

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



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

Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Master en :
Filière : Génie des Procédés
Spécialité : Génie Chimique

Thème :

**Etude préventive sur la corrosion et dysfonctionnement
des chaudières au niveau de la raffinerie d'Adrar**

Préparé par :

Mr. Walid BOUNAB

Mr. Mahmoud Khalil HOUTIA

Membres de jury d'évaluation :

Dr. Mounir SAKMECHE	Encadreur	MCB	Univ. Adrar
Mr. Ali MOULAY ALI	Président	MAA	Univ. Adrar
Dr. Bilel SMILI	Examineur	MCB	Univ. Adrar

Année Universitaire : 2019/2020

Remerciements

Tout d'abord, on remercie Dieu le tout puissant de nous avoir accordé le courage et la force pour réaliser ce travail.

On remercie notre encadreur Dr Mounir SAKMECHE pour sa disponibilité, son encadrement ainsi que ses conseils et ses orientations.

Nous adressons nos remerciements à l'ensemble des ingénieurs et les techniciens de la raffinerie d'Adrar qui nous ont aidés à la réalisation de la partie pratique de notre mémoire.

Notre gratitude va également aux membres du jury qui ont accepté d'évaluer ce travail.

Un grand merci pour tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

BOUNAB Walid

HOUTIA Mahmoud Khalil

Dédicaces

*En premier lieu je remercie Allah le tout puissant de m'avoir donné
la volonté, la santé et le courage pour réaliser ce travail.*

Je dédie ce travail :

*A celui qui est absent mais a mon esprit et dans mon cœur,
mon père << Abd eslam >>, à qui ce modeste travail
aurait fait beaucoup plaisir.*

Repose en paix chère papa et que dieu est pitié de ton âme.

*A ma très chère mère << Safia >>, qui m'a accompagné durant les
moments les plus rudes de ce long parcours de mon éducation,
Ton amour, ta patience, ton encouragement et tes prières ont
été pour moi le gage de la réussite.*

A mes braves frères et leurs femmes

A mes chères sœurs et leurs maries

A mes neveux et mes nièces

A ma fiancée

A mon binôme

A tous mes amis et tous ceux qui m'aiment

A toute ma promotion de master en génie chimique

En fin, a tous ceux qui sont pas entre ces ligne mais

C'est sûr à mon esprit

Walid

Dédicaces

« Le plus grand merci s'adresse à Allah »

A ma mère et à mon père, qui m'ont comblée de leur soutien et m'ont voué un amour inconditionnel. Vous êtes pour moi un exemple de courage et de sacrifice continu, que cet humble travail témoigne mon affection, mon éternel attachement et qu'il appelle sur moi votre continuelle bénédiction.

A Monsieur « SEKMECHE Mounir », qui m'a permis, grâce à sa confiance et à son soutien précieux, de réaliser et surtout de mener à terme ce travail. A Mon frère et mes Soeurs qui n'ont cessé d'être pour moi des exemples de persévérance, de courage et de générosité.

Je le dédie aussi à mon binôme « BOUNAB Walid ».

Et à tous mes collègues d'étude surtout les étudiants de 2ème année genie chimique promotion 2019-2020.

Enfin je le dédie à toute ma famille et tous mes meilleurs enseignants de la spécialité un par un et à tous qui me connaissent, en particulier les gens de la faculté des sciences et de technologies.

Mahmoud Khalil

Sommaire

Sommaire

Liste des Figures

Liste des Tableaux

Nomenclature

Résumé

Introduction Général 1

Chapitre 1 : Présentation d'usine

1.1 Description de la société SONATRACH 2

1.2. Présentation de La raffinerie d'Adrar 2

1.3. Historique 3

1.4. Identification des installations de la raffinerie 3

1.5. Les utilité..... 3

1.6. Stockage des produits..... 4

1.7. Capacité de la production annuelle 5

Chapitre 2 : La combustion et la chaudière

2.1. Définition d'une chaudière 6

2.2. Rôle d'une chaudière..... 6

2.3. Description des chaudières de la raffinerie d'Adrar 6

2.4. Principaux éléments d'une chaudière 6

2.5. Dégazeur..... 10

2.6. Les réducteurs 13

2.7. Pompes d'alimentation de chaudière..... 14

2.8. Ventilateur à tirage forcé..... 14

2.9. Circuit eau / vapeur 14

2.10. Système d'air et de gaz de fumée 16

2.11. La combustion 16

2.12. Etude thermique de la combustion 19

Chapitre 3 : Description de l'unité utilité

3.1. Définition 20

3.2. Différents utilités..... 20

3.3. Principaux mode de production de l'utilité 21

3.3.1. Unité de production de l'eau..... 21

3.3.2. Unité de traitement des eaux 21

Sommaire

3.3.3. Unité de production de vapeur	22
3.3.4. Unité de production d'énergie électrique	23
3.3.5. Unité de production d'air comprimé	23
3.3.6. Unité de production d'azote	24

Chapitre 4 : les problèmes rencontrés dans la chaudière

4.1 Introduction	26
4.2 Définition de la corrosion.....	26
4.3. Les différents types de corrosion	26
4.4. La corrosion des chaudières	29
4.5. La corrosion dans les circuits de vapeur et d'eau condensée	31
4.6. Les facteurs agissant sur la vitesse de corrosion	32

Partie 5 : étude expérimentale

5.1. Introduction	34
5.2. Calcul du dégazeur	37
5.2.1. Calcul de débit de vapeur	37
5.2.2. Calcul de la quantité de vapeur condensée.....	38
5.2.3. Calcul de perte de vapeur dans l'évent.....	39
5.3. Calcul du débit d'alimentation de chaudière.....	39
5.4. La quantité d'oxygène dégazée thermiquement.....	39
5.4.1. Calcul la quantité de l'oxygène à l'entrée de dégazeur $Q_a(O_2)$	39
5.4.2. Calcul de la quantité d'oxygène à la sortie du dégazeur	40
5.5. Calcul du rendement du dégazeur thermique	40
5.6. Calcul de la quantité du réducteur d'oxygène	40
5.6.1. Calcul de la quantité de carbohydrazide d'oxygène qu'il faut injecter	40
5.6.2. DEHA – Diethylhydroxylamine.....	43
5.7. Interprétations des résultats	44
Conclusion.....	45

Liste des figures

Figure 1.1	Station géographique de la raffinerie d'Adrar	2
Figure 1.2	Section des bacs de stockage	4
Figure 2.1	Ballon de Vapeur (supérieur)	7
Figure 2.2	Schéma d'économiseur	8
Figure 2.3	Schéma d'évaporateur	8
Figure 2.4	Schéma des surchauffeurs	9
Figure 2.5	les différents éléments constituant la chaudière	10
Figure 2.6	Dégazeur	12
Figure 2.7	Schéma de principe du fonctionnement de la chaudière	15
Figure 2.8	Schéma de principe du système d'air et de gaz de fumée	16
Figure 2.9	Triangle de feu	17
Figure 2.10	plage de l'inflammabilité	18
Figure 2.11	PCI et PCS	19
Figure 4.1	Corrosion par piqûre	27
Figure 4.2	Effet d'une corrosion par piqûre	28
Figure 4.3	Corrosion galvanique	28
Figure 4.4	Effet d'une corrosion galvanique	29
Figure 4.5	Corrosion par O ₂	30
Figure 4.6	Fragilisation caustique	30
Figure 4.7	Effet de la corrosion caustique	31
Figure 4.8	corrosion par CO ₂	32
Figure 4.9	Phénomène de fluage causé par corrosion par fatigue	33

Liste des tableaux

Tableau 1.1	Capacité de la production annuelle de la raffinerie d'Adrar	5
Tableau 2.1	Les principales réactions de combustion	17
Tableau 3.1	les caractéristiques de l'air comprimé	24
Tableau 5.1	Relevé du têt d'oxygène dissout du mois juin	34
Tableau 5.2	Relevé du têt d'oxygène dissout du mois juillet	34
Tableau 5.3	Relevé du têt d'oxygène dissout du mois aout	34
Tableau 5.4	Relevé du têt d'oxygène dissout du mois septembre	35
Tableau 5.5	Relevé du têt d'oxygène dissout du mois octobre	35
Tableau 5.6	Relevé du têt d'oxygène dissout du mois novembre	35
Tableau 5.7	Relevé du têt d'oxygène dissout du mois décembre	35
Tableau 5.8	Relevé du têt d'oxygène dissout du mois janvier	35
Tableau 5.9	Relevé du têt d'oxygène dissout du mois février	36
Tableau 5.10	paramètres de marches du dégazeur	36

Les Nomenclatures

DEHA : Diethylhydroxylamine

CVD : vannes de contrôle d'eau

HRA : **H**eat **R**ecovery **A**rea

SHP : surchauffeur primaire

SHS : surchauffeur secondaire

HP : haute pression

BP : Base pression

MP : Moyen Pression

OAP : l'orifice d'air supérieur

M I : Mélange Idéal

L S I : Limite Supérieure d'Inflammabilité

PCS : pouvoir calorifique supérieur

PCI : pouvoir calorifique inférieur

S S : sous stations

Hac : l'enthalpie de l'eau d'alimentation de la chaudière (KJ/Kg) à 109°C.

Ha : l'enthalpie d'eau d'alimentation du dégazeur (KJ/Kg) à 28°C.

Hv : l'enthalpie de vapeur (KJ/kg).

Qv : débit de vapeur entrant.

Qa : débit d'eau d'alimentation dégazeur.

Qac : débit d'eau d'alimentation de chaudière.

Qev : débit de vapeur sortante en événement.

HL : l'enthalpie de liquide à la pression de vapeur (KJ/kg) ;

Ha : l'enthalpie d'eau d'alimentation (KJ/kg) ;

Hv : l'enthalpie de vapeur (kJ/kg).

Qev(O₂) : la quantité d'oxygène vers événement.

Qac (O₂) : la quantité d'oxygène dans le liquide descendant vers la bache de dégazage.

Qa(O₂) : la quantité d'oxygène dans le condensât alimentant le dégazeur.

[O₂]b : La concentration de l'oxygène dans l'eau partant vers la bache de dégazeur

C : La concentration de la carbohydrazide dans l'eau d'alimentation des chaudières (ppm).

A : La course de la pompe en (%)

D : Le débit de carbohydrazide injecté en (l/h).

C' : La concentration de carbohydrazide dans le bac (mg/l)

ملخص

لقد تمت دراسة تكنولوجية عن الوحدة المسؤولة عن إنتاج البخار بمصفاة أدرار، وذلك من أجل حماية الآلات التي تعمل بالبخار والمعدات من التآكل، وأيضا الاضطرابات في اعدادات التشغيل لمختلف الآلات الدوارة بالتحديد على توربينات و المضخات عالية الضغط التي تتجاوز 60 بار، سمحت لنا هذه الدراسة بتحديد المستوى الأمثل من الأكسجين الموجود في الماء عند مدخل الغلاية ويتعلق الأمر بالتشغيل السليم ل للديكازور الذي ينزل الغازات المؤكسدة للحصول على محتوى الأكسجين المطلوب، إن كمية مخفض الأكسجين (الكاربوهيدرازيد) كافية إلى حد كبير والنتائج المتحصل عليها جيدة، وذلك دليل على التشغيل الصحيح للطرق الكيميائية والفيزيائية لنزع الغازات الموجودة في الماء، وكل هذه الطرق استعملناها من أجل عدم تضرر وتآكل الآلات المسؤولة و التي تعمل بالبخار.

الكلمات المفتاحية: مصفات أدرار، الغلايات، التآكل، كربوهيدرازيد، تبخر الغازات

Résumé

Une étude technologique a été appliquée sur les chaudières de la raffinerie d'Adrar, en raison de la protection contre la corrosion des équipements qui fonctionne à la vapeur et les installations, ainsi que les perturbations des paramètres de marche sur les machines tournantes notamment sur les turbines à haut pression qui dépasse les 60 bars, cette étude nous a permis de déterminé le taux optimale d'oxygène dissout dans l'eau d'alimentation des chaudières qui se traduit au bonne fonctionnement du dégazeur pour atteindre la teneur en oxygène dans les normes, la quantité d'injection du réducteur d'oxygène (carbohydrazide) est largement suffisante et les résultats sont parfaitement en accord avec le design, qui entraîne au bonne fonctionnement de dégazage chimique et physique des condensat recyclées à la chaudière pour éviter l'endommagements et la corrosion de ce dernier.

Mots clé: Raffinerie d'Adrar, Chaudières, Corrosion, Carbohydrazide, Dégazage

Abstract

Technological study was studied on the boilers of the Adrar refinery, due to the protection against corrosion of equipment that function with steam and installations, as well as disturbances of running parameters on rotary machines especially on high pressure turbines exceeding 60 bar, this study allowed us to determine the optimal level of oxygen dissolved in the boiler supply water that results in the proper functioning of the degazer to reach the oxygen content in the standards, the amount of injection of the oxygen reducer (carbohydrazide) is largely sufficient and the results are perfectly in line with the design, which leads to the proper operation of chemical and physical degassing of the recycled condensate.

Keywords: Adrar Refinery, boilers, Corrosion, carbohydrazide, degassing

Introduction Générale

Introduction Générale

Le brut sorti du puits ne peut être utilisé tel quel, car c'est un mélange assez complexe de toutes sortes de constituants hydrocarbonés. Il est indispensable d'utiliser différents processus de traitement et de transformation afin de tirer le maximum de produits à haute valeur commerciale. L'ensemble de ces transformations constitue le raffinage du pétrole.

Le raffinage du pétrole est une industrie lourde qui transforme le pétrole brut, en produits énergétiques et non énergétiques cette transformation s'effectue dans les raffineries qui sont des usines à feux continus, automatisées et très complexes qui se diversifient selon la gamme des produits fabriqués et la qualité des pétroles bruts comparée aux exigences du marché.

