forme%20chimique%20stable>, 15 janvier 2018, 06 mars 2025.
- [5] kurita.Europe, <https://www.kurita.eu/fr/traitement-de-leau-2/eau-de-refroidissement-2/>, 08 mars 2025.
- [6] Merritt J. Osborn, corrosion inhibitors for cooling water systems , [https://www.ecolab.com/solutions/cooling-water-treatment#:~:text=@websolutions=\[Cooling%20Water%20Treatment\]&f:@webapplications=\[Water%20Treatment\]](https://www.ecolab.com/solutions/cooling-water-treatment#:~:text=@websolutions=[Cooling%20Water%20Treatment]&f:@webapplications=[Water%20Treatment])], 1986, 09 mars 2025.
- [7] Mangus, activité microbiologique, <https://www.magnus.ca/tours-refroidissement>, 1946, 10 mars 2025.
- [8] Rouane, Islam,( Les eaux de refroidissement industriel cas E.N.I.C.A.B (Wilaya de Biskra) et impact sur l'environnement), juin 2016, mémoire de master, université mohamed khider,Biskra.
- [9] Commission européenne, Document de référence sur les meilleures techniques disponibles, Systèmes de refroidissement industriels , ministère de l'écologie et du développement durable, republique française, Décembre 2001.
- [10] Système à double combustible de refroidissement de l'eau (Samsung c&t).
- [11] <https://www.xpair.com/lexique/definition/aerorefrigerant.htm#:~:text=Un%20a%C3%A9ror%C3%A9frig%C3%A9rant%20ou%20tour%20de%20refroidissement%20est%20un%20syst%C3%A8me%20servant.engendrer%20une%20pollution%20des%20rivi%C3%A8res>, définition Aéroréfrigérant, 31 janvier 2024, 10 mai 2025.
- [12] Bensmaine Mohamed, Louri Amina, (Utilisation du simulateur « Aspen HYSYS » dans l'étude de l'augmentation de la charge de la colonne V602 du complexe CPI/Z), 2021\_2022, mémoire de master, université Ablehamid Ibn Badis, Mostaganem .
- [13] Information de produit et les données de sécurité (Samsung c&t).