



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
La République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de L'Enseignement Supérieur & la Recherche Scientifique  
جامعة عبد الحميد بن باديس - مستغانم  
Université Abdel Hamid ibn Badis – Mostaganem  
كلية العلوم والتكنولوجيا  
Faculté des Sciences et de la Technologie



N° d'ordre : M...../GP/2022

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES DE MASTER ACADEMIQUE

**Filière : Génie Des Procédés**

**Spécialité : Génie chimique**

*Thème*

**Traitement et conditionnement des eaux de process de la  
Société de production d'électricité de MARSAT EL HADJADJ**

**Présenté par :**

1. FATMI KENZA
2. KHELIFI YAMINA

*Soutenu le 07/07/ 2022 devant le jury composé de :*

Présidente : Z. MEKIBES

Dr UMAB - Mostaganem

Examinatrice : N.DOUARA

Dr UMAB - Mostaganem

Encadreur : D.R.MEROUANI

Pr UMAB - Mostaganem

**Année Universitaire : 2021 / 2022**

## Remercîments

*On remercie dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire.*

*Tout d'abord, ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir le jour sans l'aide et l'encadrement de Mr MEROUANI, On le remercie pour la qualité de son encadrement exceptionnel, pour sa patience et sa disponibilité durant notre préparation de ce mémoire.*

*Nous tenons à gratifier aussi les membres de jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail.*

*Nos remerciement s'adresse également à tous nos professeurs pour leurs générosité et la grande patience dont ils ont su faire preuve malgré leurs charges académiques et professionnelles.*

*Enfin, On adresse nos sincères sentiments de gratitude et de reconnaissances à toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*



Merci

## *Dédicace*

*A Mon père, de plus profond de mon cœur. Que dieu vous  
garde dans sa sainte miséricorde.*

*A La personne la plus chère au monde : à toi ma mère.*

*A mon maris pour leur soutien*

*A ma fille INES ET mon fis ZAKARIA*

*A Mes très chers frères et sœurs*

*A mes beaux frères et mes belles sœurs*

*A Tous mes cousins, cousines et leurs familles.*

*A mes très chers amis AMEL -CHAIMAE*

*A tous mes amis de l'université*

*A tous mes enseignants depuis mes premières années d'études.*

*A mon binôme FATMI KENZA*

*Que je dédie ce modeste travail*



*KHELIFI · Y*

## *Dédicace*

*Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude, le respect,  
la reconnaissance, c'est tout simplement que Je dédie ce  
modeste travail:*

*A mes chers parents pour leurs soutien, leur patience, leur  
encouragement durant mon parcours universitaire.*

*A toute ma famille.*

*A tous mes enseignants depuis mes premières années d'études.*

*A mon binôme KHELIFI pour son soutien moral,*

*Sa patience et sa compréhension tout au long de ce travail.*



*FATMI ·K*

# Sommaire

Introduction .....	1
I-Synthèse bibliographique .....	2
I-1- Situation géographique de la centrale .....	2
I-2- Présentation de l'unité .....	2
I-3- Principe de fonctionnement du la centrale .....	4
I-4- Traitement des eaux chaudière de la SPE à partir des eaux de mer.....	6
I-4-1- Station filtration et de pompage.....	6
I-4-2-Station d'électro-chloration.....	8
I-4-3-Station de dessalement Multi Flash.....	9
I-4-4-Station de déminéralisation .....	11
I-4-5- Station de production d'hydrogène .....	12
I-5- Circuit eau vapeur .....	13
I-5-1-Circuit eau d'extraction.....	13
I-5-2- Circuit eau d'alimentaire.....	16
I-5-3- Circuit vapeur.....	19
II-Partie pratique.....	22
II-1-Problématique.....	22
II-1-1-Le primage.....	22
II-1-2-L'entartrage .....	22
II-1-3- La corrosion .....	23
II-2- Traitement chimique des eaux de la centrale.....	24
II-2-1-Traitement de la chaudière aux phosphates.....	24
II-2-2- Traitement de potabilisation .....	25
II-2-3- Traitement avec l'hydrazine.....	25
II-2-4- Traitement avec l'ammoniaque.....	25
II-2-5- Traitement avec l'hypochlorite de sodium.....	25
II-3- Les points d'injection des produits chimiques.....	25
II-3-1- L'hypochlorite de sodium .....	25
II-3-2- L'ammoniaque (NH <sub>4</sub> OH).....	26
II-3-3- L'hydrazine .....	26
II-3-4- Le phosphate trisodique ( Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> ).....	26
II-4- Système d'échantillonnage .....	26
II-4-1- Système d'échantillonnage des tranches .....	26
II-4-2- Système d'échantillonnage des auxiliaires.....	27

II-5- Les méthodes d'analyses .....	27
II-5-1- Mesure de conductivité .....	27
II-5-2- Mesure de pH .....	27
II-5-3- Mesure de l'ammoniaque .....	28
II-5-4- Mesure de l'hydrazine .....	29
II-5-5- Mesure de la silice .....	29
II-5-6- Mesure de taux de Fer .....	31
II-5-7- Mesure de taux de cuivre .....	31
II-5-8- Mesure de taux de chlore .....	31
II-5-9- Mesure de taux de phosphate .....	32
II-6- Les Analyses au laboratoire .....	32
II-6-1- Les Analyses du groupe 2 .....	32
II-6-2- Les Analyses du groupe 3 .....	33
II-6-3- Bulletin d'analyse des différentes cas d'anomalies .....	34
- Bulletin 1 .....	34
Conditionnement .....	34
- Bulletin 2 .....	35
Conditionnement .....	35
- Bulletin 3.....	36
Conditionnement .....	36
- Bulletin 4 .....	37
Conditionnement .....	37
Conclusion.....	38
Annexe.....	39

## Introduction générale

L'évolution de nos sociétés humaines est très étroitement liée à la découverte d'énergie. En apprenant à maîtriser le feu, la force du vent et de l'eau, à utiliser le bois, le charbon, le pétrole... les hommes ont sans cesse cherché à améliorer leur bien-être. Mais, selon la façon dont l'énergie est produite, partagée ou utilisée, elle peut aussi être un facteur de régression. Les premiers hommes ne pouvaient compter que sur leur force musculaire pour se déplacer, chasser, façonner des objets et les transporter, construire leurs abris.

A la fin du XVIII<sup>ème</sup> siècle, le couple charbon- vapeur donne le coup d'envoi à la révolution industrielle. L'énergie devient ainsi disponible en plus grande quantité sur un même lieu. Il est alors possible de faire fonctionner de nombreuses machines-outils, de faire avancer une locomotive, des bateaux à vapeur... Dès le début du XX<sup>ème</sup> siècle, l'utilisation du gaz, du pétrole et de l'électricité change radicalement le mode de vie des pays riches. Cela modifie également la vie de nombreux hommes dans les pays qui possèdent des mines ou des gisements dans leurs sous-sols. L'innovation et la recherche se poursuivent. En 1896, la radio activité naturelle est découverte sur des sels d'uranium par le physicien Henri Becquerel. Les premières centrales nucléaires ouvrent dans les années 1950. A la même période, plusieurs pays décident de construire de grands barrages hydroélectriques et de trouver des solutions pour utiliser la chaleur des eaux en sous-sol pour le chauffage et la production d'électricité(géothermie). De nos jours, la consommation d'énergie ne cesse de croître, les besoins sont en constante augmentation, on cherche à exploiter toutes les énergies disponibles, parfois au mépris de l'environnement. Dans ce contexte, nous nous sommes intéressés à la production de l'énergie électrique, en Algérie, via la station électrique de Marsat El Hadjadj « SPE ».

Pour sauvegarder et prolonger la durée de vie de la centrale thermique, il faut tenir compte à la qualité des eaux utilisées pour la production de la vapeur, elle doit répondre aux divers cahiers de charge des constructeurs de chaudières, afin d'éviter l'entartage le primage et la corrosion. Notre travail consiste à analyser, contrôler et conditionner les eaux des chaudières de la SPE et veiller au respect des normes internationales requises dans ce domaine. Pour cela, nous avons structuré notre mémoire en deux grands chapitres ; le premier chapitre est une synthèse bibliographique englobant une présentation du complexe et les différents circuits des eaux de mer, l'eau déminéralisée, et le circuit eau-vapeur ; le second chapitre regroupe une problématique liée à la qualité des eaux de processus et son impact sur les circuits eau – vapeur. Spécialement l'entartage, le primage et la corrosion.

# Chapitre I

## Synthèse bibliographique

### ***I-1-Situation Géographique :***

La centrale thermoélectrique de **MARSAT EL HADJADJ** est située au bord de la mer à 14 Km environ de la zone industrielle d'Arzew et à 50 Km à l'est d'Oran .



**Figure I-1 :** La situation géographique par satellite du centrale MARSAT EL HADJADJ  
*D'après le maps :Google*

### **I-2 Présentation de l'unité**

La centrale se compose de cinq tranches identiques produisant chacune 168 MW pour le réseau national et 8 MW pour les auxiliaires de la centrale. Sachant qu'une Tranche de production correspond à l'unité de production standard d'une centrale électrique.

Les auxiliaires centrales :

- Station de pompage et filtration
- Station de dessalement
- Station de déminéralisation
- Station d'électrochloration
- Station d'hydrogène

**Chapitre I**  
**Synthèse bibliographique**



**Figure I-2 :** Les cinq groupes de production du centrale MARSAT EL HADJADJ

Référence Photo prise par MADAME KHELIFI -Y

La centrale thermoélectrique de **MARSAT EL HADJADJ** consiste à produire de l'électricité par l'alternateur à partir d'une transformation d'énergie calorifique en énergie mécanique à travers la turbine. Le cycle thermique de la production de l'électricité est représenté par le diagramme de MOLIER :

- [AB] : Poste d'eau RBP et RHP.
- [BC] : Ballon chaudière (évaporation).
- [CD] : Surchauffeurs (sh1, sh2 et sh3).
- [DE] : Détente de la vapeur dans le corps HP de la turbine.
- [EF] : Resurchauffeurs de la vapeur.
- [FG] : Détente de la vapeur dans le corps MP et BP de la turbine.
- [GA] : Condensation de la vapeur dans le condenseur.

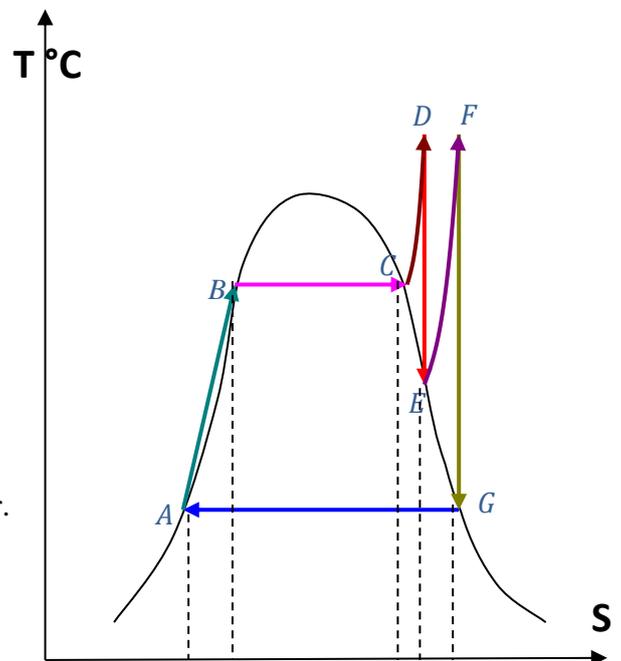
Avec

RBP ; réchauffeur basse pression

RHP ; ; réchauffeur haute pression

Sh1 et sh2 et sh3 des surchauffeurs

HP : haute pression ; MP : moyenne pression et BP : basse pression



**Figure I.3 :** Diagramme de Molier « cycle thermique

#### I-3 Principe de fonctionnement de la centrale

La centrale thermoélectrique produit l'énergie électrique à partir d'une énergie calorifique.

L'énergie calorifique ne peut être directement transformée en énergie électrique ; il faudra donc réaliser plusieurs transformations successives.

##### A- Chaudière

Dans la chaudière ; l'eau circule à travers des tubes qui sont au contact avec des fumées provenant de la combustion (gaz-air), l'eau monte en température jusqu'à devenir vapeur. C'est une transformation :

**Energie de combustion → Energie calorifique**

La vapeur produite par la chaudière sera utilisée comme fluide moteur de la turbine.

##### B- Turbine

La vapeur produite par la chaudière pénètre dans la turbine ou un appareil nommé tuyère va lui donner une vitesse réalisant une nouvelle transformation :

**Energie calorifique → Energie cinétique**

Dans la turbine toujours, cette vapeur à grande vitesse va venir frapper tangentiellement des ailettes mobiles et les entraînés provoquant leur mise en rotation, c'est une nouvelle transformation.

**Energie cinétique → Energie mécanique**

##### C- Alternateur

Il est entraîné à vitesse constante par la turbine et l'ultime transformation est réalisée

**Energie mécanique → Energie électrique**



#### **I-4-Traitement des eaux de chaudière de la SPE à partir des eaux de mer**

##### **I-4-1-Station de filtration et de pompage**

###### **A/prise eau de mer**

L'eau est aspirée à la prise d'eau se trouvant dans la digue qui est construite à l'entrée de la crique EST. Le fond de la prise d'eau est situé au niveau -5m. Une grille grossière est prévue en amont de cette dernière empêchant l'aspiration d'éventuels corps encombrants. De la prise d'eau de mer trois conduites séparées BONNA d'une longueur d'environ 65 à 75 m véhiculant l'eau de circulation aux chaînes de filtration de la station de pompage.

###### **B/ Dégraisseur**

Une grille fixe se trouvant en amont du tambour filtrant avec un maillage plus réduit. Equipée d'un dégraisseur automatique qui récupère les débris qui ont pu traverser la grille de prise d'eau de mer. Les débris ainsi récoltés sont transportés par les eaux de lavage des tambours filtrants évacués dans des rigoles en maçonneries et collectes dans des paniers à feuilles.

###### **C/ Filtre rotatif**

Le filtre rotatif a un maillage encore plus réduit que celle du dégraisseur d'un diamètre de 3700 mm .L'eau arrive par les côtes latérales du filtre et doit le traversé pour pouvoir continuer son parcours vers la pompe de circulation. Pour le nettoyage des filtres à tambour et l'évacuation des débris, on a prévu quatre pompes verticales commandées par pressostats différentiels.