La raffinerie d'Adrar est pour transformer le pétrole brut en différents produits finis tels que l'essence, le fioul lourd ou le naphta. , dans lequel l'eau représente un élément vital sans lequel aucune opération ne pourrait être effectuée.

L'eau est utilisée comme source de refroidissement dans les échangeurs , mais elle est aussi et surtout utilisée pour la production de vapeur qui a son tour est capable de fournir l'énergie thermique nécessaire au réchauffage des produits et de l'énergie mécanique capable de faire tourner les équipements tel que, les turbines.

Cependant à cause de son caractère agressif, l'eau doit être traitée avant toute éventuelle utilisation.

La raffinerie d'Adrar utilise de l'eau spécialement traitée pour la consommation de ses chaudières. La qualité de l'eau de cette dernière doit être telle que son utilisation ne porte aucun préjudice à ces gros équipements.

Dans le cadre de notre projet de fin d'étude, nous allons étudier les procédures de conservation des chaudières et les principales causes qui peuvent provoquer, une réduction des durées de vie des équipements d'une chaudière, ainsi que nous vérifier les performances des équipements de la chaudière et leur impact sur la production de la vapeur.

Nous avons ensuite présenté quelques équipements auxiliaires utilisés dans la chaudière, leurs qualités et les limites de leurs utilisations. Parmi eux le dégazeur qui est le responsable à la qualité d'eau qui entre dans la chaudière provoquant la corrosion.

Enfin, l'interprétation des valeurs obtenue grâce au prise d'échantillons et les calculs du rendement ont été traités dans la dernière partie.

Chapitre 1 :

Description de la

Raffinerie

d'Adrar

Chapitre 1 : présentation de la raffinerie d'Adrar

1.1. Description de la société SONATRACH:

SONATRACH est une société fondée en 1963 qui ouvre principalement dans l'exploration, le produit, le transport, le traitement et la commercialisation des produits pétroliers liquides et gazeux. Elle est la première entreprise du continent africain. Elle est 12^{ème} parmi les compagnies pétrolières mondiales. Sa production globale (tous produit confondus) est d'environ 160 millions de tep (Tonnes Equivalent Pétrole) en 2015. La société SONATRACH cumule une longue expérience dans le raffinage du pétrole depuis plus de 50 ans. Pour la maîtrise des installations, la SONATRACH bénéficie du retour d'expérience de ses 50 ans d'exploitation et de la maintenance d'installations d'hydrocarbures, ainsi que de l'expérience acquise sur les sites de raffinage de pétrole et de compétence de ses équipes techniques, qu'elle peut diligenter à tout moment en cas de nécessité.[1]

1.2. Présentation de La raffinerie d'Adrar :

La raffinerie de Sbaa est situé géographiquement au nord dans la circonscription de la wilaya d'Adrar distante de 44km elle est s'étend sur vue superficie de 84 hectares implante sur une surface 37 hectares.

Projeté en plein désert de GAB, a900m d'une assiette agricole, rattachée au village de Sbaa, hormis ce secteur agricole le paysage est dépourvu de toutes végétations et d'activité les conceptions climatiques témoignent de cet état, très faible pluviométrie 16mm/an l'humidité 20% moyenne annuelle

Au Nord : par la daïra de Tsabit.

Au Sud : par la commune de Gourara.

À l'Ouest : par la commune de Sbaa.

À l'Est : par un terrain non urbanisé.



Figure 1.1 Station géographique de la raffinerie d'Adrar

1.3. Historique

La construction de la raffinerie d'Adrar a été programmée dans le cadre du planquinquennal d'investissement pour la période 2001-2005, afin de renforcer les capacités de raffinage du pays. Les travaux de réalisation ont été lancés en juin 2004 et la raffinerie est entrée en exploitation le mois de mai de l'année 2007. [1]

1.4. Identification des installations de la raffinerie

La raffinerie de Sbaa, construit en 2006, se compose de 6 aires spécialisées comportant les unités suivantes :

- Unité process.
- Unité de stockage des produits finis .
- Unité des utilités et auxiliaires.
- Routes intérieures.
- Administration.
- Base de vie.

La Raffinerie dont la capacité nominale de traitement est de douze mille cinq cent (12 500) barils par jour soit six cent mille (600 000) Tonnes/an environ de pétrole brut provenant des gisements situés dans la cuvette de Sbaa, Hassillatou, Dechiera, Otra. Elle se compose des unités de production suivantes:

- Une unité de distillation atmosphérique de brute.
- Une unité de reformage catalytique de naphta .
- Une unité de craquage catalytique de résidu atmosphérique (RFCC).
- Une unité de séparation des GPL .
- Une salle de contrôle principale .
- Des bacs de stockage de produit pétroliers .
- Unités des utilités avec ses auxiliaires .

1.5. Les utilités:

Les utilités sont composées des unités suivantes :

- Unité de réception eau brute U404.
- Unité de traitement des eaux U602 .
- Unité de production de vapeur U601 (Chaudière).
- Unité de production d'énergie électrique U601(Turbine).

Chapitre 1 : présentation de la raffinerie d'Adrar

- Unité de distribution d'énergie électrique U501 .
- Unité de production d'air /azote U603 .
- Unité d'exploitation d'eau de refroidissement U401 et eau usée U402.

1.6. Stockage des produits:

- Trois bacs (toit flottante) de stockage du brut la capacité de chacun est de 6000 m3 ;
- Un bac pour le stockage de naphta (charge de démarrage) 1000 m3 ;
- Trois bacs pour le naphta (charge de reforming) 1000 m3;
- Six bacs pour l'essence normale 90 avec une capacité de 3000 m3 pour chacun ;
- Un bac d'essence super 96 de 500 m3 ;
- Deux bacs de 500 m3 d'essence non conforme ;
- Quatre bacs de gasoil, 4000 m3 capacité de chacun ;
- Quatre bacs pour le kérosène de 500 m3 ;
- Deux bacs de diesel non conforme de 500 m3;
- Trois bacs de 3000 m3 pour le fuel (charge de RFCC)
- Quatre bacs de 300 m3 pour le fuel (alimentation de chaudière) ;
- Deux sphères de capacité de 1000 m3 de propane ;
- Trois sphères de 1000 m3 pour butane ;
- Deux sphères de 400 m3 pour GPL (charge) ;
- Une sphère de 400 m3 pour GPL non conforme.



Figure 1.2: Section des bacs de stockage.

Chapitre 1 : présentation de la raffinerie d'Adrar

1.7. Capacité de la production annuelle:

La capacité annuelle de traitement de la raffinerie de Sbaa est environ de 600 000 Tonnes de pétrole brut pendant une période de 330 jours en continu par jour de vingt-quatre (24) heures. Le brut aspiré à partir des bacs de stockage, l'usine s'exploite et le produit sous divers formes et de qualité comme il est mentionné dans le tableau ci-dessous [8,9].

Tableau 1.1: Capacité de la production annuelle de la raffinerie d'Adrar.

Quantités (Tonnes/An)	Produits
20 500	Propane
32 500	Butane
10 000	Essence super
208 300	Essence normal
30 000	Kérosène
238 400	Gazoil
13 000	Fuel oil

Chapitre 2 : La Combustion et la Chaudière

2.1. Définition d'une chaudière

Une chaudière est un dispositif permettant de chauffer l'eau et de produire de la vapeur par transmission de l'énergie apparaissant sous forme de chaleur à de l'eau. De plus, les chaudières à vapeur de grande puissance sont en général associées à une turbine à vapeur pour produire de l'énergie électrique. [2]

2.2. Rôle d'une chaudière :

Les chaudières ou générateurs de vapeur sont indispensables dans une usine pour assurer de manière fiable le fonctionnement des unités de production.

Elles ont pour rôles :

- D'apporter l'énergie nécessaire (vapeur de réchauffage, entraînement de turbine)
- D'intervenir dans les procédés (réaction chimique, vapeur de dilution, de stripping).
- De constituer un élément de sécurité (vapeur d'étouffement)

2.3. Description des chaudières de la raffinerie d'Adrar

Les trois chaudières d'Adrar sont identiques de même type (tube d'eau) à gaz, fuel -oïl du même constructeur (HAMWORTHY) ils sont adoptés dans la société de raffinerie d'Adrar, sont caractérisés par leur température et pression moyennes et sa circulation naturelle. La capacité de production d'une chaudière unique est de 35 tonnes/heure avec 3.82 MPa (38.2 Bar), et 450°C de vapeur surchauffée.

2.4. Principaux éléments d'une chaudière

-Ballon De Vapeur (supérieur) : C'est un ballon cylindrique horizontal où l'on maintient un niveau constant pour ne pas rompre la circulation naturelle.

Il est aussi équipé de séparateur vapeur-eau équipé et d'un dispositif anti-primage.

Comme montré, il est constitué :

- D'une tôle écran qui canalise le mélange vapeur saturée-eau produite dans les tubes vaporisateurs et permet de stabiliser/calmer le niveau au changement d'allure (surtout le gonflement lors de l'augmentation de débit)
 - De séparateurs (primaire, secondaire et cyclonique) pour éviter les entrainements d'eau
 - D'une arrivée d'eau d'alimentation distribuée par des gicleurs le long du tube d'entrée (ce qui permet de répartir le débit le long du ballon) pour éviter des turbulences et calmer le niveau.
 - Une prise de purge qui est utilisée en purge continue de déconcentration
- Une arrivée d'injection de produits chimiques

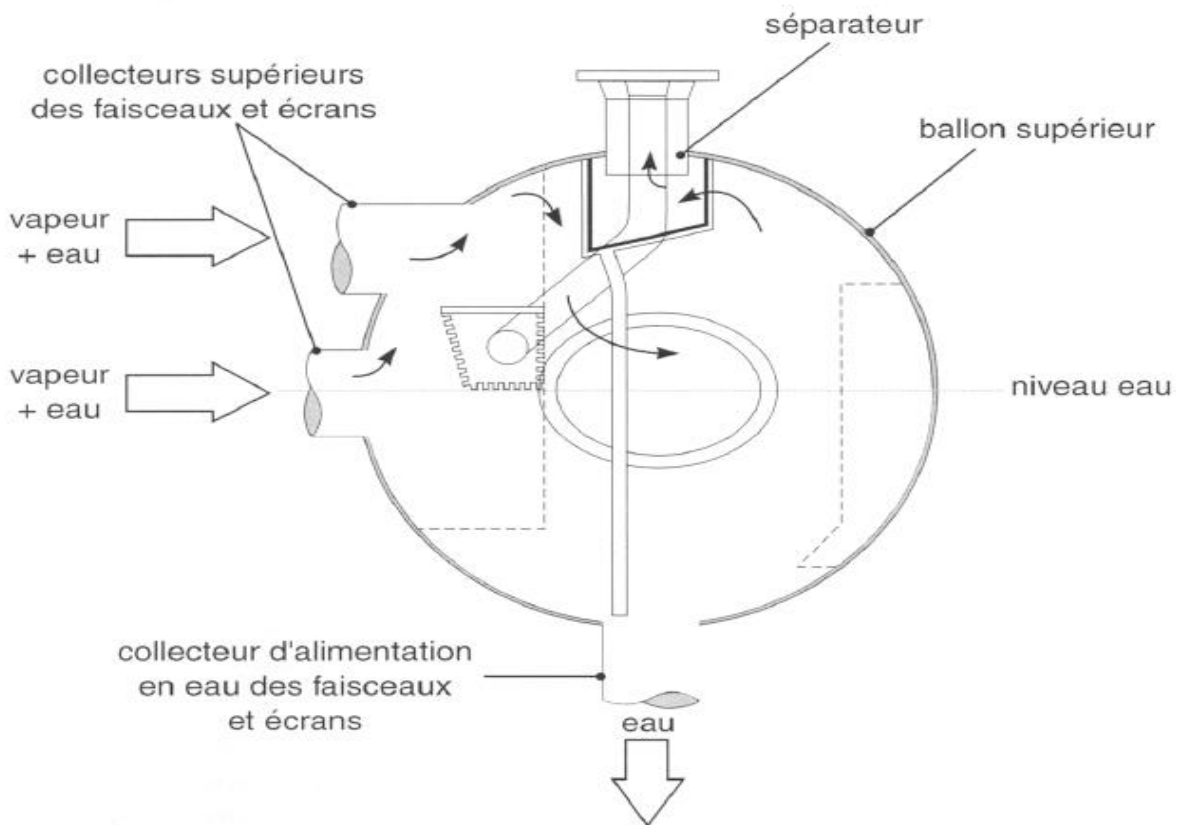


Figure 2.1 :Ballon de Vapeur (supérieur)

- **Ballon inférieur** : C'est un cylindre horizontal situé à la partie la plus basse qui permet d'abord de distribuer l'eau et accessoirement de décanter les parties solides (sels et impuretés) en suspension dans l'eau qui seront éliminées par extraction de fond, afin d'éviter la formation de dépôts dans les tubes.
- **Un foyer** : servant à convertir l'énergie potentielle contenue dans le combustible (pouvoir calorifique) en gaz chauds et en rayonnement ;
- **Des échangeurs** : utilisés principalement pour transférer l'énergie contenue dans ces gaz à de l'eau sous forme liquide ou vapeur. Les principaux échangeurs sont les suivants. [2]
- **L'économiseur** : Il extrait des gaz d'échappement de la chaudière la chaleur en excès, que la chaudière elle-même ne peut plus absorber. [7]

L'économiseur est généralement constitué de tubes à ailettes ou de tubes lisses. Il est situé sur le parcours des fumées entre la dernière surchauffeur ou resurchauffeur et le réchauffeur d'air.