Les filtres sont conçus pour un débit de 150 % du débit nominal.

Si nous avons une arrivée massive d'algues ou une augmentation du delta N tambour filtrant :

- S'assurer que le tambour filtrant est en service en grande vitesse et que la pompe de lavage fonctionne au débit normal (rondier auxiliaire).
- Arrêter une pompe de circulation, sur les deux pompes en service en limitant volontairement la charge a une valeur de 120 MW. Ceci permet d'évité, d'une part le déclenchement des 2 pompes de circulation et d'autre part le déclenchement de la turbine par très bas vide au condenseur.
- Note : pour marssat2, la grille rotative doit être disposée en automatique.

###### **D/Batardeau**

Les batardeaux places dans les rues d'eau entre les pompes de circulation et parallèlement aux axes des chaînes de filtration donnant la possibilité de nettoyer la rue d'eau ou effectuer des réparations.

###### **E/Grille courbe**

. Pour la filtration des eaux de lavage des filtres, il y a une grille courbée a nettoyage mécanique, à

# Chapitre I

## Synthèse bibliographique

bras tournants (commandé par un pressostat différentiel) qui recueille les débris et les jettent dans des paniers à feuilles

### F/Injection du chlore

Pour protéger la longueur totale du circuit d'eau de circulation contre la formation d'une flore marine, la fixation et le développement de micro-organismes, on a prévu une installation d'injection de chlore dans les points suivants :

1. A la prise d'eau de mer.
2. Dans le poste de pompage en amont des filtres rotatifs à tambour.
3. Salle des machines en amont des condenseurs.

Un dosage continu de chlore de 1 à 1,5 mg/l est prévu ainsi qu'un dosage périodique de 5 mg/l pendant 15 min tous les trois à 4 heures.

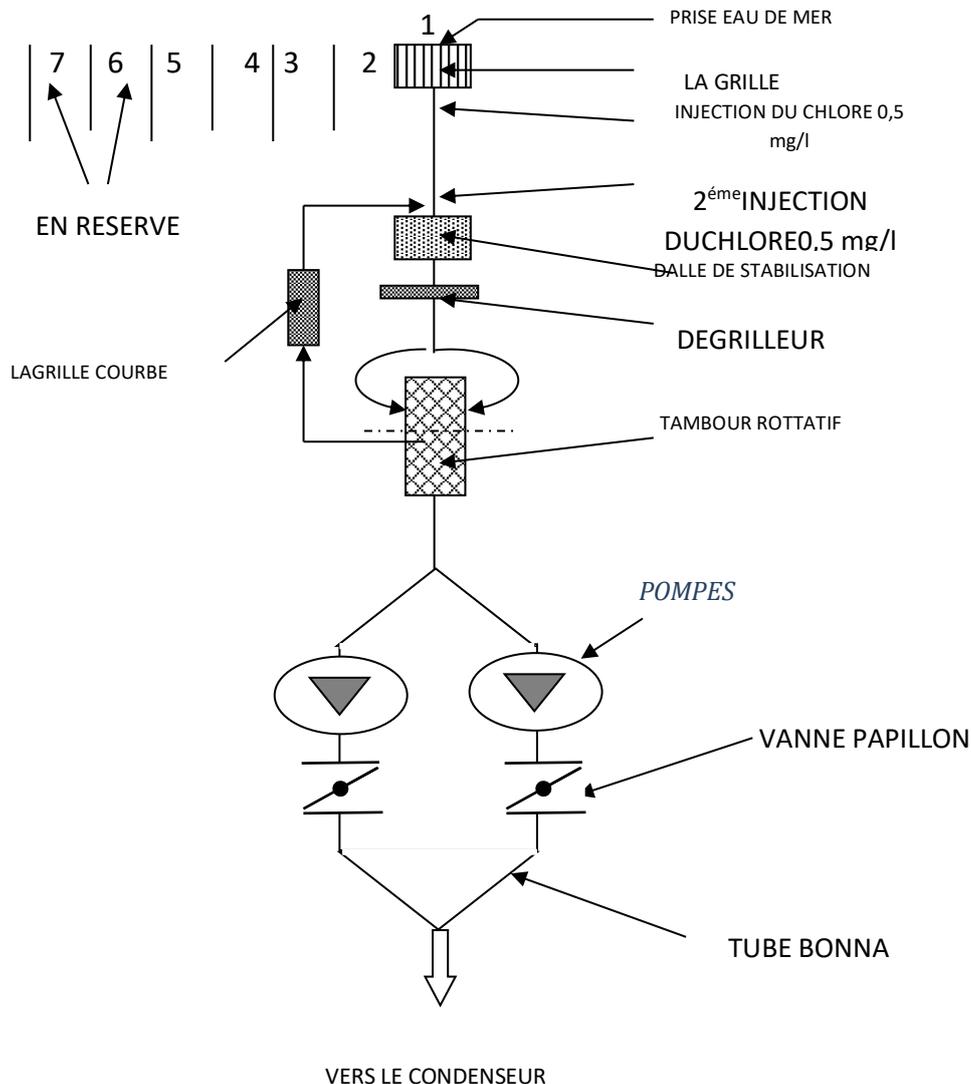


Figure I.5 : schéma de la station de filtration

#### I.4-2-Station d'électrochloration

##### A/ But de l'électrochloration

La station d'électrochloration sert à produire l'hypochlorite de sodium en quantité nécessaire au traitement de l'eau de mer de refroidissement des tranches. L'eau de mer est ainsi traitée pour éviter le développement des micro-organismes afin d'éviter le bouchage des équipements de filtration et les tubes des réfrigérants NORIA et condenseurs.

##### B/Description de l'installation

La station d'électrochloration est constituée de trois batteries(A.B.C)

- Une batterie est constituée de quatre électrolyseurs connectés en parallèle coté eau de mer et coté électrique
- Une ligne d'électrochloration de l'eau est constituée de :
  - Une pompe eau de mer à axe centrifuge et verticale.
  - Un filtre autonettoyant pour la filtration de l'eau de mer
  - Quatre électrolyseurs, chaque électrolyseur comprend 10 cellules (Anodes/Cathodes).
  - Un bac de stockage de l'hypochlorite de sodium (NaClO).
  - Une pompe d'injection de l'hypochlorite.
  - Un dispositif de lavage acide, commun aux trois batteries.

##### C/Principe de fonctionnement

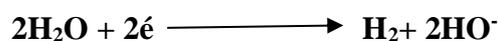
Le procédé consiste en une électrolyse partielle de Chlorure de sodium (NaCl) dissous dans l'eau de mer qui est forcé à travers des couples d'électrodes (cathodes/ anodes) assemblés en un électrolyseur connecté à une source de courant continue.

Des successives réactions chimiques se développent à l'intérieur de l'électrolyseur, parmi les produits de l'électrolyse :

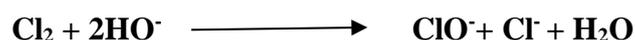
- Le chlore gazeux qui se développe à l'anode



- L'hydrogène gazeux s'évolue à la cathode :



- Le chlore et ions hydroxyles se combinent chimiquement pour produire des ions de chlorure et d'hypochlorite :



Des réactions secondaires se développent en même temps comme la formation des carbonates et hydroxydes insolubles qui se déposent en fil de temps sur les électrolyseurs, pour remédier il est nécessaire d'effectuer un lessivage avec acide chlorhydrique diluée à 5%.

L'eau de mer chloré est envoyer par gravité aux bacs de stockages, et l'hydrogène produit est évacuer à l'atmosphère après avoir été diluée par des ventilateurs de dilutions.

Trois pompes d'injections continues envoient une quantité nécessaire de l'hypochlorite à la prise d'eau de mer et amont tambour filtrant, et deux pompes d'injections à choc envoient une quantité nécessaire de l'hypochlorite à l'entrée de chaque demi-condenseur.

#### **D/Système de lavage acide**

Le lessivage est nécessaire pour dissoudre et éliminer les dépôts de qui se forment sur les électrodes pendant le fonctionnement en faisant circuler une solution d'acide chlorhydrique à 5%.

Ce lessivage se fait en suivant les phases suivantes :

- 1- La vidange des électrolyseurs.
- 2- La recirculation de l'acide chlorhydrique.
- 3- Le contrôle de la concentration d'acide chaque 15mn.
- 4- La récupération de l'acide.
- 5- Rinçage avec eau de mer.

#### **I-4-3-Station de dessalement Multi Flash**

##### **A/Introduction**

L'eau utilisée pour la production de la vapeur est l'eau de mer, cette dernière ne peut être utilisée directement dans la centrale, elle doit subir un prétraitement qui consiste à extraire de l'eau de mer les éléments qui peuvent provoquer des bouchages dans des différents installations ou la détérioration des autres équipements. Le dessalement d'eau de mer est une opération qui se base principalement sur l'évaporation de l'eau de mer puis la condensation de la vapeur résultante pour obtenir finalement une eau distillée.

##### **B/Principe de fonctionnement**

L'eau de mer est dessalé dans un évaporateur constituée de 14 chambres (étages), il est considéré comme source froide est reçoit la chaleur de vaporisation.

L'eau de saumure est réchauffée dans l'échangeur de saumure par l'eau chaude produite par la Chaudière, cet échangeur représente la source chaude du cycle de production de l'eau dessalé.

La saumure s'évapore en partie, sa température est supérieure à celle des autres étages.

La vapeur produite se condense, elle cède alors sa chaleur à la saumure qui se réchauffe.

L'installation **Multi Flash** fonctionne sous vide qui est obtenu au moyen d'une pompe à vide qui aspire les gaz incondensables de vapeur.

#### **C/Les caractéristiques de l'eau dessalée**

- Conductivité :  $Cd \leq 4,7 \mu\text{s/cm}$ .
- pH = 8.
- Injection de SOKALAN (Antitartre) à l'entrée de l'eau de mer au corps bouilleur 117g/l.

#### **D/Prévention contre l'entartrage des faisceaux**

Les échanges thermiques au sein d'un poste de distillation, se font par l'intermédiaire des faisceaux tubulaires, pour obtenir des coefficients d'échange suffisants et ne diminuant pas sensiblement au cours de fonctionnement, il est nécessaire d'éviter l'entartrage des faisceaux tubulaires. L'entartrage est un dépôt des sels minéraux dont la solubilité décroît lorsque la température de l'eau augmente. Pour diminuer les risques d'entartrage, la température de vaporisation de l'eau de mer a été choisie moins de 100°C, d'autre part l'eau est traité par injection d'un produit antitartre nommé : **"BELGARD EV"**, choisi pour sa bonne efficacité contre la précipitation de sels.

#### **E/Lutte contre l'encrassement de la chaudière**

La production de l'eau chaude qui fait l'échange thermique avec l'eau de mer se fait par la chaudière, pour pouvoir garder cette équipement une longue durée il faut la protéger. La protection se fait par l'injection d'un produit chimique nommé **"LA CILLIT"** cette dernière a pour but de lutter contre la corrosion en formant une couche protectrice qui se dépose sur toutes les parois de la chaudière, elle augmente le pH (8,5→8,6) et maintient la conductivité (25→40 $\mu\text{s/cm}$ ).

#### **F/Lessivage de l'unité de dessalement**

- On doit remplir le circuit avec de l'eau et on laisse on circulation avec la pompe acide jusqu'à ce que le niveau de la bache reste constant, on allume la chaudière pour augmenter la température jusqu'à 50 °C on arrête la chaudière et on commence le lessivage.
- On fait un appoint eau de javel (30→40l)
- Appoint d'acide chlorhydrique HCl (100→200l) et faire analyser jusqu'à la concentration de l'acide 1,5% est atteinte.
- Lorsque la concentration diminue (<1%) on fait un autre appoint HCl.
- Lorsque la concentration reste constante 1% environ 3 heures c.à.d. le lessivage est terminé, on vidange le circuit puis on ouvre le réchauffeur saumure pour constater l'entartrage, et on donne

l'ordre pour mettre l'unité en balayage.

#### I-4-4- Station de déminéralisation

##### A/Définition

La déminéralisation est une opération qui a pour but d'éliminer les ions restants dans l'eau après le dessalement, en utilisant des résines échangeurs d'ions.

##### B/Les échangeurs d'ions « Résines »

Sont des substances granulaires insolubles composant dans leur structure moléculaires des radicaux acides ou basiques susceptibles de permuter les ions positifs ou négatifs fixes sur les radicaux par des ions de même signe qui se trouve en solution dans l'eau brute, ses échange d'ions sont appelées « Résines », il existe deux catégories d'échangeurs d'ions :

- 1- Les résines cationiques :Les échangeurs de cations possèdent des groupements sulfoniques  $\text{HSO}_3^-$  ou carboxyliques  $\text{COOH}$  et qui sont capables d'échanger d'une manière réversible un cation quelconque de  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Na}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  etc. contre un cation  $\text{H}^+$  lié à un groupement actif. Les premières sont capables de fixer tous les cations de l'eau y compris les cations monovalents tels que  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  et de céder en échange des cations  $\text{H}^+$ .



Les résines faibles  $\text{R-COOH}$  sont de types carboxyliques, donc faiblement acides et de ce fait capables de fixer uniquement les cations liés à des anions des acides faibles.



- 2- Les résines anioniques :

Les échangeurs d'anions possèdent des groupements de forme  $\text{R-OH}$  et qui sont capables d'échanger d'une manière réversible un anions quelconque  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_3^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$  .....etc. contre l'anion  $\text{HO}^-$  lié à un groupement actif. Les résines anioniques fortes sont capables de fixer tous les anions de l'eau ainsi que le  $\text{CO}_2$  et la silice dissoute libérant en échange des ions  $\text{HO}^-$ , elles fixent également une grande partie de matières organiques dissoutes dans l'eau.



Les résines anioniques faible  $\text{R-OH}$  retiennent exclusivement les anions des acides forts (  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ) et laisse passé le  $\text{CO}_2$  et  $\text{SiO}_2$ .

##### C/DESCRIPTION DU PROCEDE DE DEMINERALISATION

Les lits mélangés sont insérés dans le système d'alimentation de la centrale pour éliminer les impuretés de l'eau qui peuvent provoquer des formations de dépôts ou corrosion dans les générateur

de vapeur (chaudière). Le matériel contenu dans les lits mélangés, et à travers lequel l'eau passe, est constitué d'un mélange intime de résine cationiques et anioniques, ces résines pour leurs caractéristiques respectives, sont à même de fixer les ions cationiques et anioniques et de retenir ainsi les impuretés qui se trouvent dans l'eau brute. L'eau traitée sortant des lits mélangés présente une conductibilité spécifique à 20°C de 0,2 µs/cm, une silice de 0,005 ppm et une valeur de pH égale à 7 environ.

En fin de cycle productif des lits mélangés, afin de rétablir les capacités d'échange des résines, on effectue une régénération. La régénération en premier lieu requiert le lavage en contre-courant pour nettoyer les lits et classer les résines. La résine anionique plus légère se place dans la partie supérieure et la résine cationique plus lourde se dépose sur le fond. La résine cationique (+) est donc régénérée avec l'acide chlorhydrique HCl à 4% et la résine anionique avec la soude NaOH à 4% et à 40 à 45°C de température.

#### I-4-5- Station de production d'hydrogène

##### A/Introduction

L'hydrogène est l'un des meilleurs gaz de refroidissement, il présente un très bon coefficient d'échange de la chaleur par convection, c'est la raison pour laquelle est utilisée pour le refroidissement des alternateurs des groupes et des centrales thermiques à vapeur. L'hydrogène est obtenu par l'électrolyse de l'eau déminéralisée dans un électrolyseur, l'hydrogène ainsi refroidi est stocké dans des cadres d'hydrogène et dirigé vers les alternateurs pour leur remplissage.

##### B/Fonctionnement

La station d'hydrogène fonctionne avec l'eau déminéralisée. La production d'hydrogène se fait par l'électrolyse de l'eau déminéralisée suite à la réaction suivante :



L'hydrogène se produit à la cathode et l'oxygène à l'anode. La pompe aspire l'eau de la bache déminée et le refoule vers la station d'hydrogène.

- 1- Un piquage vers le réservoir de préparation de potasse (KOH).

Dans le cas où la concentration du KOH est < 25 % → 20%, on commence à préparer ou à faire un appoint de KOH, à ce moment on commence à remplir le réservoir A avec de l'eau déminée qui vient de refoulement de la pompe pour faire dissoudre le (KOH) qui se trouve dans des sacs de 25 Kg.

2- Un piquage vers le bac pour l'appoint de la batterie et vers le tour de réfrigération.

Dans l'armoire à côté de la batterie se trouve un petit réservoir **B** qui est toujours plein avec de l'eau qui vient par gravité du réservoir **C**, la pompe aspire cette eau et le refoule :

- Vers la batterie pour faire l'appoint et pour maintenir le niveau des deux électrolyseurs ( $H_2$  et  $O_2$ ).
- Vers le laveur d' $H_2$  sous forme pulvériser pour éliminer les traces du KOH contenues dans l'hydrogène et retourne vers le petit réservoir **B** (circuit fermé).

L'électrolyseur 1 produit de l'oxygène vers le réfrigérant d' $O_2$  pour être dégagé vers l'atmosphère. L'électrolyseur 2 produit de l'hydrogène vers le réfrigérant d' $H_2$  puis le laveur d' $H_2$ , puis vers le gazomètre pour être aspiré avec un compresseur et comprimé vers les cadres.

- Au-dessous du réservoir **C** se trouve un tour de réfrigération qui est toujours plein par gravité, une pompe aspire cette eau et refoule vers le réfrigérant d' $H_2$  et  $O_2$  et retourne vers le tour pour être refroidie avec de l'air comprimé par un ventilateur.

#### **C/Les caractéristiques de l'électrolyseur**

- Débit  $H_2 = 12 \text{ m}^3/\text{h}$
- Débit  $O_2 = 6 \text{ m}^3/\text{h}$
- Courant  $I = 1140\text{A}$
- Tension  $V = 43,8 \text{ V}$
- Puissance =  $63,1 \text{ KW}$
- Température =  $79^\circ\text{C}$
- Solution électrolyte =  $1180 \text{ L}$

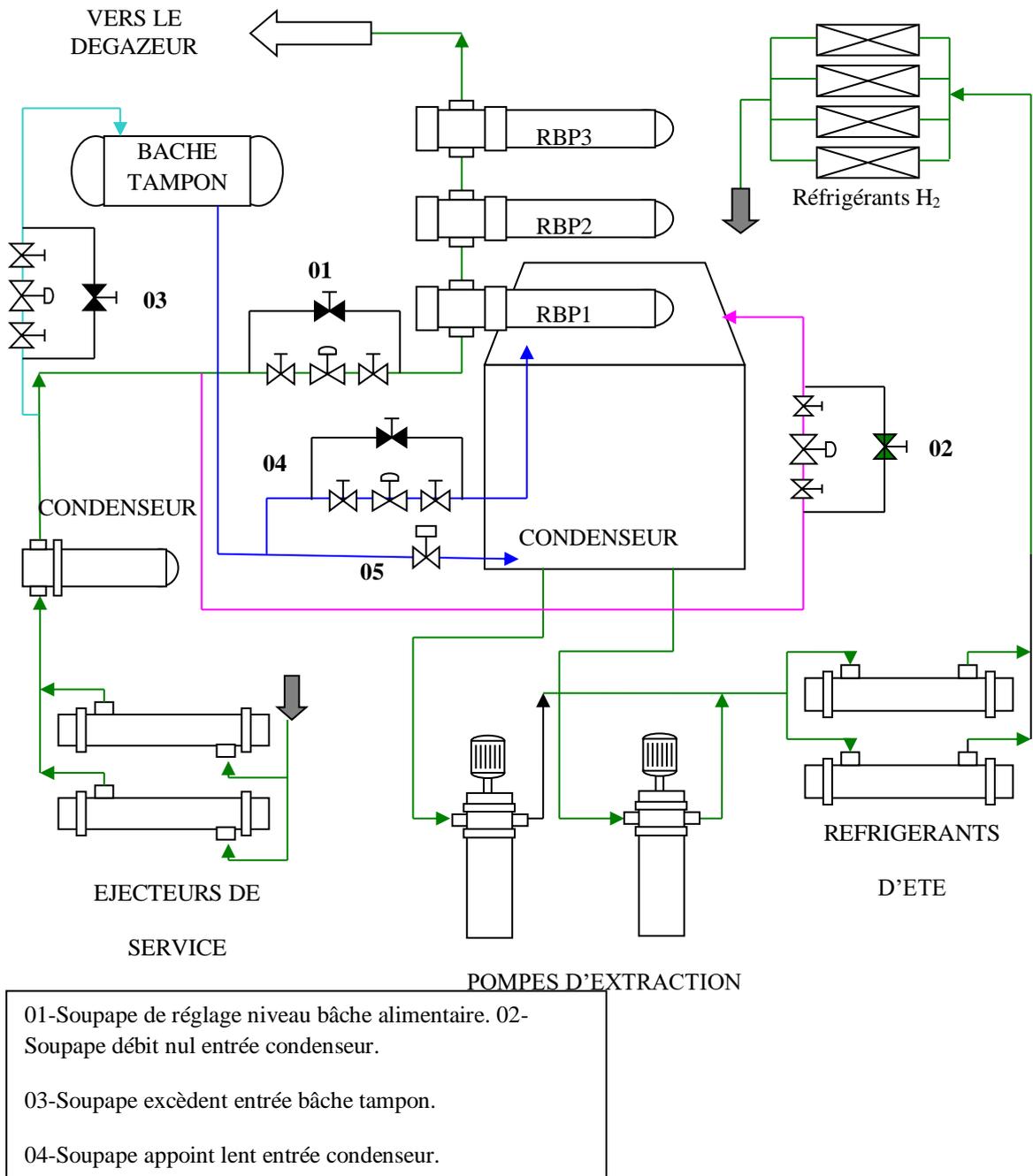
#### **I.5- circuit Eau - Vapeur**

Le circuit des eaux de procès est composé de deux appointes ; une eau traitée arrivée du circuit de déminéralisation mélangée à une autre eau issue d'extraction des eaux condensées à partir des eaux des chaudières.

##### **I-5-1 Circuit eau d'extraction**

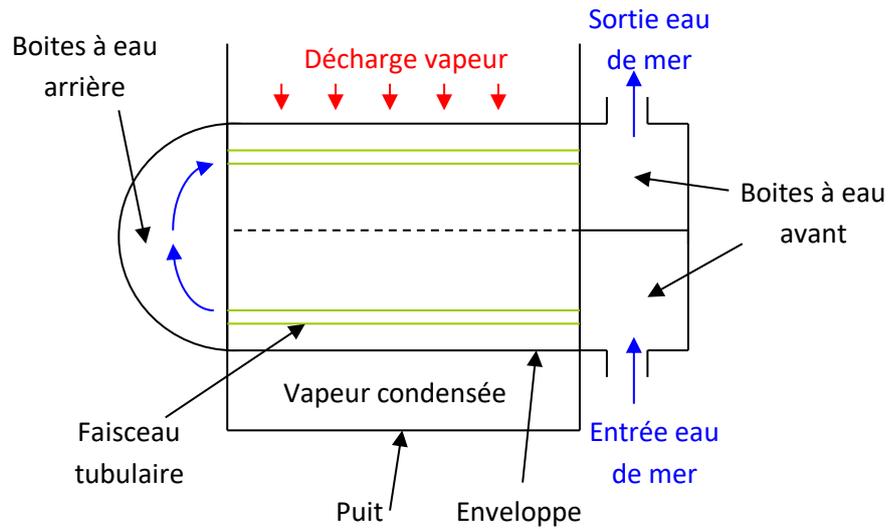
C'est la partie récupération des condensats de la vapeur qui a travaillé dans la turbine est extraite par des pompes d'extraction qui envoient l'eau du cycle au dégazeur. Cette eau traverse plusieurs installations.

**Chapitre I**  
**Synthèse bibliographique**



**Figure I.6 : circuit d'eau d'extraction**

A/Condenseur :



**Figure I.7 : le condenseur**

Le condenseur est un échangeur à double parcours. La vapeur venant de la turbine vient se détendre à une pression de 0,048 bars d'où le contact avec les tubes au nombre de 13500 contenant de l'eau de circulation, alors une surface d'échange de 9870 m<sup>2</sup> sera suffisante à faire transformer ce débit de vapeur en condensât pour permettre sa recirculation pour un nouveau travail.

#### **B/Pompes d'extraction**

L'eau condenser est extraite du puits chaud du condensateur à l'aide de deux pompes une de réserve et l'autre en service.

#### **C/Réfrigérants d'été**

Son en nombre de deux un de réserve et l'autre en service, ils servent à refroidir la température de l'eau d'extraction dans les périodes chaudes de l'année.

#### **D/Réfrigérants d'hydrogène**

Sont au nombre de quatre, placés à chaque coin de l'alternateur. Ils servent à refroidir l'hydrogène de l'alternateur qui sert à refroidir le bobinage de l'alternateur.

#### **E/Soupape a trois voies**

Est utilisée pour la régulation de la température d'hydrogène. Si la température d'hydrogène est élevée c'est à dire que la quantité Q1 d'eau d'extraction destinée au refroidissement de l'hydrogène n'est pas suffisante, donc elle est augmentée (réglée) par l'ouverture de la soupape à trois voies.

#### **F/Ejecteur de démarrage**

Le rendement de la turbine est lié directement à la pression d'échappement dans le condenseur, il faut avoir un vide très bas dans le condenseur qui est créé par un éjecteur à vapeur.

Les éjecteurs de démarrage sont mis en service au moyen de l'ouverture de la vapeur moteur et d'une soupape sur l'air dans le but de créer une dépression de 0,150 bars environ dans le condenseur, après 20 min environ le condenseur sera porté et maintenu aux conditions de service de 0,049 bar abs. Une fois les éjecteurs de services misent en marche on aura la fermeture automatique respectivement de la soupape sur l'air et celle sur la soupape de la vapeur moteur.

#### **G/Ejecteur de service**

C'est un appareil dans lequel une certaine quantité de vapeur à haute pression d'échappement dans la tuyère transformant son énergie de pression en énergie cinétique. L'éjecteur de service maintient le vide dans le condenseur déjà créé par l'éjecteur de démarrage.

Le mélange incondensât et vapeur moteur est injecté dans la première partie de l'échangeur. Après formation du condensât, l'incondensât restant est aspiré une deuxième fois par le deuxième éjecteur et introduit dans la deuxième partie de l'échangeur. L'incondensât restant est évacué par l'évent. Le condensât est réintroduit au condenseur.

#### **H/Condenseur des buées**

Condense la vapeur d'étanchéité aspirée du corps HP de la turbine par les deux ventilateurs qui créent une dépression ou elle est évacuée vers le condenseur, les incondensables sont envoyés à l'atmosphère.

#### **I/Réchauffeurs basse pression**

Ce sont des échangeurs de chaleur au nombre de 03. Ils sont la première étape du réchauffage de l'eau d'extraction pour sa préparation au dégazage physique. Ces réchauffeurs sont aux nombres de trois, disposés en série.

L'eau est chauffée par l'intermédiaire de la vapeur soutirée du corps BP et MP de la turbine.

L'eau d'extraction passe côté tubes et la vapeur soutirée côté enveloppe ; la décharge des condensables est réglée en cascade de la plus haute à la plus basse pression

#### **I-5-2- circuit eau alimentaire**

Du dégazeur à l'économiseur l'eau doit parcourir les éléments suivants.

#### **A/Dégazeur et bêche alimentaire**

Le dégazage a pour but d'éliminer l'oxygène (O<sub>2</sub>) dissous dans l'eau pour protéger les installations et la chaudière contre la corrosion.