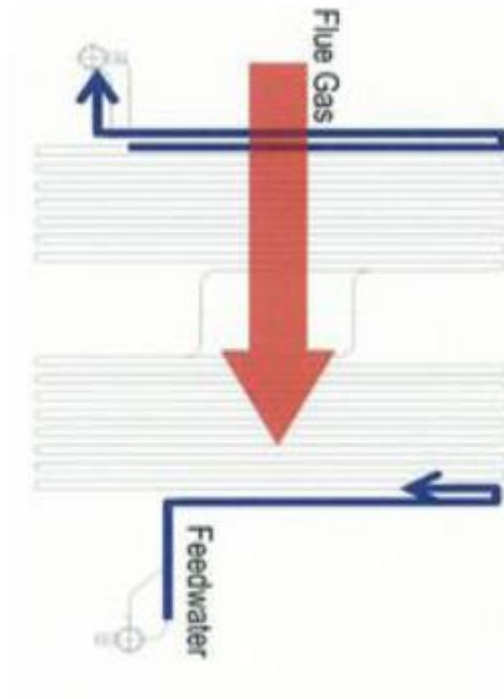


Figure 2.2 : Schéma d'économiseur.

- **Les vaporisateurs :** Ils assurent la fin de réchauffement de l'eau et la production de la vapeur. Les vaporisateurs sont généralement constitués par les écrans soudés de la chaudière mais doivent parfois être complétés par des faisceaux. [2] La circulation de l'eau dans ces tubes se fait naturellement à peu près en même temps que la production de vapeur. Elle repose sur la différence de poids qui existe entre le tube de descente plein d'eau et la colonne montante remplie du mélange eau -vapeur plus léger.

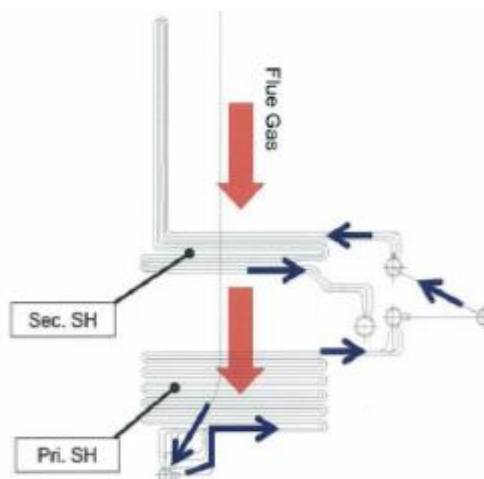


Figure 2.3 : Schéma d'évaporateur.

Chapitre 2 : La combustion et la chaudière

- **Les surchauffeurs** : Le surchauffeur est généralement situé sur le parcours de fumées entre la sortie du foyer et l'économiseur. Il ne reçoit que de la vapeur plus ou moins sèche, à laquelle il ajoute de la chaleur. Son but est, pour les turbines, d'améliorer leur rendement global tout en préservant de l'érosion leurs ailettes, puisque aucune présence de gouttelettes d'eau n'est possible dans la vapeur surchauffée. Pour les réseaux de grande longueur la vapeur surchauffée réduit ou évite la présence de condensats qui ne peuvent se former que si la vapeur est saturée. Cela permet de réduire les pertes thermiques parasites dues au refroidissement des tuyauteries. [7]

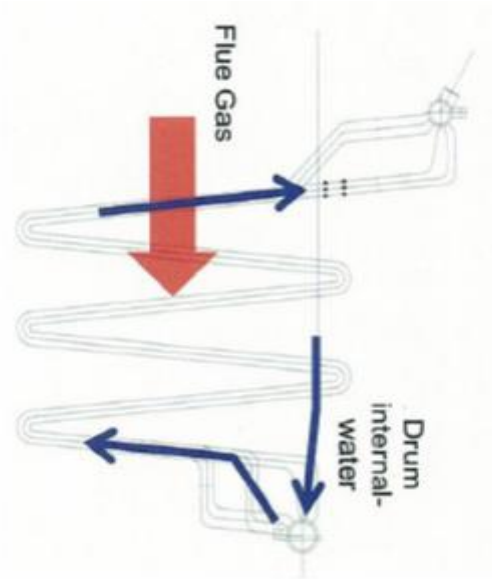


Figure 2.4 : Schéma des surchauffeurs.

- **Les resurchauffeurs** : Ils ont un rôle identique à celui des surchauffeurs, à savoir élever la température de la vapeur resurchauffée provenant de la turbine. [2]
- **Les désurchauffeurs** : Ils sont destinés à refroidir et à moduler la température de la vapeur surchauffée ou resurchauffée, ils sont rarement tubulaires mais généralement assimilables à des échangeurs par mélange puisqu'ils procèdent par injection d'eau dans la vapeur.
- **Les autres échangeurs associés à la chaudière** : Non directement en liaison avec l'eau ou la vapeur du cycle, ils n'en sont pas moins indispensables au bon fonctionnement de l'installation.
- **Le réchauffeur d'air** : C'est un échangeur air de combustion /gaz de combustion. L'avantage technique du réchauffage de l'air réside dans le fait qu'il amoindrit la perte par la cheminée et qu'il élève en outre la valeur de la température des gaz de combustion ou du foyer. [2]

- **Le préchauffeur d'air** : Dans le but principal de protéger le réchauffeur d'air et les gaines de fumées placées en aval des risques de corrosion par condensation d'acide, il est nécessaire de préchauffer de quelques dizaines de degrés l'air entrant dans le réchauffeur d'air. Cette fonction est assurée généralement par un échangeur à tubes ailettes où l'air est réchauffé par de la vapeur ou de l'eau. [2]

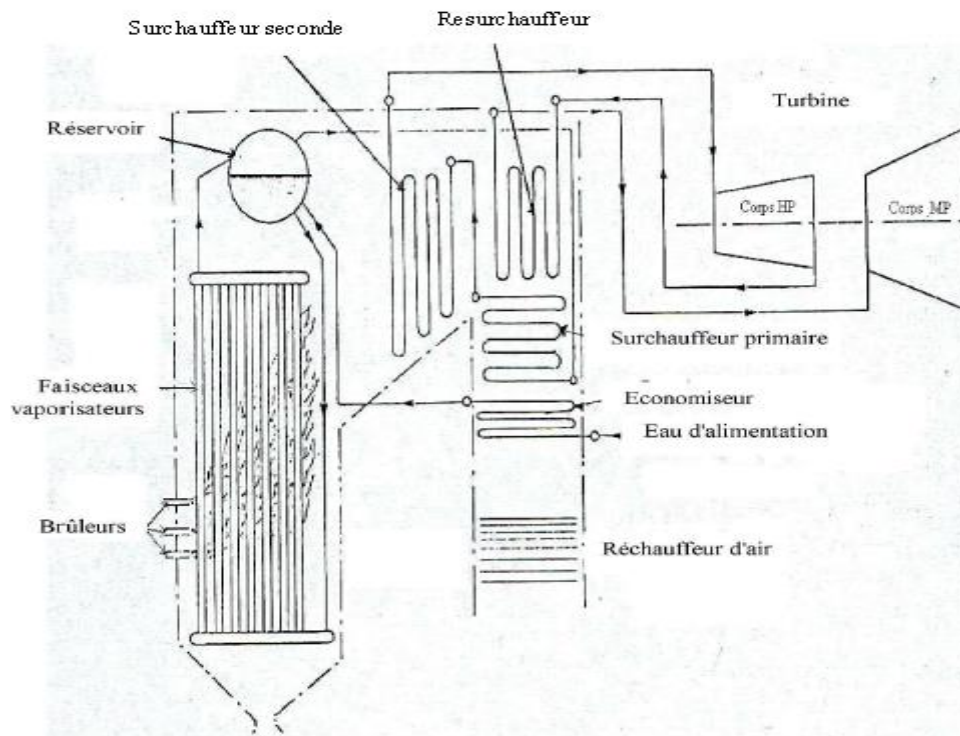


Figure 2.5 : les différents éléments constituant la chaudière

2.5. Dégazeur :

Le Dégazeur se compose d'un réchauffeur et d'un condenseur d'évent en acier inoxydable, se dernier et destiné à enlève les gaz dissous dans l'eau tel que (O_2 , CO_2) et à réchauffé l'eau d'alimentation, les gaz sont évacués vers l'atmosphère vers évent.

La vapeur et l'eau se mélangent au fond du réchauffeur ils en résultent une légère surchauffe qui provoque une violente ébullition qui garantit un très bon dégazage mécanique, les vapeurs sont condensées dans le condenseur.

- a) **Le rôle du dégazeur** : Le dégazeur est le gardien d'une installation de chaudières. Son rôle est d'enlever autant des gaz dissous dans l'eau d'alimentation des chaudières que possible. La concentration en oxygène à la sortie de dégazeur doit être uniformément à moins de 10 ppb. Comme autre assurance contre l'effet destructif de l'oxygène dissous, une quantité de carbohydrazide devrait être injecté.

b) Principe de dégazage : Toutes les eaux contiennent des gaz corrosifs, les plus importants dans l'eau de chaudière sont l'oxygène et le dioxyde de carbone. Le type et la quantité de gaz dissout dans l'eau dépendent de l'atmosphère dans laquelle l'eau et le condensât ont été en contact.

L'oxygène provenant de l'air est très corrosif pour les surfaces métalliques des équipements utilisés dans les systèmes de production de vapeur.

L'efficacité de dégazage dépend de trois facteurs :

- Le fait que les gaz sont soit ionisés (il réagit avec l'eau), soit dissous sous forme de gaz libre.
- La pression relative exercée par le gaz dans l'eau et dans l'atmosphère (pression partielle).
- La température.

Chacun de ces paramètres joue un rôle dans le dégazage physique.

L'oxygène ne s'ionise pas quand il est dissout dans l'eau. Il est présent essentiellement comme «oxygène libre». Il diffère du gaz carbonique et de l'ammoniac. La teneur en oxygène pourra donc être diminuée efficacement jusqu'à une faible concentration par des méthodes physiques, alors que le gaz carbonique et l'ammoniac ne seront éliminés que dans la mesure où ils sont présents sous forme non-ionisée.

L'oxygène dissout dans l'eau exerce une pression proportionnelle à sa concentration. L'eau en conséquence, dissoudra de l'oxygène uniquement jusqu'au moment où un équilibre de pression sera atteint entre l'oxygène dans l'eau et celui dans l'atmosphère environnante.

Le dégazage physique détruit volontairement cet équilibre. Ceci est réalisé en entourant l'eau avec de la vapeur qui ne contient pas d'oxygène. La différence de pression oblige l'oxygène à quitter l'eau. La vapeur est alors mise à l'atmosphère pour maintenir constamment une concentration basse en oxygène dans le milieu.

Les gaz ne peuvent pas se dissoudre dans l'eau à sa température de saturation (température d'ébullition à une pression donnée) En pratique, cependant, la solubilité des gaz libres n'est jamais nulle, car la température de la vapeur est toujours légèrement supérieure à celle de l'eau. Ceci permet aux gaz d'être plus solubles dans l'eau que dans la vapeur.[6]

c) Les types des dégazeurs :

- Dégazeurs sous vide ;
- Dégazeurs combinés ;
- Dégazeurs thermiques ;
- Dégazeurs thermiques à pulvérisation.

d) Principe de fonctionnement général :

La présence des gaz dissous et particulièrement l' O_2 , provoque la corrosion des appareils du circuit eau et vapeur de la chaudière.

Ce genre de corrosion peut se produire aussi bien dans une chaudière en service qu'à l'arrêt et dans de mauvaises conditions de stockage (conservation).

Le dégazeur a pour rôle d'éliminer la plus grande partie possible de gaz dissout dans l'eau d'alimentation des chaudières, en chauffant et en épurant l'eau avec la vapeur.

L'injection du réducteur d' O_2 à l'entrée du dégazeur sur la ligne des retours condensats 3.45 bars a pour but de compléter le dégazage mécanique.

La concentration de l' O_2 sortie dégazeur doit être $< 10\text{ppb}$.

- Dégazage mécanique (physique) :

L'eau arrive à partir des puits (forage) vers un bac de stockage, en suite il passe par un traitement pour diminué sa conductivité et augmenté leur PH, après il envoyer dans un réservoir d'eau, cette eau transite un clapet circulaire contient 11 pulvérisateurs qui atomise cette eau et la vapeur passe à contre-courant pour chasser les gaz dissous vers l'atmosphère par un évent situé au-dessus du dégazeur.

- Dégazage chimique :

Pour éliminer les dernières traces d'oxygène dissous, il faut ajouter des réducteurs chimiques, ce sont des produits qui réagissent directement avec l'oxygène. Une gamme de réducteurs est disponible chacun ayant un domaine d'application : L'hydrazine, le sulfite de sodium, la carbohydrazide, DEHA (Diethylhydroxylamine).....etc.

Le produit utilisé actuellement par la raffinerie est la carbohydrazide.

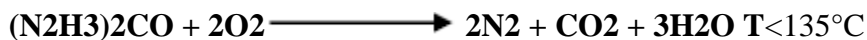


Figure 2.6: Dégazeur

2.6. Les réducteurs :

La carbohydrazide (L'ACCEPTA) :

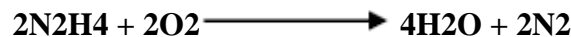
La carbohydrazide est un produit chimique qui réduit l'oxygène dissous dans l'eau, Il protège la chaudière contre la corrosion ce qui lui donne une longue durée de fonctionnement. La réaction de carbohydrazide avec l'oxygène est semblable à celle de l'hydrazine, mais plus complexe. À température ambiante, la carbohydrazide réagit directement avec l'oxygène (réaction directe).



Le carbohydrazide se décompose en hydrazine à partir de $135^\circ C$ selon :



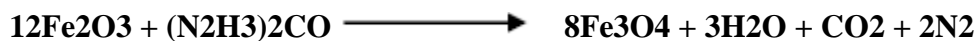
L'hydrazine formée réagit ensuite avec l'oxygène (**réaction indirect**) :



La vitesse de réaction (directe) de la carbohydrazide sur l'oxygène est beaucoup plus rapide que celle l'hydrazine.

L'ACCEPTA donne de nombreuses réactions intermédiaires et peut donner une meilleure passivation du métal.