## Chapitre I

### Synthèse bibliographique

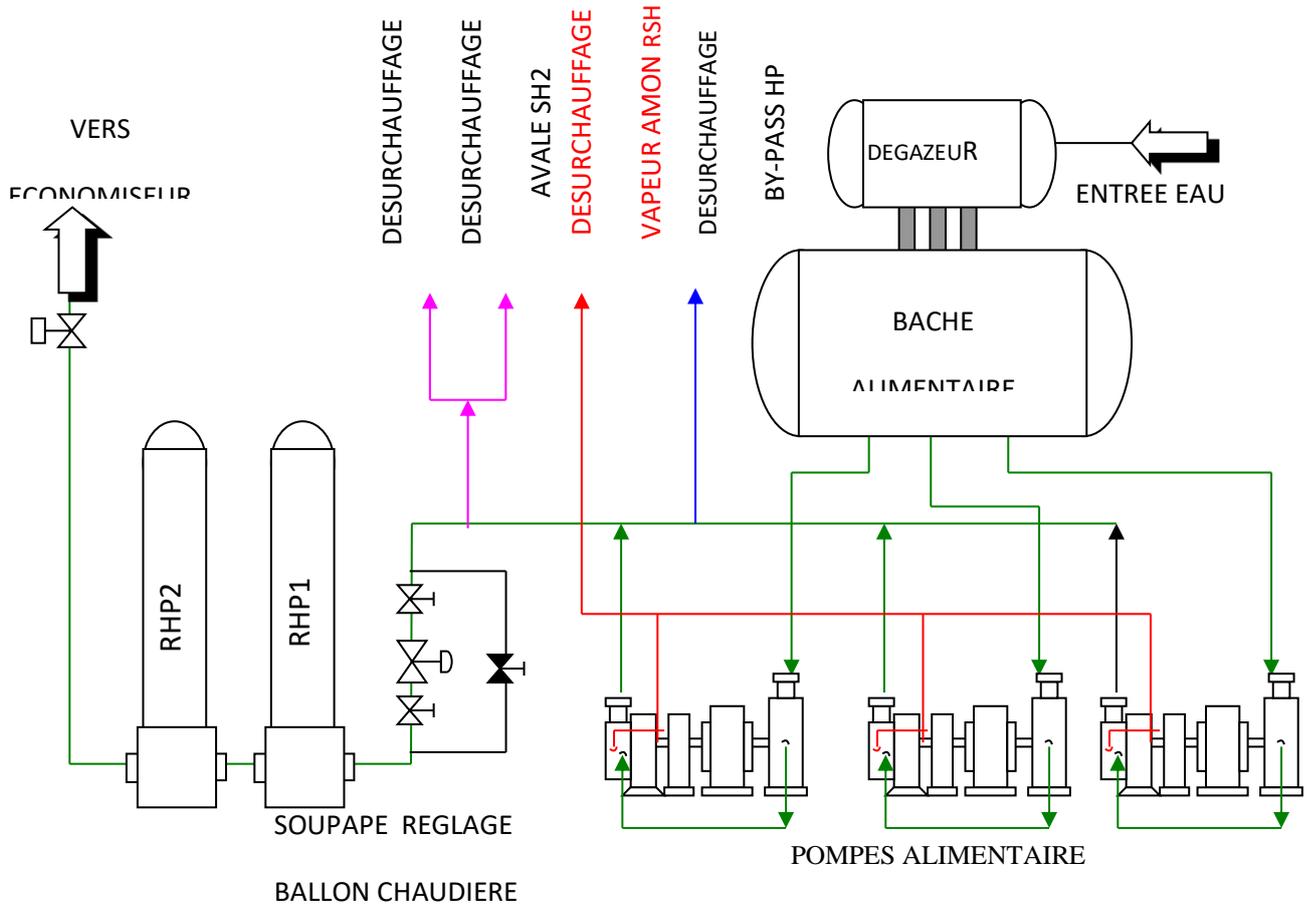
L'eau du cycle est introduite dans le dégazeur aux conditions :

$P = 12,5 \text{ bars}$ ,  $T = 155 \text{ °C}$ .

Elle s'accumule dans la bache alimentaire aux conditions :

$P = 11,4 \text{ bars}$ ,  $T = 185 \text{ °C}$ .

L'eau réchauffée est directement en contact avec la vapeur de soutirage N° 4 venant du corps MP de la turbine, elle est pulvérisée dans la vapeur.



**FIGURE I.8 :** Circuit eau alimentaire

La vapeur du soutirage est introduite par la partie inférieure du dégazeur, l'eau du cycle par la partie haute.

- Si le niveau est très bas dans la bache alimentaire, on a le déclenchement des pompes alimentaires.
- Si le niveau est très haut, on a la condamnation des réchauffeurs BP.

#### **B/ Réchauffeur haute pression (RHP)**

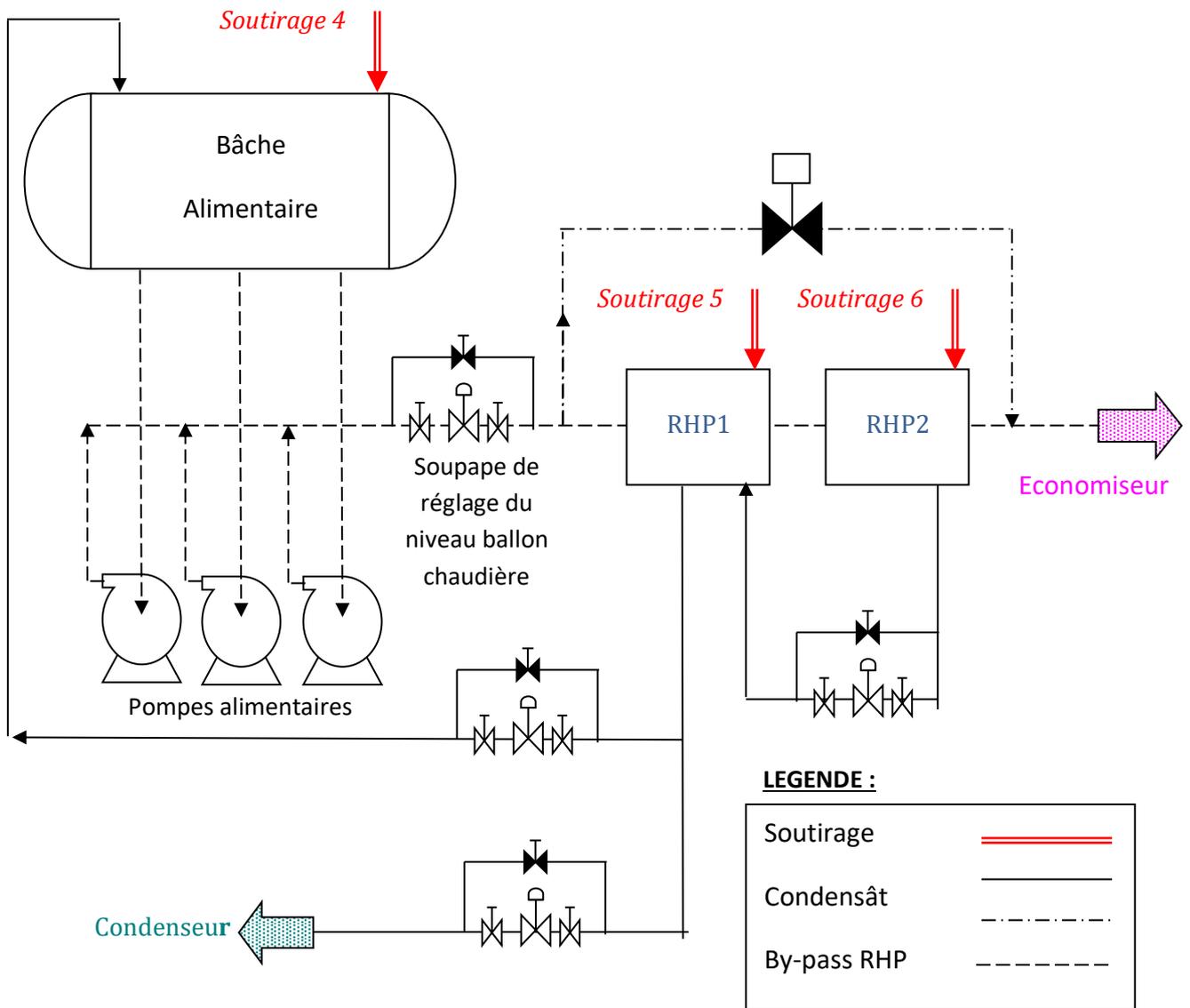
L'eau refoulée par les pompes alimentaires à l'économiseur, passe par des réchauffeurs HP afin

# Chapitre I

## Synthèse bibliographique

d'augmenter sa température pour éviter les chocs thermiques dans la chaudière et économiser plus de combustible. Ces réchauffeurs sont en nombre de deux HP1 et HP2. La vapeur utilisée pour

le chauffage dans HP1 vient du soutirage N° 5 venant du corps MP de la turbine. Celle de HP2 vient du soutirage N° 6 venant de la conduite de la vapeur à resurchauffer. Les réchauffeurs sont munis d'un système de by-pass avec une soupape hydraulique. Les condensats de HP2 sont évacués vers HP1, et de HP1 vers le condenseur ou vers le dégazeur.



**FIGURE I.9 :** Circuit condensats des réchauffeurs HP

#### I-5-3- Circuit vapeur

##### A/Chaudière

La chaudière est du type à corps cylindrique, à circulation naturelle, de fourniture BREDA.

L'eau sortie des réchauffeurs HP entre dans l'économiseur de la chaudière aux conditions de pression de 161 bars à la température de 242 °C puis envoyée au ballon avec une pression de 152,8 bars et de température de 307 °C, du ballon l'eau est véhiculée par les colonnes d'alimentation est passe a travers les tubes écrans qui se trouvant dans la chambre de combustion ou l'opération de l'évaporation aura lieu, la vapeur saturée remonte par circulation naturelle vers le ballon. Dans celui-ci la séparation eau vapeur va se produire.

A une pression de 151,3 bars et une température de 340 °C la vapeur passe par les surchauffeurs SH1, SH2, SH3. Des désurchauffeurs sont placés à la sortie du SH1 et du SH2 pour pouvoir maîtriser la température et protéger notre système des températures excessives.

La vapeur a une Pression de 138 bars et une température de 540°C entre dans le corps HP de la turbine, une fois détendue elle est resurchauffée une seconde fois pour avoir une conservation de température de 540 °C et une pression de 32 bars, elle s'introduit dans le corps MP ou elle se détend et passe directement dans le corps BP a travers un CROSS OVER et finalement la vapeur est condensée dans le condenseur (circuit fermée).

##### B/Ballon

Dans le ballon se trouvent la phase liquide et la phase vapeur d'eau :

Équilibre liquide  $\Leftrightarrow$  vapeur.

##### C/Surchauffeurs

Ils sont en nombres de trois, primaire, secondaire et tertiaire. Ils ont pour but d'élever la température de la vapeur saturée afin de la rendre une vapeur sèche.

##### D/Resurchauffeur

La vapeur, après être surchauffée, entre dans le corps HP de la turbine, se détend, puis retourne à la chaudière pour se resurchauffer pour augmenter sa température, elle est envoyée ensuite à la turbine au corps MP puis BP ou elle se détend et sa pression devient très faible, se condense et retourne à l'état liquide dans le condenseur.



**REFERENCE Bibliographique**

MANUEL CENTRALE VOL UME 1 (exploitation et maintenance).

MANUEL STATION DE DESSALEMENT MSF -ONSALDO VERSION FRANCAISE

MANUEL STATION DE DE DEMINERALISATION-HONNEY WELL

MANUEL DE STATION D'ELECTROCHLORATION

MANUEL SCHEMAS CENTRALE ELECTRIQUES DE MARSAT EL HADJ :figure I-3, figure I-4, figure I-5, figure I-6 ,figure I-7 ,figure I-8,figure I-9 et figure I-10.

MANUEL DE METHODES D'ANALYSES PHYSICOCHEMIQUES

Simulateur de procès et schémas centrale réalisé par Mr BENJELOUL. Rached

#### II-1 Problématique

L'eau brute industrielle contient

- Des minéraux dissous (cations et anions) susceptibles d'augmenter la viscosité de l'eau donc diminué les possibilités d'échange thermique et de déplacement des bulles de vapeur amenant le phénomène du primage ajouter a la création de dépôts au contact des parois chaude.
- Des gaz dissous ( $O_2$ ,  $N_2$ ,  $CO_2$ ) agissant de par leur pression partielle (action sur la température), de par le volume qu'ils peuvent occuper (diminution des coefficients de l'échange thermique, blocage des processus). Pour l'oxygène de par son pouvoir oxydant. Le cas de dioxyde de carbone est particulier car il se trouve en présence importante en chaudière du fait de la dissociation des carbonates : il a pour conséquence une acidification des condensats.
- Des matières en suspension (MES)
- Des polluants provenant des retours de condensats. Dans ce cas un retraitement doit être envisagé pour permettre de les dépolluer.

Trois phénomènes sont donc à craindre : Primage, l'entartrage et corrosion.

##### II-1-1/ Le primage

La vaporisation de l'eau s'accompagne de l'entraînement des gouttes d'eau qui contiennent des sels minéraux dissous ou des matières en suspension .Les vésicules d'eau polluent la vapeur et la rendent érodant vis-à-vis des parois quelle peut rencontrer .Les minéraux et les MES quant à eux, sont susceptibles de se déposer en aval lors d'une surchauffe de la vapeur ou d'être entraînés dans le flux de la vapeur la rendant impropre à certaines utilisations (dans le cas du turbinage ces sels sont extrêmement dangereux car ils induisent un balourd du rotor pouvant aller jusqu'à sa rupture).Le primage peut avoir pour origine :

- Une mauvaise conception de la chaudière.
- Un puisage trop important qui fait chuter la pression et amené une forte ébullition.
- Une viscosité de l'eau très élevée.
- La présence de MES.
- La présence de produit tensioactifs qui en abaissant la tension superficielle augmente le moussage.

##### II-1-2Entartrage (Incrustations)

Les dépôts peuvent provenir :

- De la précipitation de sels minéraux qui se trouveront en grande concentration, et à une température élevée qui entraine de la solubilité des carbonates alcalino-terreux.

- Des produits de la corrosion.

Les dépôts les plus dangereux pour la bonne marche de la chaudière seront les tartres adhérant aux surfaces d'échange :

- Ils diminuent les sections de passage pour les chaudières à lames ou tubes d'eau et amènent une diminution de l'irrigation des surfaces d'échange.
- Ils augmentent la résistance thermique des surfaces d'échange et provoquent des surchauffes qui diminuent la résistance mécanique des aciers et peuvent provoquer des coups de feu.
- Ils sont générateurs de corrosion en devenant zones anodiques d'une corrosion par l'oxygène dissous.



Les boues non adhérentes se déposent en fond de chaudière pour les plus denses ou restent en suspension et peuvent être entraînées avec la vapeur et ainsi la polluer.

### II-1-3 Corrosion

La corrosion est une interaction physico-chimique entre un métal et son milieu environnant. Elle entraîne des modifications dans les propriétés du métal et souvent une dégradation fonctionnelle du métal lui-même, de son environnement ou du système technique constitué par les deux facteurs. Autrement dit, La corrosion est le retour d'un métal à sa forme de minerai. Elle peut produire une attaque générale sur une large surface ou peut résulter en une attaque très localisée. La corrosion est un problème pertinent causée par l'eau dans les chaudières. La corrosion peut avoir énormément d'origine et de nature différentes dû à l'action de l'oxygène dissous, elle peut résulter d'hétérogénéités à la surface du métal ou au fer directement attaqué par l'eau. Bien que la corrosion basique des chaudières soit principalement due à des réactions du métal avec l'oxygène, d'autres facteurs tels que les contraintes mécaniques, les conditions acides et chimiques (corrosifs) spécifiques peuvent avoir une influence importante et produire différentes formes d'attaque.

La corrosion dans les chaudières s'effectue généralement quand l'alcalinité de l'eau des chaudières est faible ou lorsque le métal est exposé à l'oxygène durant les temps de service ou les temps morts. Dans le cas de températures élevées et de fortes contraintes dans la chaudière, le métal tend à accélérer les mécanismes de corrosion. Dans la vapeur et les systèmes de condensation, la corrosion est généralement le résultat de contamination au dioxyde de carbone ou à l'oxygène. Les contaminants spécifiques tels que l'ammoniaque ou le sulfure portés par les gaz peuvent augmenter l'attaque sur le cuivre dans le système. La corrosion est causée par la

### Partie pratique

combinaison de couche d'oxyde et d'une oxydation continue transportée par l'oxygène. Des fissurations sur le métal des chaudières peuvent arriver par deux différents mécanismes. Dans le premier mécanisme, des efforts cycliques sont créés par un chauffage et un refroidissement rapide et sont concentrés à certains points où la corrosion a attaqué la surface du métal. Ceci est habituellement associé à un traitement anticorrosion non adapté. Le second type de corrosion par fatigue dans les chaudières a lieu quand l'eau est correctement traitée. Dans ce cas, la corrosion par fatigue est probablement un terme mal approprié. Ces fissures ont souvent lieu où un film protecteur dense d'oxyde couvre la surface du métal et les fissures résultent de l'action des cycles de contraintes. Les fissures dues à la corrosion par fatigue sont souvent profondes et traversent les grains du métal. Ils sont habituellement localisés sur la surface interne du tube et sont le plus souvent circulaire sur le tube.

### II-2 Traitement chimique des eaux de la centrale

Le traitement des eaux de chaudières industrielles est un passage indispensable à la protection des équipements de la production et de distribution de vapeur. L'eau brute étant d'une qualité insuffisante pour être utilisée directement, et ayant des caractéristiques ne répond pas aux divers cahiers des charges des constructeurs plusieurs étapes seront nécessaires avant de pouvoir l'utiliser.

#### II-2-1 Traitement de la chaudière aux phosphates

Le traitement ou le conditionnement de l'eau de chaudière est réalisé en fonction de types et de caractéristiques de vapeur.

Le conditionnement de l'eau de chaudières permet à la fois de maintenir une eau alcaline dans le ballon chaudière par augmentation du pH afin que le métal soit bien protégé contre la corrosion et de lutte même de façon limitée contre les entrées eau de mer (chlorures < 2ppm et la silice < 1.5ppm).

Ce résultat est obtenue par l'injection du phosphate trisodique ( $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ) d'où la conductivité ne doit pas dépassée 2-4  $\mu\text{s}/\text{cm}$  et le pH 9-9.5.

Le phosphate est très important pour conserver un milieu alcalin en cas des entrées eau de mer.

C'est une solution basique, son rôle est :

1. Dissoudre la silice  $\text{SiO}_2$  en silicate de soude  $\text{NaSiO}_3$ .
2. En cas d'entrée eau de mer :
  - Précipite les sels de calcium et de magnésium.
  - Provoque une augmentation notable du pH.
  - Garder en soude prisonnière par sa réaction d'hydrolyse.



### **II-2-2-Traitement de potabilisation**

La potabilisation de l'eau dessalée se fait par l'addition des chlorures de calcium  $\text{CaCl}_2$  et les carbonates de sodium  $\text{NaHCO}_3$ .

$$\text{pH} = 6.5-8.5$$

$$\text{TA} = 150-200 \text{ mg/l de } \text{CaCO}_3$$

$$\text{TAC} = 250-300 \text{ mg/l de } \text{CaCO}_3$$

### **II-2-3 Traitement avec l'hydrazine**

L'hydrazine  $\text{N}_2\text{H}_4$  solution basique, elle possède une réaction lente avec l'oxygène à des températures inférieure à  $80^\circ\text{C}$ , et se décompose en ammoniacque à des températures supérieures à  $160^\circ\text{C}$ . Le traitement avec l'hydrazine a pour but d'alcaliniser le cycle de l'eau de condensation et le circuit à vapeur, et sert aussi à absorber l'oxygène restant, la concentration de l'hydrazine doit être inférieure à  $700\delta$  pour empêcher la formation d'ammoniacque qui corrode facilement le cuivre et ses alliages en présence d'oxygène, l'hydrazine sert aussi à traité l'eau du cycle de refroidissement NORIA et pour la conservation de l'installation. La réaction de réduction de l'oxygène dissous par l'hydrazine est :



### **II-2-4 Traitement avec l'ammoniacque**

Le traitement avec l'ammoniacque a pour but d'alcaliniser l'eau déminéralisée et de traiter l'eau de condensation en cas d'abaissement du pH et conductivité, il sert aussi à inhiber le maximum d'agressivité de l'oxygène  $\text{O}_2$  et le gaz carbonique  $\text{CO}_2$  pour réduire la corrosion des surfaces en acier au carbone.

### **II-2-5 Traitement avec l'hypochlorite de sodium**

L'hypochlorite de sodium ( $\text{NaClO}$ ) est utilisé pour protéger la longueur totale du circuit d'eau de circulation contre la formation d'une flore marine, la fixation et le développement des micro-organismes : Injection continue : 1 à 1.5 ppm de  $\text{NaClO}$

Injection à choc : 5 ppm de  $\text{NaClO}$

Chlore résiduel  $\text{Cl}_2 < 0.8$  ppm

## **II-3 les points d'injection des produits chimiques**

### **II-3-1 L'hypochlorite de sodium ( $\text{NaClO}$ )**

L'injection de chlore est effectuée dans les points suivants :

- 1-A la prise d'eau de mer (injection continue).
- 2-Dans le poste de pompage en amont des filtres rotatifs et tambour (injection continue).
- 3-Salle des machines en amont des condenseurs (injection à choc).

Un dosage continu de chlore de 1 à 1,5 mg/l est prévu ainsi qu'un dosage périodique de 5 mg/l pendant 15 min tous les trois à 4 heures.

#### II-3-2 L'ammoniaque $\text{NH}_4\text{OH}$

- A la sortie d'eau déminéralisée (injection continue).
- Au refoulement des pompes d'extractions(en cas d'abaissement des paramètres chimiques).

#### II-3-3 L'hydrazine $\text{N}_2\text{H}_4$

- A l'aspiration des pompes alimentaires.
- Au refoulement des pompes d'extraction.
- A l'entrée des réfrigérants NORIA

#### II-3-4 Le phosphate tri-sodique $\text{Na}_3\text{PO}_4$

- Au ballon chaudière (partie bas).

### II-4 Système d'échantillonnage

#### II-4-1 Système d'échantillonnage des tranches

L'échantillonnage est disposé dans chaque tranche d'où sont installés des appareils de contrôle des paramètres physique et physico-chimiques.

Les chimistes disposent sur le banc des prises d'échantillons pour contrôler les différents paramètres au laboratoire vérifié :

- Paramètres chimiques et apporter les corrections si nécessaires (purger, augmenter les débits d'injection .....).
- Le bon fonctionnement des appareils des bancs d'échantillonnages.

Les prises d'échantillons sont installées dans des endroits critique tous le long de circuit eau/vapeur permettent un bon suivi des paramètres chimiques de l'eau et de la vapeur.

Pour chaque groupe, les prélèvements à échantillons sont :

1. Sur l'eau de la bache tampon.
2. Sur le refoulement des pompes d'extractions.
3. Sur l'eau de la bache alimentaire.
4. Sur l'eau d'alimentation à l'entrée de l'économiseur de la chaudière.
5. Sur le corps cylindrique de la chaudière.
6. Sur la vapeur saturée.
7. Sur la vapeur surchauffée.
8. Sur la vapeur resurchauffée.
9. Sur l'eau de cycle fermé **NORIA**.
- 10-Sur l'eau de circulation

## **II-4-2 Système d'échantillonnage des auxiliaires**

### **A/Station d'électrochloration**

- Après chaque sortie de l'électrolyseur.
- Sortie dégazeur.

### **B/ Station de dessalement**

- Au refoulement pompe distillat.
- A l'aspiration pompe eau chaude.
- Sortie des bâches d'eau dessalée.

### **C/Station de déminéralisation**

- Sortie déminée avant injection du  $\text{NH}_4\text{OH}$ .
- Sortie déminée après injection du  $\text{NH}_4\text{OH}$ .
- Sortie des bâches eau déminée.

### **D/Station d'hydrogène**

- Sortie électrolyseur pour avoir la concentration du KOH

## **II-5 les Méthodes d'analyses**

### **II-5-1 Mesure de la conductivité**

La conductivité électrique d'une eau est en relation directe avec sa salinité totale, elle représente l'aptitude de chaque solution à conduire plus ou moins facilement le courant électrique. Elle est en fonction de la concentration des électrolytes dissous et de la température d'une solution, l'unité de mesure est le  $\mu\text{s}/\text{cm}$ .

Mettre l'appareil en marche, étalonner le avec une solution de KCl de concentration connue, et donc une conductivité connue.

Plonger l'électrode dans votre échantillon et lire la conductivité relative à votre échantillon directement sur l'appareil en  $\mu\text{s}/\text{cm}$  ou en  $\text{ms}/\text{cm}$ . Rincer l'électrode avant et après chaque mesure, les lectures se font à une température constante de  $20^\circ\text{C}$  à  $25^\circ\text{C}$ .

### **II-5-2 Mesure du pH**

La mesure du pH (potentiel d'hydrogène) traduit l'acidité ou l'alcalinité d'un milieu, la neutralité étant à  $\text{pH}=7$ , c.à.d. la concentration des ions d'hydrogène contenue dans une solution à une température spécifié.

Le pH est mesuré à l'aide d'un pH mètre, vérifié et étalonner avec une solution tampon (pH 7, 10 et 4 suivant la gamme de mesure à réaliser.

Plonger la sonde du pH dans l'échantillon à analyser

Remuer avec soin et légèrement la sonde et attendre que la lecture se stabilise.

**II-5-3 Mesure du taux d'ammoniaque**

-L'ammoniaque est exprimée comme  $\text{NH}_4^+$  et mesurée en ppb.

**A/mode opératoire**

Prélever 50 ml de l'échantillon à analyser dans un cylindre menu de bouchon, ajouter 0.5 ml de solution de sel se serinette et 1 ml de réactif de nessler.

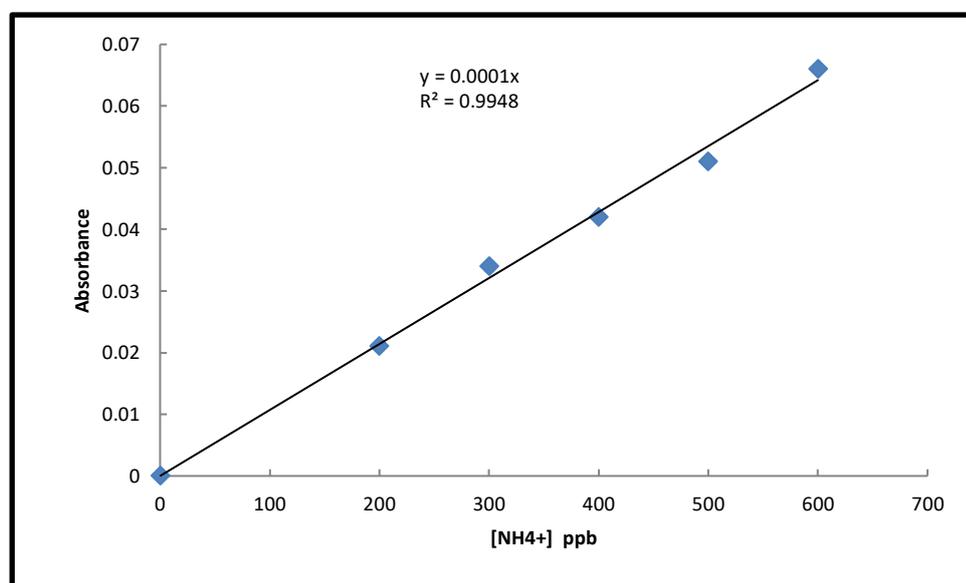
Agiter soigneusement, laisser reposer pendant 10 minutes et procéder à la lecture photométrique en faisant la comparaison avec un volume équivalent de l'eau distillée exempte d'ammoniaque et contenant les mêmes réactifs.

**b/la courbe d'étalonnage**

*Tableau II.1* : Mesure du taux d'Ammoniaque à  $\lambda = 435.5 \text{ nm}$ .

N° de fiole	Blan	1	2	3	4	5
Solution fille (ml)	0	1	1.5	2	2.5	3
Eau déminéralisée (ml)	50	49	48.5	48	47.5	47
Réactif 1 (ml)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Réactif 2 (ml)	1	1	1	1	1	1
Concentration $\text{NH}_4^+$ (ppb)	0	200	300	400	500	600
Absorbance	0	0.021	0.034	0.042	0.051	0.066

La relation entre l'absorbance et la concentration en ammoniaque est représentée dans la figure II.1



**Figure II.1** : Courbe d'étalonnage de mesure du taux d'ammoniaque

Nous remarquons suivant le tracé de la figure II.1 un taux de détermination de 0.994 ; donc nous pouvons utiliser cette courbe pour la suite des analyses.

**II-5-4 -Mesure de l'hydrazine**

## Chapitre II

### Partie pratique

L'hydrazine est exprimée comme  $N_2H_4$  et mesurée en ppb.

#### A-Mode opératoire

Prélever au moyen d'un ballon étalonné 25 ml de l'échantillon sous examen et ajouter 2.5 ml de la solution de PARADIMETHYL-AMINOBENZALDEHIDE (PDAB).

Agiter soigneusement, laisser reposer pendant 12 minutes et procéder à la lecture photométrique en le comparant avec un volume équivalant d'eau déminéralisée exempte d'hydrazine, contenant la même quantité de réactif.