Il réduit les oxydes métalliques de fer et de cuivre respectivement en magnétite Fe_3O_4 et en oxyde cuivreux Cu_2O . Il a la même action de passivation des surfaces métalliques que l'hydrazine.



L'excès de carbohydrazide se dégrade en hydrazine à partir de $135^\circ C$, il commence à se décomposer en hydrazine. Cette hydrazine se décomposera donc en ammoniac à partir de $200^\circ C$.

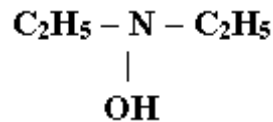
La carbohydrazide présente les avantages sur l'hydrazine :

- D'une plus grande rapidité de réaction à basse température sur l'oxygène ;
- D'une toxicité beaucoup plus faible. [5]

Chapitre 2 : La combustion et la chaudière

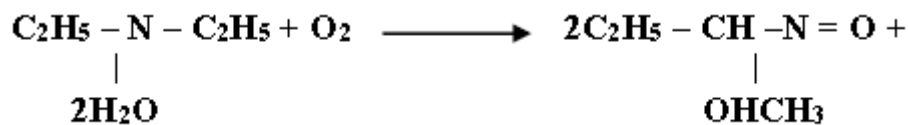
DEHA – Diethylhydroxylamine :

Formule chimique:



- Réaction avec l'oxygène :

C'est un réducteur puissant dont le schéma de réaction avec l'oxygène est complexe La réaction globale est :



La stœchiométrie de la réaction demande donc : $89/32 = 2,78$ mg de DEHA pour 1 mg d'O₂.

La vitesse de réaction du DEHA sur l'oxygène est beaucoup plus rapide que celle de l'hydrazine.

Le DEHA présente les avantages sur l'hydrate d'hydrazine :

- D'une plus grande rapidité de réaction sur l'oxygène
- D'une toxicité plus faible
- De ne pas se dégrader en ammoniaque.

2.7. Pompes d'alimentation de chaudière

Trois pompes aspirent de l'eau dégazée à partir des bâches alimentaires :

- P-60101/1-2-3 : envoient de l'eau traitée avec une pression de 60 bars et un débit de 38 t/h vers l'économiseur. Le but de ce dernier est de préchauffer l'eau avant qu'elle alimente le ballon supérieur.

2.8. Ventilateur à tirage forcé :

Les chaudières sont munies de deux ventilateurs un entraîné par une turbine et l'autre par un moteur électrique qui travaille selon la charge de chaudière ; leur rôle est d'assurer l'admission d'air dans le foyer pour la combustion.

2.9. Circuit eau / vapeur :

Le schéma de principe du système vapeur et l'eau est indiqué ci-dessous :

Chapitre 2 : La combustion et la chaudière

Une chaudière est caractérisée par un cycle eau vapeur, sur le schéma ci-dessous, le cycle commence au niveau du dégazeur (DEG).

L'eau condensat alimente le dégazeur, l'oxygène dissous dans l'eau condensat est extraite par dégazage (Mécanique/Chimique). L'eau traitée est ensuite pompée vers la chaudière par les pompes alimentaires

L'eau d'alimentation pompée passe par les vannes de contrôle d'eau alimentaire (CVD), l'économiseur (ECO) et le condenseur avant de passer dans le ballon.

Dans le ballon, l'eau d'alimentation est mélangée à l'eau circulant de la paroi du foyer, du **HRA** (**HeatRecoveryArea** = zone de récupération de la chaleur) et de l'évaporateur. La vapeur produite dans la paroi du foyer, le HRA et l'évaporateur est refoulée dans le ballon sous forme d'une émulsion vapeur-eau.

La vapeur est séparée dans le ballon en vapeur saturée par des turbo séparateurs, on suit la vapeur est acheminé vers le surchauffeur qui est constitué dans surchauffeur primaire (SHP) et du surchauffeur secondaire (SHS). La température de la vapeur est régler par un désurchauffeur par injection entre le SHP et le SHS. La vapeur sortant de la chaudière passe dans le collecteur de vapeur HP.

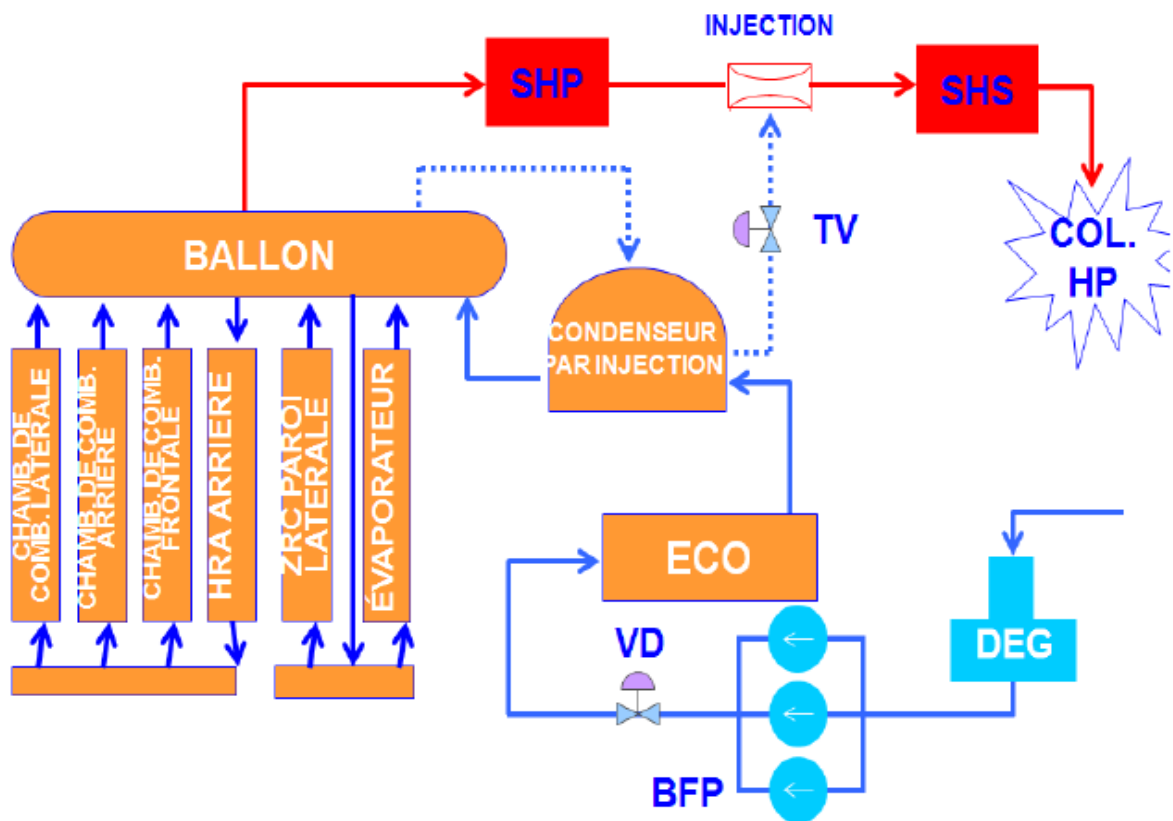


Figure 2.7 : Schéma de principe du fonctionnement de la chaudière.

2.10. Système d'air et de gaz de fumée :

Le système de tirage est de type à tirage forcé, l'air venant de deux ventilateurs à tirage forcé entre dans la boîte à vent séparée ou par l'orifice d'air supérieur (OAP). Le système OAP est un dispositif réduisant le dégagement de NOx.

L'air de la boîte à vent est régulé par des régulateurs d'air dans bruleur, avant de pénétrer dans la chambre de combustion.

Les gaz chaud passe du foyer, vers la zone de récupération de chaleur (HRA). Dans cette dernière, le gaz réchauffe la vapeur dans les surchauffeurs, et l'eau d'alimentation dans l'évaporateur et l'économiseur. Au fond de la section HRA, les gaz sort de la chaudière par le bien de la cheminée.

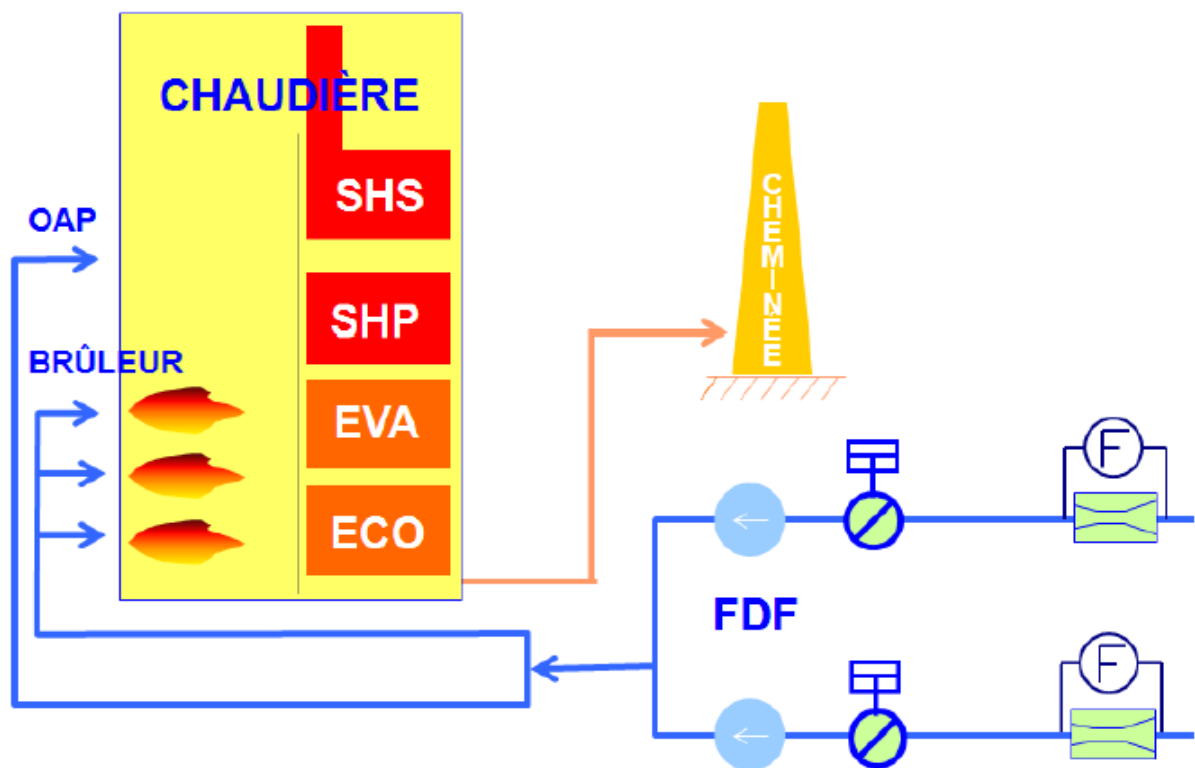


Figure 2.8 : Schéma de principe du système d'air et de gaz de fumée.

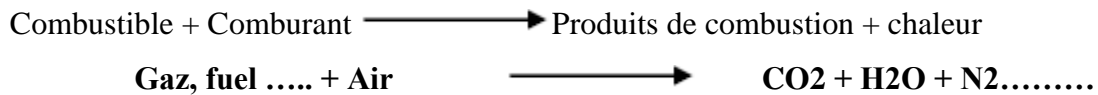
2.11. La combustion

La combustion est une réaction chimique qui a lieu lors de la combinaison entre l'oxygène (comburant) et une matière combustible (carburant). Cette réaction produit essentiellement un grand dégagement de chaleur (réaction exothermique) et peut être accompagnée d'émission de rayonnements visibles ou proches des Ultra-violet ou Infra Rouge.

Chapitre 2 : La combustion et la chaudière



Figure 2.9 : Triangle de feu



a- Les Réactions de la combustion

Les principales réactions de combustion sont données dans le tableau 4.1, ci -après (Température de référence : 0°C).