#### B -la courbe d'étalonnage $N_2H_4$

Tableau II.2 : Mesure du taux d'hydrazine à  $\lambda = 450.5$  nm

N° de fiole	Blanc	1	2	3	4
Solution fille (ml)	0	0.5	1	1.5	2
Eau déminéralisée (ml)	25	24.5	24	23.5	23
PDAB (ml)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Concentration $N_2H_4$ ( $10^{-3}$ PPM)	0	20	40	60	80
Absorbance	0	0.027	0.047	0.066	0.089

La relation entre l'absorbance et la concentration en hydrazine est représentée dans la figure II.2

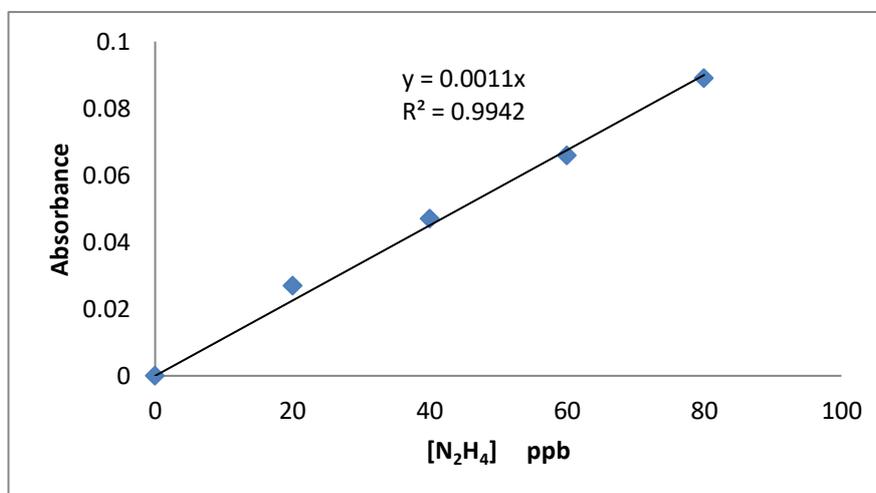


Figure II.2 : Courbe d'étalonnage de mesure du taux d'Hydrazine

Nous remarquons suivant le tracé de la figure II.2 un taux de détermination de 0.994 ; donc nous pouvons utiliser cette courbe pour la suite des analyses.

#### II-5-5 Mesure de la concentration de la Silice

La silice est exprimée comme  $SiO_2$  et mesurée en ppb.

**A/Mode opératoire**

Prélever 50ml de l'échantillon sous examen, verser dans un ballon étalonné et ajouter 1 ml de molybdate d'ammonium.

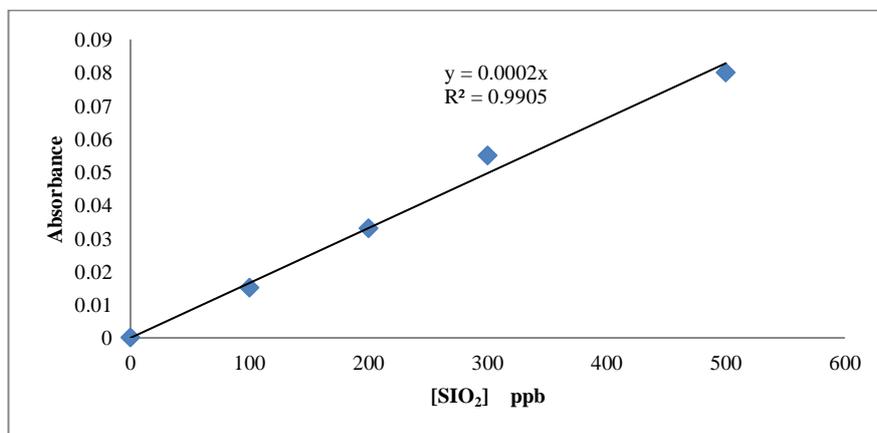
Agiter soigneusement, laisser reposer pendant 10 minutes puis ajouter 1 ml de la solution d'acide amino naphthol sulfonique, mélanger à nouveau et laisser reposer 5 minutes ensuite procéder à la lecture photométrique en le comparant avec un volume équivalent d'eau déminéralisée exempte de cillice, contenant la même quantité de réactif soit la solution de molybdate d'ammonium.

**B/la courbe d'étalonnage SiO<sub>2</sub>**

**Tableau II.3** : Mesure du taux de silice à  $\lambda = 833$  nm

N° de fiole	Blanc	1	2	3	4
Solution fille (ml)	0	5	10	15	25
Eau déminéralisée (ml)	50	45	40	35	25
Molybdate d'ammonium (ml)	2	2	2	2	2
A.A.N.S (ml)	2	2	2	2	2
Concentration SiO <sub>2</sub> (ppb)	0	100	200	300	500
Absorbance	0	0.015	0.033	0.055	0.080

La relation entre l'absorbance et la concentration en silice est représentée dans la figure II.3



**Figure II.3** : Courbe d'étalonnage de mesure du taux de silice

Nous remarquons suivant le tracé de la figure II.3 un taux de détermination de 0.99 ; donc nous pouvons utiliser cette courbe pour la suite des analyses

#### II-5-6-Mesure du de taux de fer

La concentration du fer est mesurée via un automate spécifique.

##### A/Mode opératoire

- Entrer le numéro de programme mémorisé pour le Fer au comparateur : Programme 33
- Remplir un flacon colorimétrique jusqu'à 25ml avec l'eau déminéralisée.
- Remplir un autre flacon avec 25ml de l'échantillon et ajouter quelques grains de phénontroline.
- Presser **Timer** : une période de 3 minutes commence.
- Lorsque le minuteur sonne : placer le blanc et presser le bouton **zéro**, l'affichage indique 0.00 mg/l de fer.
- Placer le flacon de l'échantillon dans le puits de mesure, et presser **Read**, l'affichage indique le résultat en mg/l de fer.

#### II-5-7 Mesure du de taux de cuivre

Tel le fer, la concentration cuivre est mesurée via le même automate spécifique

##### A/Mode opératoire

- Entrer le numéro de programme mémorisé pour le Cuivre : Programme 22
- Remplir un flacon colorimétrique jusqu'à 10ml avec l'eau déminée (le blanc) puis ajouter le **cooper masking, porphyrine1 et porphyrine 2**.
- Remplir un autre flacon avec 10ml de l'échantillon et ajouter **porphyrine1 et porphyrine 2**.
- Presser **Timer** : une période de 3 minutes commence.
- Lorsque le minuteur sonne : placer le blanc et presser le bouton **zéro**, l'affichage indique 0,00 µg/l de cuivre.
- Placer le flacon de l'échantillon dans le puits de mesure, et presser **Read**, l'affichage indique le résultat en µg/l de cuivre.

#### II-5-8 Mesure du taux de chlore

##### A/Mode opératoire

- Entrer le numéro de programme mémorisé pour le chlore libre : Programme 09
- Remplir un flacon colorimétrique jusqu'à 10ml avec l'eau déminée (le blanc).
- Remplir un autre flacon avec 10ml de l'échantillon et ajouter le réactif **DPD** (sachet).
- placer le blanc et presser le bouton **zéro**, l'affichage indique **0.00 mg/l** de chlore libre.
- Placer le flacon de l'échantillon dans le puits de mesure, et presser **Read**, l'affichage indique le résultat en mg/l de chlore libre.

II-5-9 Mesure du taux des phosphates

A/ Mode opératoire ( $\text{PO}_4^{3-}$ )

Entrer le numéro de programme mémorisé pour les phosphates : Programme 77

- Remplir un flacon colorimétrique jusqu'à 25ml avec l'eau déminée et ajouter 1 ml de molybdate vanadate (le blanc).
- Remplir un autre flacon avec 25ml de l'échantillon et ajouter le réactif 1 ml de molybdate vanadate.
- placer le blanc et presser le bouton **zéro**, l'affichage indique **0.00 mg/l** de phosphates.
- Placer le flacon de l'échantillon dans le puits de mesure, et presser **Read**, l'affichage indique le résultat en mg/l de phosphates.

II-6 Les analyses chimiques des groupes au laboratoire

II-6-1 les analyses de groupes 02

Nous avons procédé à différents types d'analyses lors du démarrage à différents points de de l'unité et à différents temps de la journée. Les résultats sont regroupés dans les tableaux ci-dessous  
A 9H00 du matin :

Paramètres	pH	Cd(C) $\mu\text{s/cm}$	Cd(B) $\mu\text{s/cm}$	Cl <sup>-</sup> (ppb)	SiO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	Cu <sup>2+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
Extraction	8.70	0.1	2.9	/	/	/	/	/	/
Economiseur	8.75	/	2.8	/	/	12.5	/	/	/
Ballon	8.02	/	1.6	150	196	/	00	20	31

- Augmentation de débit pompe d'hydrazine

- Injection ammoniacale NH<sub>4</sub>OH (02 pompes en service) est effectuée pour augmenter les paramètres chimiques.

A 14<sup>H</sup>30 :

Paramètres	pH	Cd(C) $\mu\text{s/cm}$	Cd(B) $\mu\text{s/cm}$	Cl <sup>-</sup> (ppb)	SiO <sub>2</sub> (ppb)	N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> (ppb)	Cu <sup>2+</sup> (ppb)	Fe <sup>2+</sup> (ppb)	NH <sub>3</sub> (ppb)
Tampon	8.32	0.7	2.00	/	42	/	/	/	/
Extraction	9.03	0.2	3.3	/	/	/	/	/	159
Economiseur	9.00	/	3.2	/	/	12	/	/	/
Ballon	8.30	/	1.6	800	244	/	00	30	224
Vapeur	9.10	/	3.4	/	/	/	/	/	430

- Augmentation de débit pompe hydrazine de 3 l/h à 4 l/h
- Purge discontinue ouverte car le taux de chlorure est supérieur à 200ppb

1ppb=0.001 ppm

1ppm=1 mg/l

### II-6-2 Les analyses du groupe 03

pendant le démarrage :

-Opération sous vide en cours (0.152 bars)

9<sup>H00</sup> :

Paramètres	pH	Cd(B) $\mu\text{s/cm}$	Cl <sup>-</sup> (mg/l)	SiO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	Cu <sup>2+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	NH <sub>3</sub>
Extraction	<b>7.60</b>	<b>3.00</b>	<b>00</b>	/	/	/	/	/
Economiseur	<b>7.32</b>	<b>3.5</b>	/	/	<b>12</b>	/	/	/
Ballon	<b>8.05</b>	<b>4.00</b>	<b>00</b>	<b>1025</b>	/	<b>00</b>	<b>00</b>	<b>121</b>
Noria	<b>8.90</b>	<b>2.06</b>	/	/	/	/	/	/

- Injection ammoniacale NH<sub>4</sub>OH est effectuée pour augmenter le pH de 7 à 9 cette injection à durée 40 min en utilisant les deux pompes ammoniacale tranche
- Augmentation du débit d'hydrazine tranche de **2.5** l/h à **4** l/h pour atteindre la norme( 25-60) ppb
- Injection de l'hydrazine Noria pour augmenter la conductivité de **2.06  $\mu\text{s/cm}$**  à **11  $\mu\text{s/cm}$**

Le chimiste assure la bonne qualité de l'eau en gardent les paramètres chimiques à l'intervalle des normes du constructeur

La norme utilisée est la norme iso 9001

La norme de service chimique est iso 01- 003

Les bulletins D'analyse suivant présentent les différents cas de conditionnements couramment observé dans le circuit eau- vapeur et la réaction de chimiste pour sortir de ses cas d'anomalie

## Chapitre II

### Partie pratique

Bulletin d'analyse 01 Date : 10/03/22 Charge : 128 MW Pression : 126 bars T : 540 °C groupe04

HORAIRE 8h00 14h00	pH	Cd <sub>B</sub> μs/cm	Cd <sub>C</sub> μs/cm	Cl <sup>-</sup> ppb	SiO <sub>2</sub> ppb	O <sub>2</sub> ppb	N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> ppb	CH <sub>6</sub> N <sub>4</sub> O ppb	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ppb	Cu ppb	Fe ppb	PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> ppm
Bâche tampon	8.2-8.8	1.8-3.0	≤0.9									
	8.0	1.6	0.30									
	8.35	2.0	0.32									
Eau d'extraction	9.0-9.3	3.0-4.0	≤0.25	≤20		≤ 25				<3		
	9.1	3.3	0.34	00		34				00		
	9.12	3.5	0.35									
Eau alimentaire	9.0-9.3	3.0-4.0	≤0.25	≤20		≤5						
	9.04	3.4	0.14	00		17						
	9.12	3.6	0.12									
Entrée Economiseur	9.0-9.3	3.0-4.0					15-25					
	9.1	3.4					12					
	9.2	3.6					18					
Eau du ballon	8.7-9.2	2.0-2.6		≤200	<500				200-300	<5	<50	<1
	8.56	2.9		450	110				47	00	08	0.5
	8.67	2.6		250	90				189	00	08	0.5
Vapeur saturée	9.0-9.3	3.0-4.0										
	9.1	3.5										
	9.15	3.6										
Vapeur Surchauffée	9.0-9.3	3.0-4.0										
	9.1	3.5										
	9.14	3.6										
Vapeur resurchauffée	9.0-9.3	3.0-4.0										
	9.1	3.6										
	9.15	3.7										
Eau Noria	9.0-9.5	3.5-20									<100	
	9.3	7.2									52	

Conditionnement cycle Eau-Vapeur		CH <sub>6</sub> N <sub>4</sub> O	NH <sub>4</sub> OH	Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	PURGES	EVENT DEGAZEUR
	Temps	CONTINUE	ARRET	ARRET	ouvertes	vers condenseur
	Débit	4.5L/H	00L/H	00L/H		
		Cl <sub>2</sub> sortie condenseur en mg/l			0.2-0.8	0.42

Observations : ouverture de purge discontinue ¼ tour à 8h39  
 Augmentation de débit de pompe d'injection hydrazine de 4 L/H à 4.5 L/H  
 Augmentation de débit de la pompe d'injection de NH<sub>4</sub>OH déminée de 2 L/H à 2.5L/H  
 Fermeture purge discontinue à 15h00 [Cl<sup>-</sup>]= 120ppb

## Chapitre II

### Partie pratique

Bulletin d'analyse 02 Date : 10/03/22 Charge : 120 MW Pression : 120 bars T : 540 °C Goupe :2