Tableau 2.1 : Les principales réactions de combustion

Combustibles	Réactions de la combustion
C	$\text{C} + \text{O}_2 \longrightarrow \text{CO}_2 + 97600 \text{ Kcal/Kmoles}$
C	$\text{C} + 1/2 \text{O}_2 \longrightarrow \text{CO} + 29400 \text{ Kcal/Kmoles}$
S ₂	$\text{S}_2 + 2\text{O}_2 \longrightarrow 2\text{SO}_2 + 13600 \text{ Kcal}$
H ₂	$\text{H}_2 + 1/2 \text{O}_2 \longrightarrow 58200 \text{ Kcal (eau vapeur)}$
CO	$\text{CO} + 1/2\text{O}_2 \longrightarrow \text{CO}_2 + 68200 \text{ Kcal}$
CH ₄	$\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \longrightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 192500 \text{ Kcal (eau vapeur)}$
C ₂ H ₆	$\text{C}_2\text{H}_6 + 7/2\text{O}_2 \longrightarrow 2\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O} + 342000 \text{ Kcal (eau vapeur)}$ + 373600 Kcal (eau liquide)
C ₃ H ₈	$\text{C}_3\text{H}_8 + 5\text{O}_2 \longrightarrow 3\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O} + 485100 \text{ Kcal (eau vapeur)}$ + 528700 Kcal (eau liquide)
C ₄ H ₁₀	$\text{C}_4\text{H}_{10} + 13/2\text{O}_2 \longrightarrow 4\text{CO}_2 + 5\text{H}_2\text{O} + 625700 \text{ Kcal (eau vapeur)}$ + 68200 Kcal (eau liquide)

b- Les combustibles

-Gaz naturel :

Température	normal
Pression	0.3MPa(G)
Densité	0.8595Kg/m ³ (0°C, 1 atmospheric pressure)
La masse moléculaire	19.24
Pouvoir calorifique inférieure :	40.23 MJ/Kg

-Gaz processe :

Température	40°C
Pression	0.4 MPa
Densité	0.447 Kg/m ³ (0°C, 1 pression atmosphérique)
La masse moléculaire	9.934
Pouvoir calorifique inférieure :	44.757~51.677MJ/Kg

-Slurry :

Température	120°C(après chauffage)
Pression	1.6Mpa (outlet of oilpump)
Densité	936---1050 Kg/m ³
Viscosité dynamique	7—15 cst (90°C)
Pouvoir calorifique inférieure	41.64MJ/Kg

-Plages d'inflammabilité

Ensuite, pour qu'une combustion soit possible, il faut que les trois éléments qui composent le triangle de feu se trouvent dans les bonnes proportions, à savoir compris entre la Limite Inférieure d'Inflammabilité et la Limite Supérieure d'Inflammabilité

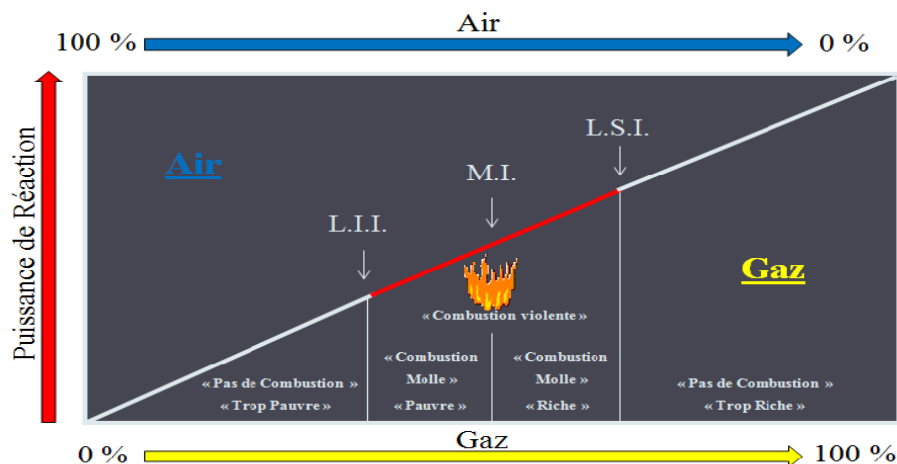


Figure 2.10 : plage de l'inflammabilité

M.I. : Mélange Idéal

L.S.I. : Limite Supérieure d'Inflammabilité

L.I.I. : limite inférieure d'inflammabilité

Le domaine défini par les deux valeurs L.I.I. et L.S.I. est la plage de combustibilité, en dehors de ces limites, il n'y a pas de combustion possible

2.12. Etude thermique de la combustion

-Les Pouvoirs Calorifiques :

Le pouvoir calorifique d'un combustible est la quantité de chaleur dégagée par la combustion complète à la pression atmosphérique de 1 kg de combustible liquide ou 1 Nm³ de gaz (air et produits de combustion étant à 0°).

a- Le pouvoir calorifique supérieur PCS

Le pouvoir calorifique supérieur représente l'énergie dégagée par la combustion complète d'un kg ou d'un Nm³ de combustible, en récupérant la chaleur de condensation de l'eau dans les fumées. Les chaudières à condensation utilisent ce procédé pour augmenter leur rendement.

b- Le pouvoir calorifique inférieur PCI

Le pouvoir calorifique inférieur représente l'énergie dégagée par la combustion complète d'un kg ou d'un Nm³ de combustible, SANS récupérer la chaleur de condensation de l'eau dans les fumées.

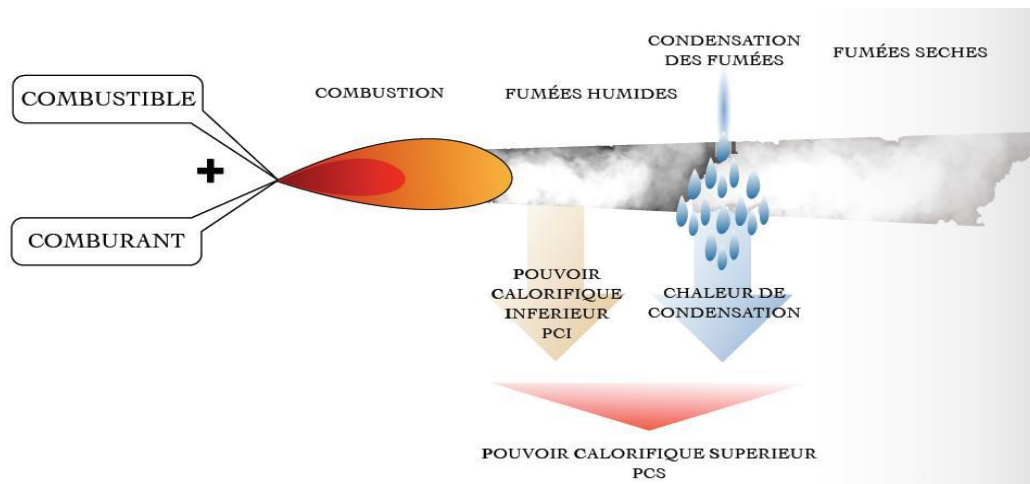


Figure 2.11 : PCI et PCS

La différence entre le PCS et le PCI provient de la chaleur de condensation de l'eau formée.

$$PCS - PCI = L_v$$

L_v : chaleur latente de vaporisation de l'eau KJ/m³ ou kJ/kg (selon l'unité de PCI).

Chapitre 3 :
Description de
l'unité Utilité de
la raffinerie
d'Adrar

3.1. Définition

Le terme <<utilités >> désigne :

- d'une part des **moyens généraux nécessaires au fonctionnement** d'une raffinerie ou d'une installation industrielle tels que l'eau, l'électricité, la vapeur haute et basse pression, le gaz, l'air comprimé etc...
- et d'autre part **l'ensemble des installations** permettant de les **former** et de les **distribuer** là où ils sont nécessaires. [3]

3.2. Différents utilités

La production et la distribution sous forme de réseaux d'un certain nombre de fluides sont indispensables au bon fonctionnement des sites industriels.

Ces fluides sont appelés "utilités" ou "fluides auxiliaires".

Il s'agit essentiellement :

- d'eau industrielle
- d'eau potable
- d'eau de refroidissement
- d'eau déminéralisée
- d'eau incendie
- de vapeur très haute pression (HHP)
- de vapeur haute pression (HP)
- de vapeur moyenne pression (MP)
- de vapeur basse pression (BP)

Ce service Utilités assure également la production (partielle ou totale) et la distribution d'électricité sur l'ensemble de l'usine.

Certains autres fluides tels que : azote, produits chimiques (soudes, acides, huile chaude, eau chaude, ...), et fuel interne sont considérés aussi comme des utilités.

3.3. Principaux mode de production de l'utilité

3.3.1. Unité de production de l'eau

L'eau utilisée en usine peut être approvisionnée à partir de différentes sources.

La Raffinerie possède trois forage identique situent au Nord-est a 1km de distance, pour leur alimentation en énergie électrique, les trois forage ont un transformateur (6.3kv /0.4KV 250KVA) pour chacun, la puissance d'un forage est de 57kw, avec un débit de 150 m³/h, le transport est assuré par deux pipe de 12 pouce connecté en parallèle, pour le stockage en a deux bacs T-40401/1et2 de réseau incendie (2X3000m³,H= 14.77m),et un bac T-40401/3d'une capacité de 2000m³ – H=12.3m réseau eau production.

L'utilisation requiert des qualités bien différentes suivant qu'il s'agit :

- **d'eau alimentaire pour chaudière** :P-60101/1-2-3 : envoient de l'eau traitée avec une pression de 60 bars et un débit de 38 t/h qui nécessite une déminéralisation poussée
- **d'eau de réfrigération** Un appoint en eau traite de traitement des eaux (osmose inverse) vers les bassins les deux tours d'aéro réfrigérant, ces deux tours,

Un pour la central ; avec un débit de 4000m³/h et une pression et température de sortie de 03 bars – 32C° et 02bars – 42C° en retour.

La deuxième pour les unités combinées, avec un débit de 3000 m³/h et une pression et température de sortie de 4.5 bars – 32C° et 02.5bars – 42C° en retour.

Le traitement des eaux de refroidissement se base sur le maintien de son PH dans les limites de 8.5et 9.5 par l'acide chlorhydrique, et l'élimination des algues par le chlore et d'autres biocides.

– **d'eau du réseau incendie** Les réseau eau incendie est équipé par deux électropompes (6.3kv/250kw /-160l/s-10bars) et un diesel motopompe identique ; deux supprimeur assurent une la sous pression du réseau en permanences.

– **d'eau d'injection dans les gisements** Est pour augmenter la pression dans le gisement et le rendre plus riches.

Une installation industrielle doit assurer le traitement de l'ensemble des eaux résiduelles avant rejet, eaux constituées des eaux de procédés, eaux de purges, eaux pluviales, ...

3.3.2. Unité de traitement des eaux :

Suite à diverses utilisations, la raffinerie se doit de traiter les eaux usées.

a)Décantation et écrémage des hydrocarbures : Les effluents pollués, qui proviennent des purges de bac, des réseaux d'eau huileuse, des unités de dessalement du brut et des eaux de pluies arrivent tout d'abord au bassin d'orage de la station, celui-ci peut stocker une grosse quantité d'eau. Il sert principalement à prévenir des situations où les eaux à traiter arrivent en

Chapitre 3 : Description de l'unité Utilité de la raffinerie d'Adrar

grande quantité (en général lors d'un orage). Puis ces effluents sont dirigés vers le bassin de décantation ou l'on procède à plusieurs écrémages successifs des hydrocarbures situés à la surface des eaux. [5]

b) Filtration : Avant de passer dans les filtres on ajoute des flocculant à l'eau, ceux-ci ont pour mission d'agglomérer les matières en suspension encore présentes dans l'eau pour en faire des agglomérats assez gros pour pouvoir être retenus dans les filtres. Suite à ce traitement, l'eau passe dans les filtres à sable ces filtres sont constitués uniquement de sable de rivière car celui-ci ne se désagrège pas au contact de l'eau. Les filtres sont au moins au nombre de trois : deux qui fonctionnent et un que l'on purge en y faisant passer de l'eau à contre-courant pour récupérer les saletés. Cela permet de nettoyer les filtres les uns après les autres, sans pour autant arrêter l'unité de traitement. A la sortie des filtres à sables, l'eau est débarrassée des infimes parties solides qui y subsistaient. [5]

c) Traitement biologique : Le bio filtre permet de traiter les effluents grâce à des bactéries qui se nourrissent d'hydrocarbures et de phénol, présents dans les effluents. Ce procédé est complémentaire du procédé physique (écrémage, filtration, décantation,...). [5]

d) Clarificateur : Les bactéries du biofiltre en mourant se détachent des parois et polluent l'eau. Pour y remédier, à la sortie du bifiltre on laisse l'eau décanter dans le clarificateur ou l'on peut aussi rajouter encore une fois du flocculant pour favoriser la décantation puis on extrait la matière décantée (composée essentiellement de boue et de bactéries mortes) pour l'utiliser comme engrais. A la sortie du clarificateur, l'eau traitée (à qui on a extrait 90% de la pollution) est rejetée vers la mer. [5]

3.3.3. Unité de production de vapeur

- Ressources

Pour la production de la vapeur la raffinerie de Sbaa est dotée de trois chaudières de 35 t/h /35 bars/ 440 °C pour chacune, En marche normal deux de ces trois chaudières doivent être en service et la troisième en arrêt (elle peut être utilisée en démarrage pour nécessité de la vapeur). Cette vapeur dite vapeur moyenne pression (35 bars/ 440 °C) est produite par les chaudières

- Utilisations

- Alimentation des trois turbogénérateurs,
- alimentation des deux turbo ventilateurs de l'unité RFCC,
- alimentation de désurchauffeur de chaudière (afin de diminuer la température et la pression de vapeur),
- réseau de vapeur basse pression (10bars /260 °C),

-unité de distillation atmosphérique,

3.3.4. Unité de production d'énergie électrique

La fourniture d'énergie électrique peut être assurée par 2 sources bien distinctes :

- production interne à l'aide d'alternateurs entraînés par turbines à vapeur ou turbines à gaz (avec ou sans cogénération)
- achat à SONELGAZ ou tout autre fournisseur

La consommation totale en énergie électrique de la raffinerie selon le design est de 6900kw, pour cela ; Trois turbogénérateur d'une puissance de 6000kw/6.3KV pour chacun sont installés, deux en service l'autre en standby,

Deux générateurs turbo diesel d'une capacité de 1100kw pour chacun utilisent comme source de secours en cas d'interruption accidentel d'énergie électrique.

Une ligne de SONELGAZ d'une puissance de 16MVA /31KV/6.3KV.

- Utilisations

Alimente 12 sous station électrique 6.3kv/0.4kv et 15 départ 6.3kv vers des moteur MT'

Sous stations 6.3kv/0.4kv :

SS Transformation (urgence) 1x 1250kva.

SS Transformateur1 de la centrale. 1000kva.

SS Transformateur2 de la centrale. 1000kva.

SS Reforming 2x 800KVA.

SS Distillation 2 X1250KVA.

SS RFCC 2 X 800KVA

SS Circulation d'eau de refroidissement 2 x630KVA.

3.3.5. Unité de production d'air comprimé

L'air instrument et l'air service (air industriel) sont comprimés et traités de manières différentes avant d'être distribués sur l'ensemble de l'usine (air sec et filtré pour l'alimentation des appareils de régulation).

- Rôle de l'air comprimé

Sur un site industriel, l'air comprimé est un fluide ayant plusieurs usages :

-Il sert de fluide moteur pour les instruments de contrôle et de sécurité. Il assure le mouvement des tiges de vannes de régulation, ainsi que le positionnement des dispositifs de sécurité (ouverts ou fermés)

Chapitre 3 : Description de l'unité Utilité de la raffinerie d'Adrar

-Il est également utilisés en contrôle pneumatique pour moduler, amplifier et véhiculer les signaux de régulation ou de sécurité Ces systèmes de contrôle sont de gros consommateurs d'air comprimé et sont en général alimentés par le même réseau d'air que le service précédent.

-L'air comprimé est également utilisé pour divers services relatifs au procédé de certaines unités (air de régénération des soudes usées, par exemple) ou comme fluide nécessaire à certaines opérations de maintenance ou de démarrage (soufflage des suies, décockage, transport de catalyseur, ...)

- Caractéristique de l'air comprimé

Suivant les utilisations, les caractéristiques requises de l'air comprimé sont différentes. On distingue essentiellement deux qualités comme le montre le tableau suivant :

Tableau 3.1 les caractéristiques de l'air comprimé

	AIR SERVICE	AIR INSTRUMENT
Température	40°C	40°C
Pression normale	8 bar eff.	7,5 bar eff.
Pression minimale	6 bar eff.	4 bar eff.
Qualité	Faible teneur en huile	Exempt d'huile, sec et filtré
Teneur en eau	-	< 35 ppm
Point de rosée correspondant	-	- 25°C à 7 bar eff.

Exemple de qualité d'air

3.3.6. Unité de production d'azote

L'azote est un gaz dans les conditions ordinaires (15°C, pression atmosphérique), il est incolore, inodore et insipide. C'est le constituant principal de l'air (78,8 % en volume).

A la pression atmosphérique, pour des températures inférieures à -196°C, c'est un liquide incolore, un peu plus léger que l'eau.

Chapitre 3 : Description de l'unité Utilité de la raffinerie d'Adrar

-Propriétés physiques

- T_{ébullition}= - 195,8°C à la pression atmosphérique
- Masse volumique = 1,25 kg/m³ à 0°C et 1atm (celle de l'air est de 1,29 kg/m³)
- 1 litre de liquide libère 691 litres de gaz (à 15°C et 1 atm).

-Propriétés chimiques L'azote est pratiquement inerte, c'est-à-dire qu'il ne se combine à d'autres corps que sous certaines conditions sévères (température élevée: 900°C, pression élevée, catalyseurs).

-Propriétés physiologiques L'azote, bien que physiologiquement neutre, peut être dangereux en créant une atmosphère sous-oxygénée.

Utilisation de l'azote

Azote gazeux

Il est principalement utilisé :

- Pour éviter le contact avec l'oxygène de l'air de substances inflammables, pyrophoriques ou oxydables (telles que hydrocarbures, certains catalyseurs,...) lors d'opérations de stockage, de transport, de dégazage, de désaération,...
- Pour mettre en légère surpression des appareillages électriques afin d'éviter les risques d'allumage de mélanges explosifs
- Comme gaz instrument dans les installations fonctionnant à très basse température, dans les mesures de niveau par bullage,...

Azote liquide

Il est utilisé :

- Pour alimenter un réseau gazeux après évaporation
- À l'atelier pour emmancher certaines pièces
- Au laboratoire comme source de froid.

Chapitre 4 : les problèmes rencontrés dans la chaudière

4.1 Introduction :

La corrosion est la dégradation d'un matériau sous l'action d'agents atmosphériques ou chimiques.

Les dépenses dues aux dégradations par corrosion et aux moyens de lutte contre ce phénomène représente le quart de la production mondiale d'acier et ainsi des dizaines de milliards de dollars sont perdus par an dans le monde.

On estime que la corrosion détruit un quart de la production annuelle mondiale d'acier, ce qui représente environ 150 millions de tonnes par an ou encore 5 tonnes par seconde, la corrosion ne se limite pas à l'acier, mais affecte tous les métaux ainsi que les polymères et céramiques. Elle résulte d'interactions chimiques et/ou physiques entre le matériau et son environnement.

La corrosion des installations utilisant les circuits de vapeur, l'eau condensée et la vapeur, est en effet un problème majeur dans l'industrie. Elle se traduit généralement par la nécessité de remplacer fréquemment les tuyauteries, les vannes, les purgeurs corrodés, ce qui entraîne de lourdes pertes financières, en matériel, d'une part, en main-d'œuvre, d'autre part, ainsi que des heures de production pendant l'arrêt de l'usine nécessaire pour leurs remplacements.

4.2 Définition de la corrosion :

On définit la corrosion comme étant la destruction des métaux qui se produit sous l'effet des réactions chimiques ou électrochimiques, lorsqu'ils sont en contact avec un milieu aqueux ou gazeux.

La corrosion est un phénomène naturel. Les métaux élaborés industriellement à partir d'un minerai à la suite d'opérations souvent complexes, ont tendance lorsqu'ils sont livrés à eux même à se transformer en composés chimiques nouveaux. Ce phénomène pose une réelle préoccupation. On estime que pour ce qui concerne l'acier, 10 à 15% de la production mondiale de ce dernier serait détruite chaque année par la corrosion. La corrosion est généralement décelée par les effets qu'elle induit, par exemple la diminution du poids.[4]

4.3. Les différents types de corrosion :

Les différents types de corrosion sont comme suite :

a-Corrosion uniforme :

Le métal se dissout régulièrement et uniformément, la résistance mécanique décroît proportionnellement avec la diminution d'épaisseur, d'où une perte de poids. Ce type de corrosion est généralement contrôlable (mesure de perte d'épaisseur, analyse des fluides....

Chapitre 4 : les problèmes rencontrés dans la chaudière

etc.). Cette corrosion est dite aussi généralisée du fait que les parois des tubes s'amincissent d'une façon uniforme.

b-Corrosion localisé :

L'attaque de la surface métallique se fait localement sur des zones sensibles, présentant des caractéristiques différentes de la surface.

L'attaque qui s'amorce en surface se propage en profondeur, la perte de poids dans ce cas ne peut pas constituer un indice de suivi du phénomène. Le contrôle de ce type de corrosion est beaucoup plus complexe que dans le cas précédent.

c-Corrosion par piqûre :

L'oxygène est très corrosif en eau chaude, même à une faible concentration, il peut occasionner de graves problèmes. Etant donné que les piqûres peuvent s'étendre profondément dans le métal, la corrosion par l'oxygène peut engendrer une rupture rapide de la canalisation de condensât.

La corrosion par l'oxygène peut être très localisée ou couvrir une grande surface. Elle se traduit par des piqûres bien définies ou par une surface très marquée. Les piqûres peuvent être de formes diverses.

L'attaque par l'oxygène constitue un phénomène électrochimique.

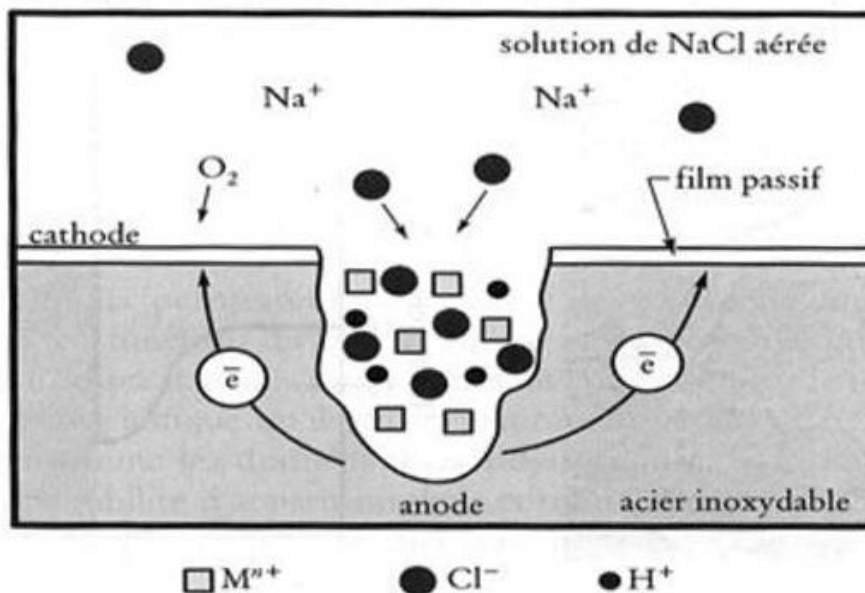


Figure 4.1: Corrosion par piqûre.



Figure 4.2 : Effet d'une corrosion par piqûre.

d-Corrosion galvanique :

La corrosion galvanique survient lorsque deux métaux différents sont en contact dans une solution, de façon à permettre le passage d'un courant électrique.

L'élément moteur de la corrosion galvanique est la différence de potentiel qui s'établit entre les deux métaux, la vitesse de corrosion du métal plus actif (moins noble) augmente et celle du métal plus noble diminue. [4]

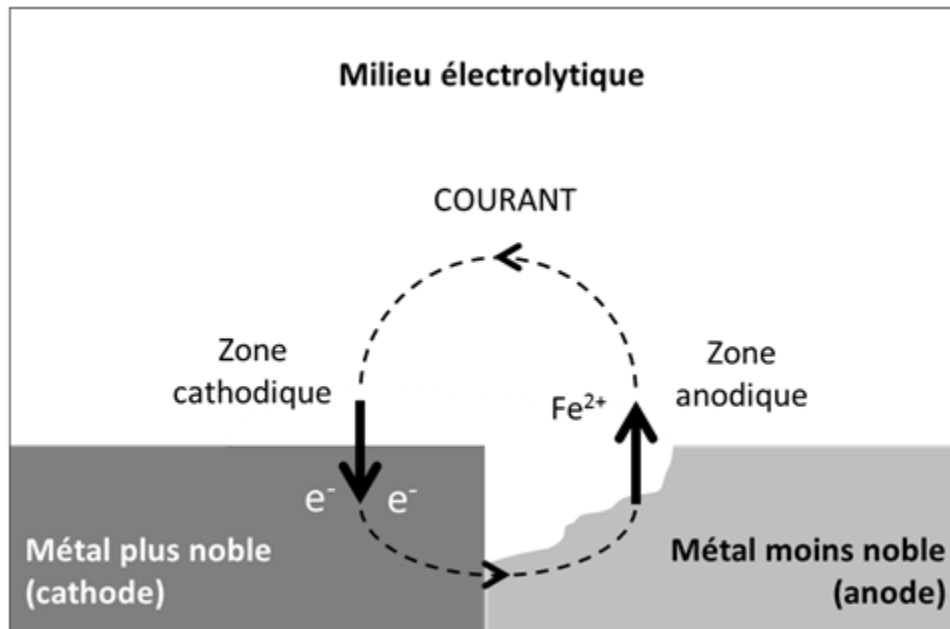


Figure 4.3: Corrosion galvanique.



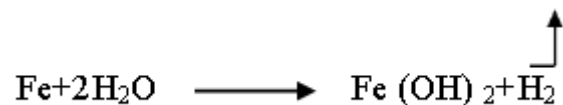
Figure 4.4: Effet d'une corrosion galvanique.

4.4. La corrosion des chaudières :

Dans la chaudière proprement dite les facteurs de corrosion sont nombreux, mais les principaux sont incontestablement l'eau elle-même, l'oxygène dissous et à un degré moindre, la soude caustique et la salinité. [4]

-L'eau :

L'eau pure désaérée attaque lentement le fer à la température ambiante selon la réaction suivant :



Aux températures plus élevées, telle que celles rencontrées dans les générateurs de vapeur, l'attaque s'accélérait par l'augmentation de la dissociation des molécules d'eau.

-L'oxygène dissous:

La corrosion par l'oxygène est le problème le plus sérieux que l'on rencontre quand on met une chaudière en observation.

Un mauvais contrôle de l'oxygène engendrera une corrosion par piqûres qui peuvent rapidement « creuser » les surfaces métalliques. Ces sites affaiblis peuvent créer des éclatements dans les réchauffeurs et les économiseurs.

Chapitre 4 : les problèmes rencontrés dans la chaudière

L'oxygène dissous, d'une manière générale, exerce une action très néfaste lors de la corrosion du fer par l'eau. [3]

La présence simultanée d'oxygène et d'eau est un facteur favorable de la corrosion, qui se traduit par une réaction à laquelle des espèces chimiques et des charges électriques prennent part. On parle alors de corrosion électrochimique.

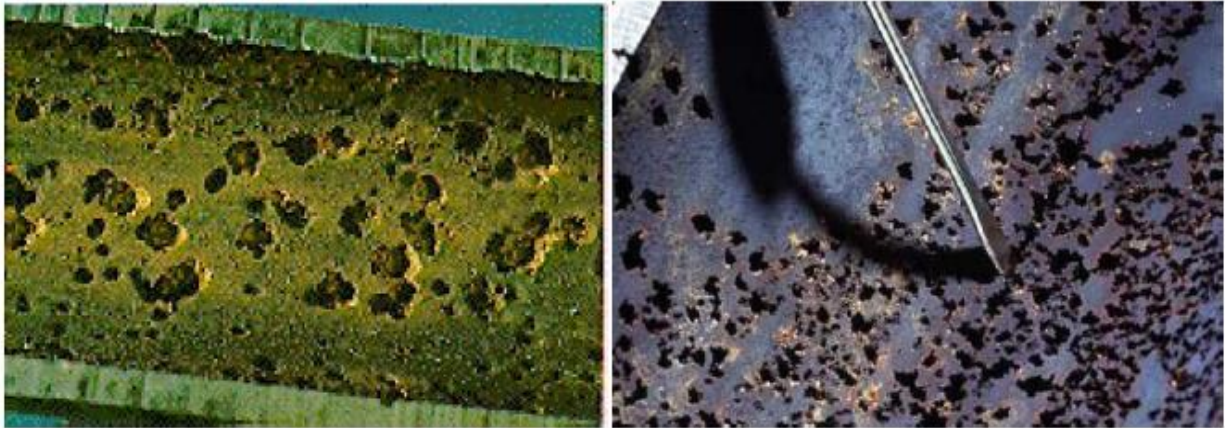


Figure 4.5: Corrosion par O₂.