HORAIRE	pH	Cd <sub>B</sub> μs/cm	Cd <sub>C</sub> μs/cm	Cl <sup>-</sup> ppb	SiO <sub>2</sub> ppb	O <sub>2</sub> ppb	N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> ppb	CH <sub>6</sub> N <sub>4</sub> O ppb	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ppb	Cu ppb	Fe ppb	PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> ppm
Bâche tampon	8.2-8.8	1.8-3.0	≤0.9									
	8.5	2.2	0.2									
	8.8	2.9	0.3									
Eau d'extraction	9.0-9.3	3.0-4.0	≤0.25	≤20		≤ 25			600	<3		
	8.6	4.6	0.98	100		27.5			250	00		
	9.12	3.9	0.75	50					200			
Eau alimentaire	9.0-9.3	3.0-4.0	≤0.25	≤20		≤5						
	8.68	4.8	0.72	50		14						
	9.12	3.7	0.45	20								
Entrée Economiseur	9.0-9.3	3.0-4.0					15-25					
	8.56	4.4					22					
	9.2	3.9					19					
Eau du ballon	8.7-9.2	2.0-2.6		≤200	<500				200-300	<5	<50	<1
	6.87	14.5		3500	220				220	00	11	0.8
	8.65	10.2		2500	100				235	00	12	0.6
Vapeur saturée	9.0-9.3	3.0-4.0										
	8.7	45										
	9.15	3.8										
Vapeur Surchauffée	9.0-9.3	3.0-4.0										
	8.7	44										
	9.14	3.9										
Vapeur resurchauffée	9.0-9.3	3.0-4.0										
	8.7	4.4										
	9.15	3.7										
Eau Noria	9.0-9.5	3.5-20									<100	
	9.3	8									41	
	9.3	8										

Conditionnement cycle Eau-Vapeur		CH <sub>6</sub> N <sub>4</sub> O	NH <sub>4</sub> OH	Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	PURGES	EVENT DEGAZEUR
Temps		CONTINUE	ARRET	injection	ouvertess	Vers cond
Débit		4.5L/H	00L/H	40 min	½ tours	
		Cl <sub>2</sub> sortie condenseur en mg/l			0.2-0.8	0.42
Observations	Entrée Macif des chlorures nécessite l'isolement de ½ cond 11 Ouverture des purge alimentaire et purge discontinue de ballon chaudière Injection de phosphate trisodique					

## Chapitre II

### Partie pratique

Bulletin d'analyse 03 Date : 10/03/22 Charge : 120 MW Pression : 120 bars T : 540 °C Groupe 03

HORAIRE	pH	Cd <sub>B</sub> μs/cm	Cd <sub>C</sub> μs/cm	Cl <sup>-</sup> ppb	SiO <sub>2</sub> ppb	O <sub>2</sub> ppb	N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> ppb	CH <sub>6</sub> N <sub>4</sub> O ppb	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ppb	Cu ppb	Fe ppb	PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> ppm
Bâche tampon	8.2-8.8	1.8-3.0	≤0.9									
	10.2	3.5	0.2									
	8.8	2.9	0.3									
Eau d'extraction	9.0-9.3	3.0-4.0	≤0.25	≤20		≤ 25			600	<3		
	9.6	4.6	0.55	00		472			750	00		
	9.12	3.9							456			
Eau alimentaire	9.0-9.3	3.0-4.0	≤0.25	≤20		≤5						
	9.7	4.8	0.12	00		45						
	9.12	3.7										
Entrée Economiseur	9.0-9.3	3.0-4.0					15-25					
	9.8	4.9					22					
	9.2	3.9					19					
Eau du ballon	8.7-9.2	2.0-2.6		≤200	<500				200-300	<5	<50	<1
	9.2	2.8		100	37				480	00	05	0.2
	8.74	2.3		100					177	00	05	0.2
Vapeur saturée	9.0-9.3	3.0-4.0										
	9.05	4.7										
	9.15	3.8										
Vapeur Surchauffée	9.0-9.3	3.0-4.0										
	9.05	4.8										
	9.14	3.9										
Vapeur resurchauffée	9.0-9.3	3.0-4.0										
	9.05	4.8										
	9.15	3.7										
Eau Noria	9.0-9.5	3.5-20									<100	
	9.3	8									41	
	9.3	8										

Conditionnement cycle Eau-Vapeur		CH <sub>6</sub> N <sub>4</sub> O	NH <sub>4</sub> OH	Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	PURGES	EVENT DEGAZEUR
	Temps	CONTINUE	ARRET	ARRET	Fermées	VERS ATMOSPHERE 70%
	Débit	4.5L/H	00L/H	00L/H		
		Cl <sub>2</sub> sortie condenseur en mg/l			0.2-0.8	0.42

Observations réduction de débit pompe ammoniacque déminé  
-ouverture de l'évent dégazeur vers l'atmosphère pondant 15 min  
NB : Taux d'oxygène élevés (signalé au chef d'exploitation)

## Chapitre II

### Partie pratique

bulletin d'analyse 04 Date : 10/03/22 Charge : 120 MW Pression : 120 bars T : 540 °C Goupe :2

HORAIRE	pH	Cd <sub>B</sub> μs/cm	Cd <sub>C</sub> μs/cm	Cl <sup>-</sup> ppb	SiO <sub>2</sub> ppb	O <sub>2</sub> ppb	N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> ppb	CH <sub>6</sub> N <sub>4</sub> O ppb	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ppb	Cu ppb	Fe ppb	PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> ppm
Bâche tampon	8.2-8.8	1.8-3.0	≤0.9									
	8.2	2.0	0.4									
Eau d'extraction	9.0-9.3	3.0-4.0	≤0.25	≤20		≤ 25				<3		
	9.02	3.8	0.70	00		47.2				00		
	9.12	3.9										
Eau alimentaire	9.0-9.3	3.0-4.0	≤0.25	≤20		≤5						
	9.04	3.8	0.09	00		24						
	9.12	3.7	0.11									
Entrée Economiseur	9.0-9.3	3.0-4.0					15-25					
	9.1	3.8					22					
	9.2	3.9					19					
Eau du ballon	8.7-9.2	2.0-2.6		≤200	<500				200-300	<5	<50	<1
	8.72	2.2		100	37				280	00	05	0.2
	8.74	2.3		100					148	00	05	0.2
Vapeur saturée	9.0-9.3	3.0-4.0										
	9.05	3.7										
	9.15	3.8										
Vapeur Surchauffée	9.0-9.3	3.0-4.0										
	9.05	3.8										
	9.14	3.9										
Vapeur resurchauffée	9.0-9.3	3.0-4.0										
	9.05	3.8										
	9.15	3.7										
Eau Noria	9.0-9.5	3.5-20									<100	
	8.98	3.4									41	
	9.4	11										

Conditionnement cycle Eau-Vapeur		CH <sub>6</sub> N <sub>4</sub> O	NH <sub>4</sub> OH	Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	PURGES	EVENT DEGAZEUR
	Temps	CONTINUE	ARRET	ARRET	Fermées	VERS CONDENSSEUR
	Débit	4.5L/H	00L/H	00L/H		
		Cl <sub>2</sub> sortie condenseur en mg/l			0.2-0.8	0.35
Observations - injection noria pendant 3h						
Remplissage de pot de résine « saturation »						

## *Conclusion générale*

Dans le présent travail ; nous nous sommes intéressés à la qualité des eaux de processus de la société de production de l'électricité. Les traitements physicochimiques que l'eau subit ne sont pas parfaits pour produire une vapeur pure afin de préserver les différents équipements de la centrale de toutes détériorations.

Les chaudières actuelles sont conçues pour fonctionner en eau traitée, l'absence du traitement conduit à la destruction rapide de ces dernières.

Au vu des analyses effectuées au laboratoire, on remarque que les résultats sont loin d'être conformes aux spécifications requises par les constructeurs.

Le traitement chimique de l'eau est donc une étape indispensable pour assurer le bon fonctionnement et garder l'installation une longue durée, mais il permet seulement de ralentir le phénomène de corrosion mais ne le supprime pas totalement, il est donc nécessaire de déterminer et connaître la qualité de l'eau d'alimentation de la chaudière afin de définir le type de traitement à effectuer.

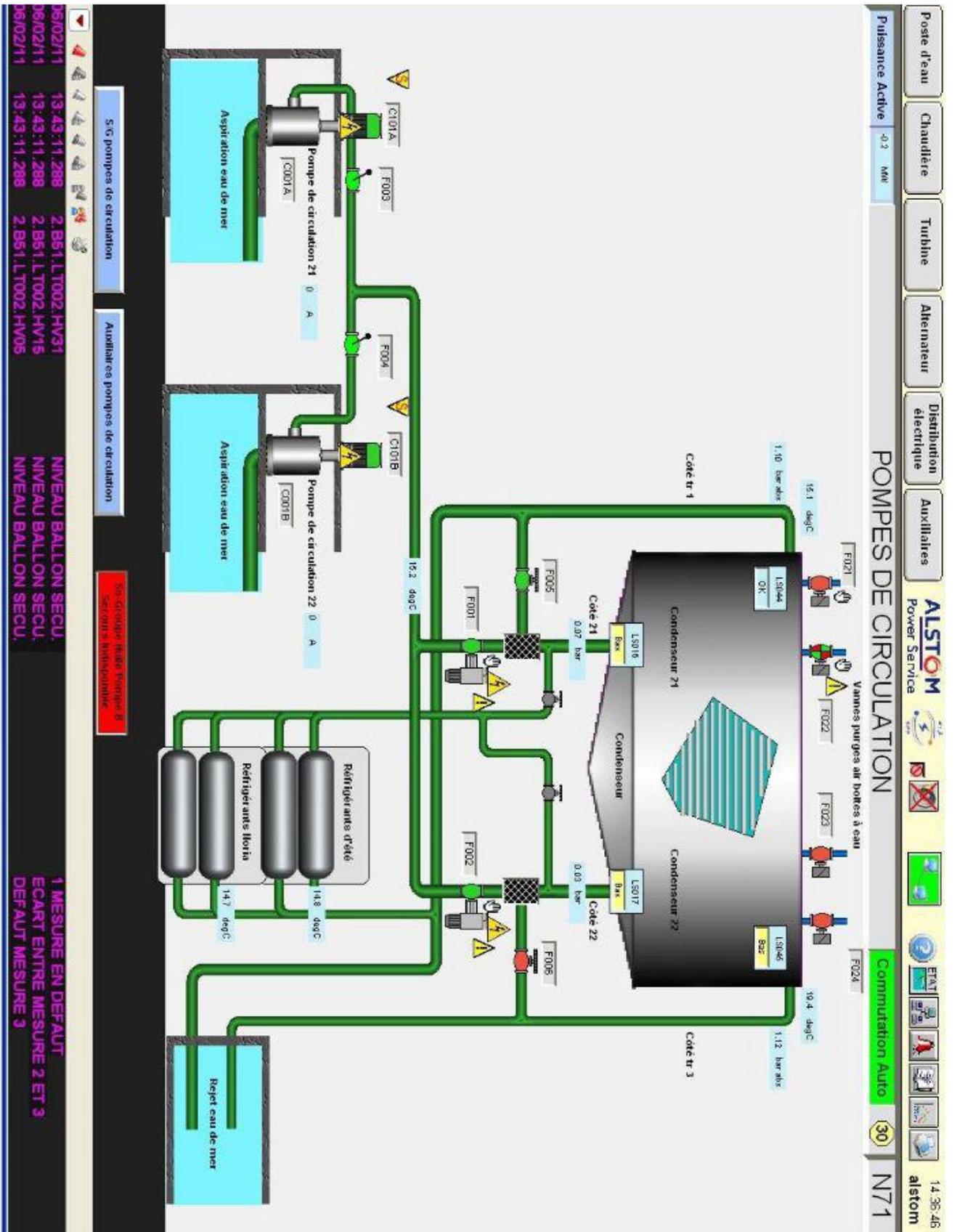
# ANNEXE

## ANNEXE 01 Un lit mélangé



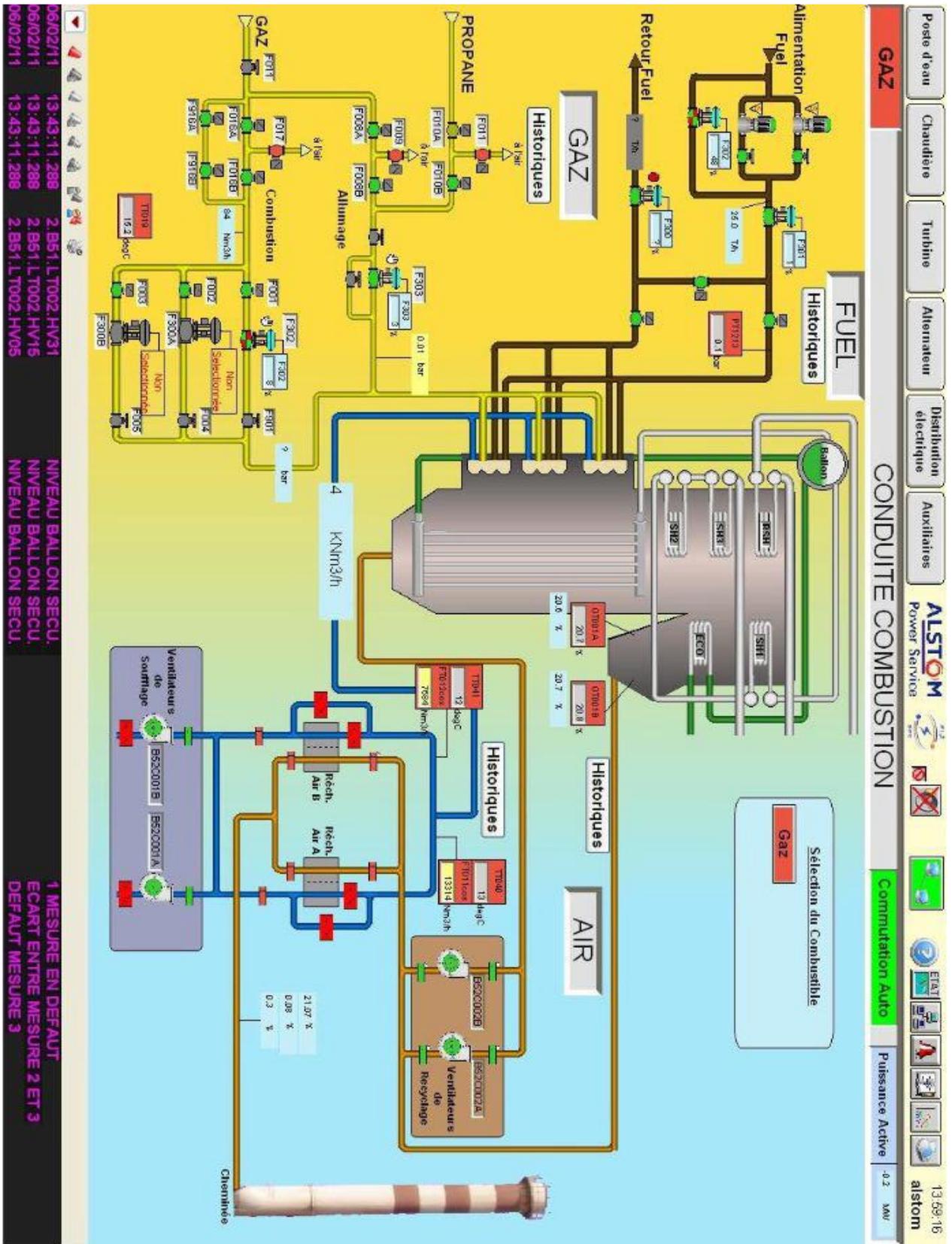
# ANNEXE

## ANNEXE 02 schémas centrales : pompes de circulation eau de mer





# ANNEXE



06/02/11 13:43:11,288 2.B51.L.T002.HV31  
 06/02/11 13:43:11,288 2.B51.L.T002.HV15  
 06/02/11 13:43:11,288 2.B51.L.T002.HV05