-La soude caustique :

La soude caustique, dont la présence en faible quantité est généralement bénéfique (fixation de pH dans une zone légèrement alcaline), peut donner lieu à un phénomène de corrosion, appelé fragilisation caustique, lorsqu'elle se trouve présente en concentration très importante.



Figure 4.6: Fragilisation caustique.

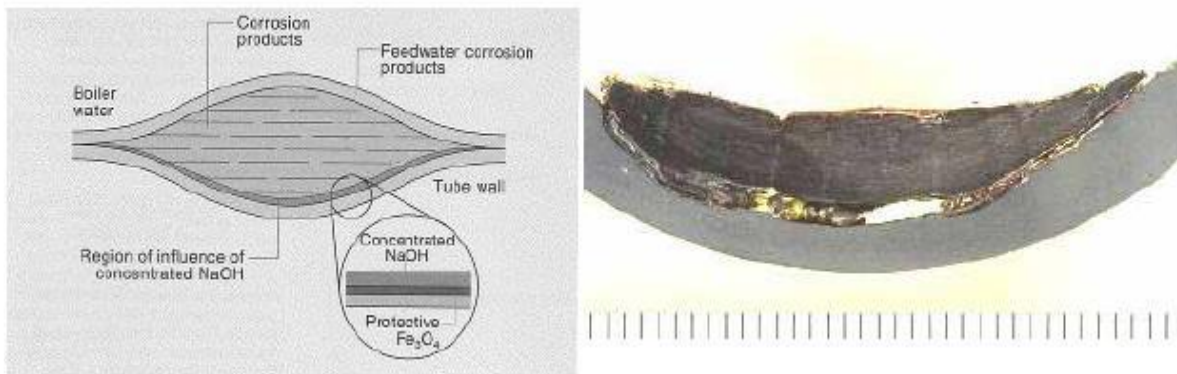


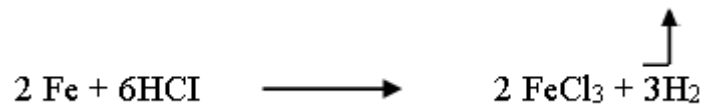
Figure 4.7: Effet de la corrosion caustique.

-La salinité :

Il arrive par fuite d'eau de mer aux condensateurs, l'introduction des sels (chlorure de magnésium et de calcium) de s'hydrolyser pour former l'acide chlorhydrique. [3]



L'acide formé attaque le métal selon la réaction suivante :



4.5. La corrosion dans les circuits de vapeur et d'eau condensée :

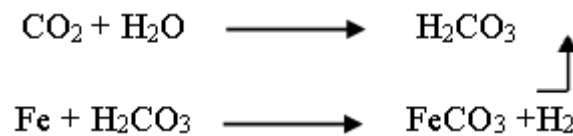
Dans le réseau de vapeur et de retour d'eau condensée, la corrosion est due essentiellement à l'oxygène, au gaz carbonique et à l'ammoniaque. Les effets de ces gaz se font toute fois sentir qu'en présence d'humidité, ce qui explique l'absence de corrosion dans les parties du circuit véhiculant de la vapeur surchauffée chargée d'oxygène et de gaz carbonique, et sa présence à un degré plus au moins accentué dans les parties en contact avec la vapeur saturée ou humide et l'eau de condensation.

-L'action de l'oxygène :

L'action de l'oxygène dont le mécanisme est identique à celui décrit lors des corrosions en chaudière.

-L'action de gaz carbonique :

Le gaz carbonique dissous (acide carbonique) est la cause la plus fréquente de la corrosion des circuits de vapeur et d'eau condensée, non pas parce qu'il ne peut pas être éliminé convenablement par dégazage avant entrée en chaudière. Lors de la condensation de vapeur une partie du CO₂ se dissout dans la phase liquide en se transformant en acide carbonique H₂CO₃ qui se dissocie avec libération des ions H⁺ en produisant une baisse de pH et bien entendu des conditions plus corrosives.



La décomposition des bicarbonates peut avoir lieu aussi dans la chaudière par suite de l'élévation de température.

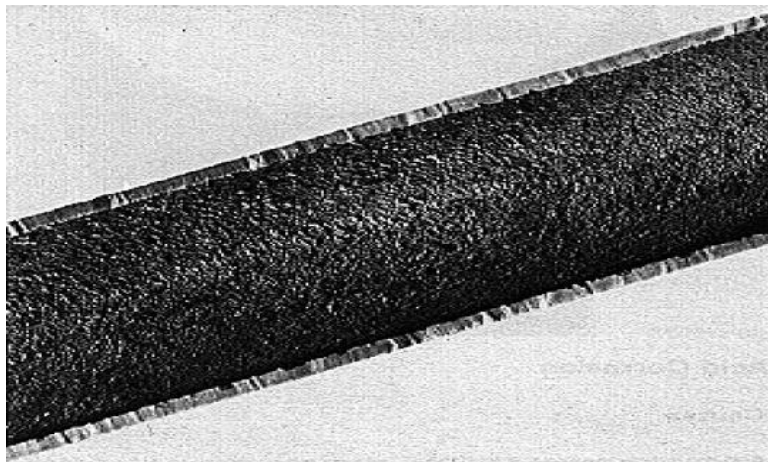


Figure 4.8: corrosion par CO₂.

4.6. Les facteurs agissant sur la vitesse de corrosion :

Trois paramètres influent sur la vitesse de corrosion par l'oxygène dans une chaudière :

- La teneur en oxygène ;
- La température ;
- Le pH.

-La teneur en oxygène :

La vitesse de corrosion est proportionnelle à la concentration en oxygène dissous même à température ambiante de 25°C.

Autrement dit afin de protéger les lignes des appoints dans un circuit fermé d'eau – vapeur il faut réduire au maximum la diffusion de l'oxygène dans ces lignes.

-La température :

Le facteur de température a une influence directe sur la vitesse de cette corrosion par l'oxygène comme la vitesse de corrosion pour une concentration donnée en oxygène passe pratiquement au double, la corrosion augmente quand la température augmente.

-Le pH :

Le pH de l'eau alimentaire doit être supérieur à 7.5 pour avoir élimination efficace de l'oxygène.

La corrosivité de l'oxygène diminue quand le pH de l'eau alimentaire augmente. Le pH optimum est de 9.



Figure 4.9: Phénomène de fluage causé par corrosion par fatigue (Éclatement d'un tube).

Chapitre 5 :
Etude
Expérimentale

Chapitre 5 : Etude expérimentale

5.1. Introduction

L'oxygène provenant de l'air est très corrosif pour les surfaces métalliques des équipements utilisés dans les systèmes de production de vapeur.

Toutes les eaux contiennent des gaz corrosifs, le plus important dans l'eau de chaudière c'est l'oxygène. Le type et la quantité de gaz dissout dans l'eau dépendent de l'atmosphère dans laquelle l'eau et le condensât ont été en contact.

Afin de juger les performances du dégazeur, on a suivi la teneur en oxygène à la sortie de ce dernier. L'échantillonnage fait au niveau de laboratoire pour savoir la teneur en Oxygène dans l'eau qui entre dans la chaudière, les résultats qu'on a trouvés à la raffinerie sont réunis dans les tableaux ci-dessous.

Tableau 5.1 : Relevé du têt d'oxygène dissout du mois juin :

Jun 2019	01/06/2019	07/06/2019	15/06/2019	25/06/2019
Oxygène dissout (ppb)	45	50	30	80

Tableau 5.2 : Relevé du têt d'oxygène dissout du mois Juillet :

Juillet 2019	01/07/2019	07/07/2019	15/07/2019	25/07/2019
Oxygène dissout (ppb)	40	28	100	60

Tableau 5.3 : Relevé du têt d'oxygène dissout du mois aout :

Aout 2019	01/08/2019	07/08/2019	15/08/2019	25/08/2019
Oxygène dissout (ppb)	70	30	110	200

Chapitre 5 : Etude expérimentale

Tableau 5.4 : Relevé du têt d'oxygène dissout du mois septembre :

Septembre 2019	01/09/2019	07/09/2019	15/09/2019	25/09/2019
Oxygène dissout (ppb)	100	<u>20</u>	75	104

Tableau 5.5 : Relevé du têt d'oxygène dissout du mois octobre :

Octobre 2019	01/10/2019	07/10/2019	15/10/2019	25/10/2019
Oxygène dissout (ppb)	140	50	80	40

Tableau 5.6 : Relevé du têt d'oxygène dissout du mois novembre :

Novembre 2019	01/11/2019	07/11/2019	15/11/2019	25/11/2019
Oxygène dissout (ppb)	105	78	52	66

Tableau 5.7 : Relevé du têt d'oxygène dissout du mois décembre :

Décembre 2019	01/12/2019	07/12/2019	15/12/2019	25/12/2019
Oxygène dissout (ppb)	100	80	160	<u>280</u>

Tableau 5.8 : Relevé du têt d'oxygène dissout du mois janvier :

Janvier 2020	01/01/2020	07/01/2020	15/01/2020	25/01/2020
Oxygène dissout (ppb)	170	100	60	95

Chapitre 5 : Etude expérimentale

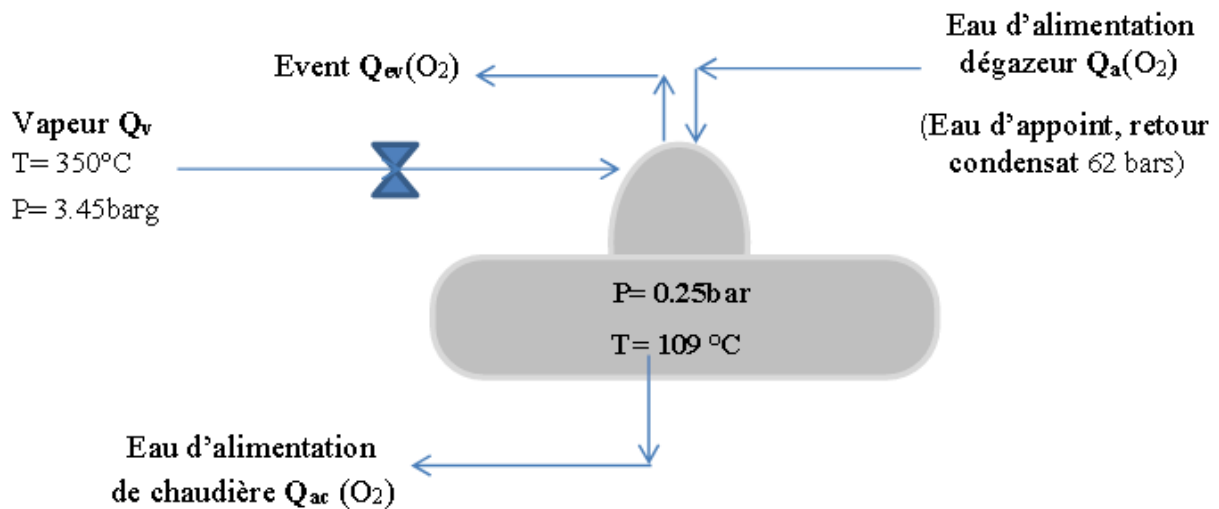
Tableau 5.9 : Relevé du têt d'oxygène dissout du mois février :

Février 2020	01/02/2020	07/02/2020	15/02/2020	25/02/2020
Oxygène dissout (ppb)	50	25	70	55

Tableau 5.10 : paramètres de marches du dégazeur.

Condition de marche			
Entrée dégazeur			
Débit d'eau	T/H	40	
Température d'eau	°C	28	
Oxygène dissout	ppm	0.05	4
Vapeur de chauffe			
Débit de vapeur	T/H	5	
Pression vapeur	Bars	3.45	
Pression de service	Bars	0.25	
Sortie dégazeur			
Température d'eau	°C	109	
Oxygène dissout(Max)	ppb	10	
Débit d'eau	T/H	80	

5.2. Calcul du dégazeur :



5.2.1. Calcul de débit de vapeur :

$$\text{Bilan : } Q_v + Q_a = Q_{ev} + Q_{ac}$$

$$Q_v * H_v + Q_a * H_a = Q_{ev} * H_{ev} + Q_{ac} * H_{ac}$$

(Q_{ev}) perdus par l'évent est négligeable par rapport aux autres.

$$Q_v * H_v + Q_a * H_a = Q_{ac} * H_{ac}$$

$$\text{On suppose que : } Q_{ac} = Q_a + Q_v$$

$$Q_v * H_v + Q_a * H_a = Q_a * H_{ac} + Q_v * H_{ac}$$

$$Q_a * (H_a - H_{ac}) = Q_v * (H_{ac} - H_v)$$

$$\mathbf{Q_v = Q_a * (H_a - H_{ac}) / (H_{ac} - H_v)}$$

Avec :

H_{ac} : l'enthalpie de l'eau d'alimentation de la chaudière (KJ/Kg) à 109°C.

H_a : l'enthalpie d'eau d'alimentation du dégazeur (KJ/Kg) à 28°C.

H_v : l'enthalpie de vapeur (KJ/kg).

Q_v : débit de vapeur entrant.

Q_a : débit d'eau d'alimentation dégazeur.

Q_{ac} : débit d'eau d'alimentation de chaudière.

Q_{ev} : débit de vapeur sortante en évent.

Chapitre 5 : Etude expérimentale

$H_{ac} = 457 \text{ KJ/Kg}$ à 109°C ;

$H_a = 121,4 \text{ KJ/Kg}$ à 28°C ; d'après diagramme de mollier

$H_v = 2734,39 \text{ KJ/Kg}$.

$Q_a = 40\,000 \text{ Kg/h}$

$Q_v = 5894,46 \text{ Kg/h}$

5.2.2. Calcul de la quantité de vapeur condensée :

Pendant le dégazage physique le majeure parti de vapeur qui est utilisée pour éliminer l'oxygène dissous est condensé en chauffant l'eau et devient une partie d'eau dégazée.