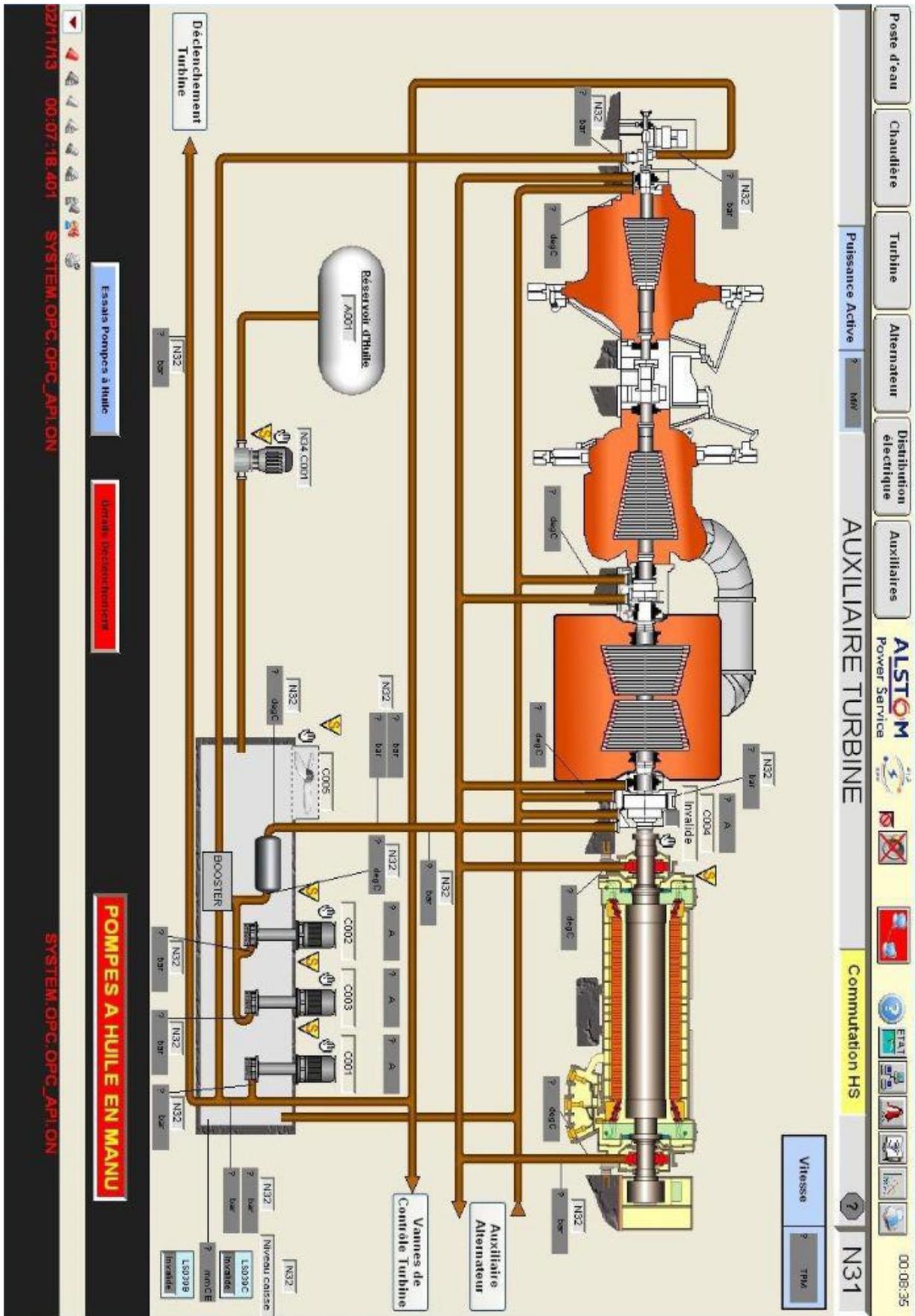
NIVEAU BALLON SECU.  
 NIVEAU BALLON SECU.  
 NIVEAU BALLON SECU.

1 MESURE EN DEFAUT  
 ECART ENTRE MESURE 2 ET 3  
 DEFAUT MESURE 3

Poste d'eau  
 Chauffage  
 Turbine  
 Alternateur  
 Distribution électrique  
 Auxiliaires  
**ALSTOM**  
 Power Service  
 Commutation Auto  
 Puissance Active  
 -0.2 MW  
 13:59:16  
 alstom

ANNEXE 04 schémas centrale/ la combustion

# ANNEXE



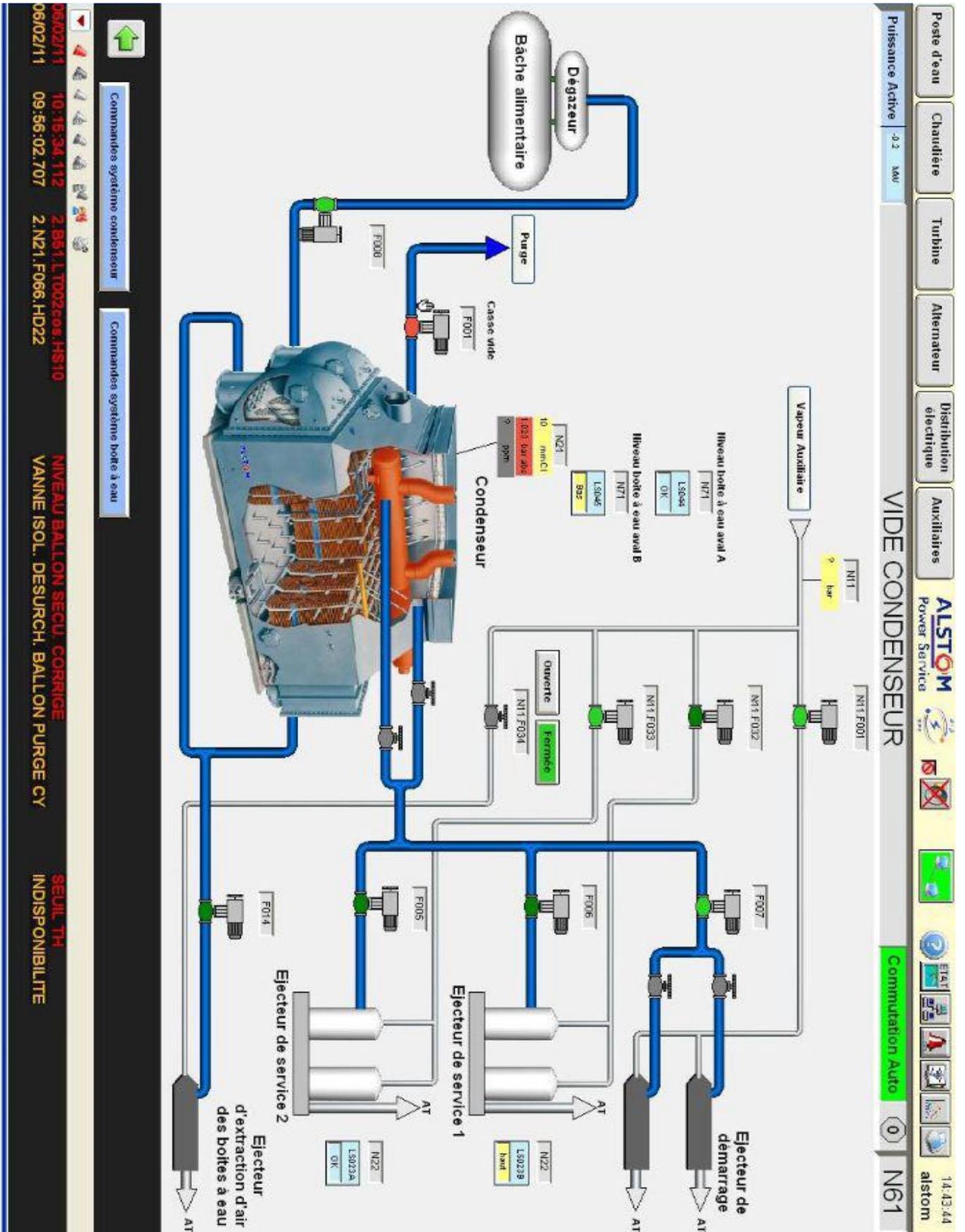
ANNEXE 05 SCHEMAS CENTRALE/la turbine

## ANNEXE

### Annexe 06 Les caractéristiques de l'eau de mer

<b>Totales de solides dissous</b>	<b>37300 ppm</b>
<b>Calcium</b>	474 ppm
<b>Magnésium</b>	1298 ppm
<b>Sodium</b>	10675 ppm
<b>Chlorures</b>	19729 ppm
<b>Sulfates</b>	2748 ppm
<b>Carbonates</b>	70.4ppm
<b>Nitrites</b>	0.0064 ppm
<b>Nitrates</b>	00 ppm
<b>Ammonium</b>	1.57ppm
<b>Matières organiques</b>	18.53ppm
<b>Dureté totale</b>	120 ppm en CaCO <sub>3</sub>
<b>Température maximale</b>	30°C
<b>Température minimale</b>	14°C

# ANNEXE



Annexe 07 schémas centrales /système de vide

# ANNEXE

## Annexe 08 schémas centrales /système d'échantillonnage

Poste d'eau

Chaudière

Turbine

Alternateur

Distribution électrique

Auxiliaires

Puissance Active

-0.2 MW

15:44:50

alstom

### ECHANTILLONNAGE

ALSTOM Power Service

#### Eau Condenseur

CCT132 - CONDUCTIVITE EAU	?	us/cm
I12 CONDENS.2 H21		
CCT133 - CONDUCTIVITE EAU	?	us/cm
I12 CONDENS.1 H21		

#### Eau Bâche Tampou

CCT102 - CONDUCTIVITE EAU	0.1	us/cm
BACHE TAMPON H21		
PH104 - PH EAU BACHE TAMPON H21	8.08	pH

#### Eau Extraction

CCT106 - CONDUCTIVITE EAU EXTRACTION H21	0.0	us/cm
CCT102 - CONDUCT. CATION EAU EXTRACTION H21	0.4	us/cm
PH108 - PH EAU EXTRACTION H21	8.35	pH
021010 - OXIGENE EAU EXTRACTION H21	1	ppm

#### Eau Bâche Alimentaire

CCT014 - CONDUCT. CATION EAU BACHE ALIMENTAIRE II	0.1	us/cm
---	-----	-------

#### Eau Bâche Chaudière

CCT018 - CONDUCTIVITE EAU BALLON CHAUDIERE B51	2.9	us/cm
PH1020 - PH EAU BALLON CHAUDIERE B51	6.39	pH

#### Vapeur Surchauffée

CCT038 - CONDUCT. VAPEUR CATION SAT. SCHAUF. H11	0.0	us/cm
--	-----	-------

#### Vapeur Resurchauffée

CCT040 - CONDUCT. CATION VAPEUR RE. SCHAUF. H11	0.0	us/cm
---	-----	-------

06/02/11 15:00:59.347 0 W32 D1209 HS09 TAMBOUR - MOTEUR ROTATION

06/02/11 10:16:34.112 2 B51, L17002cas, HS10 NIVEAU BALLON SECU CORRIGE

06/02/11 09:56:02.707 2 N21, F066, HD22 VANNE ISOL. DESURCH. BALLON PURGE CY

DEF. LIMITEUR DE COUPLE SEUL TH

INDISPONIBILITE

## ANNEXE

### **Annexe 09** : paramètres de marche des auxiliaires

#### Station de dessalement :

- ✓ Production eau distillé.....20,83 m<sup>3</sup>/h
- ✓ Débit eau à l'entrée.....249 t/h
- ✓ Température d'eau de mer en rejet.....34°C
- ✓ Température d'eau de mer à l'entrée.....25°C
- ✓ Débit saumure.....219t/h
- ✓ Température maximale de saumure.....90°C
- ✓ Température Minimale de saumure.....30°C
- ✓ Débit de la saumure en circulation.....241,5 t/h

#### Station de production d'hydrogène :

- ✓ Débit H<sub>2</sub>.....12 Nm<sup>3</sup>/h
- ✓ Débit O<sub>2</sub>.....6Nm<sup>3</sup>/h
- ✓ Courant I.....1440 A
- ✓ Tension V.....43,8 V
- ✓ Puissance.....63,1 Kw
- ✓ Température.....79°C
- ✓ Solution électrolyte.....1180 L

#### Station de déminéralisation :

- ✓ Nombres d'unités.....3
- ✓ Débit unitaire.....30 m<sup>3</sup>/h
- ✓ Pression de service.....6 Kg/cm<sup>2</sup>
- ✓ Concentration de volume du régénérant.....4%

Paramètres après régénération :

{	Cd < 0,2µs/cm
	pH= 7± 0.3
	SiO <sub>2</sub> < 10ppb

ANNEXE



Tombeur filtrant



rejet des déchets



POMPE D'EXTRACTION



RECHAUFFEUR BASSE PRESSION



CONDENSSEUR



pot de résine

## ANNEXE



Colorimètre



Spectromètre



Résine anionique

Résine cationique

# ANNEXE

## ANNEXE 10 schemas de MSF