Le pourcentage de vapeur condensée dans l'eau chauffée est donné par la formule suivante:
 $\% (Q_v)_c = [(H_L - H_a) / (H_v - H_a)] * 100$; Ce bilan est donné par le constructeur.

H_L : l'enthalpie de liquide à la pression de vapeur (KJ/kg) ;

H_a : l'enthalpie d'eau d'alimentation (KJ/kg) ;

H_v : l'enthalpie de vapeur (kJ/kg).

A partir du tableau des enthalpies, nous pouvons tirer les enthalpies de la vapeur d'eau d'alimentation :

$H_L =$	431,69	KJ/Kg à 3,45 bar
$H_a =$	121,4	KJ/Kg à 50°c
$H_v =$	2734,39	KJ/Kg

$\% (Q_v)_c = 11.87 \%$

$(Q_v)_c = Q_a * \% (Q_v)_c$

$(Q_v)_c = 4749.2 \text{ Kg/h}$

5.2.3. Calcul de perte de vapeur dans l'évent :

Durant le dégazage thermique il y a toujours une légère quantité de vapeur qui est éventée avec les gaz éliminés. Cette quantité de vapeur est déterminée par la relation suivante:

$(Q_v)_{ev} = Q_v - (Q_v)_c$, Avec $(Q_v)_{ev}$: les pertes de vapeur vers évent.

$$(Q_v)_{ev} = 250.8 \text{ Kg/h}$$

5.3. Calcul du débit d'alimentation de chaudière :

Q_{ac} : le débit d'eau d'alimentation de chaudière.

$$Q_{ac} = Q_a + (Q_v)_c$$

$$Q_{ac} = 44769.2 \text{ Kg/h}$$

5.4. La quantité d'oxygène dégazée thermiquement :

$$Q_{ev}(\text{O}_2) + Q_{ac}(\text{O}_2) = Q_a(\text{O}_2)$$

$Q_{ev}(\text{O}_2)$: la quantité d'oxygène vers évent.

$Q_{ac}(\text{O}_2)$: la quantité d'oxygène dans le liquide descendant vers la bêche de dégazage.

$Q_a(\text{O}_2)$: la quantité d'oxygène dans le condensât alimentant le dégazeur.

$$Q_{ev}(\text{O}_2) = Q_a(\text{O}_2) - Q_{ac}(\text{O}_2)$$

$$Q_a(\text{O}_2) = [\text{O}_2] * Q_c$$

$[\text{O}_2]$: La concentration de l'oxygène dans le condensât qui alimente le dégazeur. La masse volumique d'eau = $1000 \text{ Kg/m}^3 = 1 \text{ Kg/l}$.

5.4.1. Calcul la quantité de l'oxygène à l'entrée de dégazeur $Q_a(\text{O}_2)$:

$$Q_a(\text{O}_2) = [Q_{a1} * (\text{O}_2)^{\text{`}}] + [Q_{a2} * (\text{O}_2)^{\text{``}}]$$

$Q_{a1} = 6500 \text{ Kg/hr}$. La quantité d'eau venant de l'appoint (bacs de stockage).

$Q_{a2} = 34000 \text{ Kg/hr}$. La quantité d'eau venant vers les retours condensats.

$(\text{O}_2)^{\text{`}} = 4 \text{ ppm}$. La concentration en oxygène venant de l'appoint.

$(\text{O}_2)^{\text{``}} = 0,05 \text{ ppm}$. La concentration en oxygène des retours condensats.

$[\text{O}_2]$: La concentration de l'oxygène à l'entrée du dégazeur.

$$Q_a(\text{O}_2) = 27,700 \text{ g/h}$$

Chapitre 5 : Etude expérimentale

5.4.2. Calcul de la quantité d'oxygène à la sortie du dégazeur :

Le **premier cas** : on supposant la concentration en oxygène la moins élevée par échantillonnage le (07/09/2019).

[O2]b=0,02ppm (20 ppb).

$Q_{ac}(O_2) = [O_2] b * Q_a$

[O2]b: La concentration de l'oxygène dans l'eau partant vers la bêche de dégazeur = La concentration à la sortie du dégazeur.

$$Q_{ac}(O_2) = 0.55 \text{ g/h}$$

2ème cas : La concentration en oxygène la plus élevée par échantillonnage optimum (25/12/2019).

[O2]b = 0,280 ppm (280 ppb).

$$Q_{ac}(O_2) = 7.756 \text{ g/h}$$

5.5. Calcul du rendement du dégazeur thermique :

Le rendement de dégazeur est calculé de la manière suivante :

$$\Pi = [(Q_a (O_2) - Q_{ac} (O_2)) / Q_a (O_2)] * 100$$

Rendement du **1er cas**:

$$\Pi_1 = 98,01 \%$$

Rendement en **2ème cas**:

$$\Pi_2 = 72,02 \%$$

5.6. Calcul de la quantité du réducteur d'oxygène :

5.6.1. Calcul de la quantité de carbohydrazide d'oxygène qu'il faut injecter :

Même à des débits de vapeur élevés, le dégazage mécanique n'est pas suffisant pour l'élimination totale de l'oxygène dissous.

Pour empêcher la pénétration dans la chaudière de toute quantité d'oxygène, on injecte un produit chimique connu sous le nom de carbohydrazide.

On a **1 ppm** d'oxygène dissous nécessite **23,4 ppm** de carbohydrazide.

Chapitre 5 : Etude expérimentale

1er cas:

Pour calculer la quantité de carbohydrazide qu'il faut injecté on a pris la concentration de la journée du **07/09/2019 (0,02 ppm)**.

Après l'élimination de l'oxygène dissout il devrait rester de **0,5 à 0,7 ppm** de carbohydrazide. Pour cela on va prendre la valeur moyenne de **0,6 ppm** pour faire les calculs.

$$C = ([O_2] b * 23,4) + 0,6$$

$$C = 1,068 \text{ ppm}$$

$$C = Q_{\text{carbohydrazide}} / Q_{\text{ac}}$$

C : La concentration de la carbohydrazide dans l'eau d'alimentation des chaudières (ppm).

Qcarbohydrazide: La quantité de carbohydrazide injectée.

En admettant que :

A: La course de la pompe en (%)

D : Le débit de carbohydrazide injecté en (l/h).

La capacité de la pompe d'injection de carbohydrazide est de **6 l/h**.

$$100\% \longrightarrow 6 \text{ l/h}$$

$$A\% \longrightarrow D$$

Donc :

$$D = A * 0,06$$

La quantité de carbohydrazide injectée est exprimée aussi par la formule suivante :

$$Q_{\text{carbohydrazide}} = C * Q_{\text{ac}} = C' * A * 0,06$$

C' : La concentration de carbohydrazide dans le bac (mg/l) ou l'intervalle de la concentration du réducteur d'oxygène est comprise entre **48000 - 58000 ppm**.

$$C' = 53000 \text{ ppm (la moyenne)}$$

On en conclut que :

$$C * Q_{\text{ac}} = C' * A * 0,06$$

Donc :

$$A = C * Q_{\text{ac}} / (C' * 0,06)$$

$$A = 15,04 \%$$

$$D = 0,9 \text{ l/h}$$

Chapitre 5 : Etude expérimentale

Alors le débit de carbohydrazide qu'il faut injecter pour éliminer la quantité d'oxygène résiduelle est de **0,9 l/h**.

2ème cas:

Pour calculer la quantité de carbohydrazide qu'il faut injecté on a pris la concentration de la journée du **25/12/2019 (0,280 ppm)** (concentration en oxygène la plus importante).

Nous avons suivis les mêmes étapes de calcul que dans le premier cas:

$$C = ([O_2]_b * 23,4) + 0,6$$

$$C = 7,70 \text{ ppm}$$

$$A = C * Q_{ac} / (C' * 0,06)$$

$$A = 108,66 \%$$

$$D = A * 0,06$$

$$D = 6,51 \text{ l/h}$$

Le débit de carbohydrazide qu'il faut injecter pour éliminer la quantité d'oxygène résiduelle dans ce cas est de **6.51 l/h**. Ce qui est impossible car la capacité de la pompe d'injection de carbohydrazide est de **6 l/h**.

Le carbohydrazide est le produit le plus couramment utilisé quand le taux oxygène est inférieure ou égale **78 ppb**.

$$C * Q_{ac} = C' * A * 0,06$$

$$D = 6 \text{ l/h} \text{ et } A = 100\% \text{ (la course et débit en maximum)}$$

Donc :

$$C = 7,10 \text{ ppm}$$

$$C = ([O_2]_b * 23,4) + 0,6$$

$$[O_2]_b = 0,27 \text{ ppm}$$

Chapitre 5 : Etude expérimentale

On remarque que la quantité de carbohydrazide réellement injectée est supérieure à celle qui requise quand la teneur en oxygène dissout est proche du design (c'est à dire **1^{er} cas**) ($[O_2]_b = 0,02 \text{ ppm}$).

Par contre dans le cas où la teneur en oxygène est très élevée (**2^{ème} cas**) ($[O_2]_b = 0,280 \text{ ppm}$), il est impossible de gérer la quantité d'accepta à injecter. D'une part parce que la pompe d'injection ne le permet pas, et d'autre parce que la teneur en carbohydrazide dans l'eau d'alimentation des chaudières serait trop élevée.

Dans le cas taux oxygène d'eau d'alimentation des chaudières supérieures à ,on a besoin de changer le réducteur d'oxygène, il est préférable d'utiliser un réducteur avec les mêmes propriétés carbohydrazide (D'une toxicité plus faible) qui est le **DEHA**.

5.6.2. DEHA – Diethylhydroxylamine :

La stœchiométrie de la réaction demande donc : $89/32 = 2,78 \text{ mg de DEHA pour } 1 \text{ mg d'O}_2$.

La vitesse de réaction du DEHA sur l'oxygène est beaucoup plus rapide que celle de l'hydrazine.

On refait les calculs pour le **2^{ème} cas**:

Pour calculer la quantité de **DEHA** qu'il faut injecté on a pris la concentration de la journée du **25/12/2019 (0,280 ppm)** (concentration en oxygène la plus importante).

Nous avons suivis les mêmes étapes de calcul que dans le premier cas.

$$C = ([O_2]_b * 2.78) + 0,06$$

$$C = 0,84 \text{ ppm}$$

$$A = C * Q_{ac} / (C' * 0,06)$$

$$A = 11,82\%$$

$$D = A * 0,06$$

$$D = 0,71 \text{ l/h}$$

5.7. Interprétations des résultats :

D'après les résultats obtenus nous remarquons clairement que la quantité d'oxygène reste largement supérieure aux normes, ceci est du bas rendement (72%) du dégazeur et à la qualité de l'eau d'alimentation qui contient un taux élevé d'oxygène dissout.

Restera à confirmer si les concentrations à l'entrée du dégazeur respectant les paramètres optimale du fonctionnement, si ce n'est pas le cas alors on pourra parler d'un sous dimensionnement du dégazeur.

On utilise un autre réducteur **O₂** lorsque la concentration Du têt d'oxygène dissout est très élevés, il est préférable d'utiliser le DEHA.

On évite l'injection de carbohydrazide à l'entrée du dégazeur après la décomposition de carbohydrazide avec oxygène il va nous donner dioxyde de carbone et ce dernier rend le milieu acide et favorise la corrosion. Donc il est préférable que l'injection se fait à la sortie du dégazeur (aspiration des pompes).

Conclusion Générale

Conclusion générale

Au cours de notre période de stage, On a trouvé un taux élevé d'oxygène dissout dans l'eau d'alimentation des chaudières qui se traduit à un mauvais fonctionnement du dégazeur. Pour cela nous avons suivi l'évolution de la teneur en oxygène qui dépassait dans la plupart du temps les normes requises.

Toutes les eaux contiennent des gaz corrosifs, est pour cela Il faut faire des arrêts d'usine chaque année pour but de nettoyer les tubes et les chaudières

Malgré que la quantité d'injection du réducteur d'oxygène (carbohydrazide) est largement suffisante et les résultats sont parfaitement en accord avec le design, La perturbation des paramètre comme la pression, la température et le débit de vapeur injectée provoque l'instabilité des paramètres de marches

Les prises d'échantillons à l'entrée du dégazeur ont aussi montré que le taux d'oxygène été très élevé. Cela est sûrement du a une mauvaise qualité d'eau d'appoint, ce inconvénient oblige de faire une autre installation de traitement des eaux plus efficace pour rendre les eaux moins corrosif.

Références Bibliographiques

Références bibliographiques

- [1] : Yacine B, « La raffinerie d'Adrar opérationnelle», Journal le Maghreb, 22 mai 2007
- [2] : Jean PARISOT. Chaudière: principes de conception et de calcul -Généralités, Technique de l'ingénieur.
- [3] J.RODIER 7^{ème} édition 1987 « analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaire, eaux de mer chimie physique –chimique, bactériologie ».
- [4] Document du complexe GL1/Z . Objet : Suivi des chaudières combustion et rendement 18 Février 1992.
- [5] : Mémoire de magistère 2007, réhabilitation de la station de traitement des eaux huileuses au complexe GNL1/Z, université de Mostaganem.
- [6] : S.TOURE, Amélioration du rendement des chaudières à bagasse type BRI à la CSS. Mémoire de fin d'étude en Génie Electromécanique: DAKAR, ESP, 2008.
- [7] : Friedrich NUBER et Karl NUBER .Calcul thermique des chaudières, édition Dunod 1972.
- [8] : Mazouzi Djamila, Hadji Zineb, Mounir SAKMECHE, Mémoire de Master, Etude et vérification des paramètres de fonctionnement de Dépropaniseur au niveau de l'unité Gas plant - Raffinerie d'ADRAR, 2019.
- [9] : Moulay Omar Najet, Azarih soumia, Mounir SAKMECHE, Mémoire de Master, Etude et vérification des paramètres de fonctionnement de Dépropaniseur au niveau de l'unité Gas plant - Raffinerie d'ADRAR, 2019.