



وزارة البحث العلمي والتعليم العالي
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE
LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
جامعة عبد الحميد بن باديس مستغانم
Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem
كلية العلوم والتكنولوجيا
Faculté des Sciences et de la Technologie
DEPARTEMENT DE GENIE DES PROCEDES



N° d'ordre : M2...../IP/2022

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES DEMASTER ACADIMIQUE

Filière : Industries pétrochimiques

Option : Génie pétrochimique

Thème

**Calcul du rendement actuel de four F1 de l'unité 21
de la Raffinerie d'Arzew RA1Z**

Présenté par

1. BENYAMINA Chorouk
2. BESSAAD Kheira

Soutenu le /.../ 2022 devant le jury composé de :

Président :	Mekibes Zohra	Grade MAA	Université de Mostaganem
Examineur :	M ^{ed} Seghir Zahira	Grade MCB	Université de Mostaganem
Rapporteur :	Terkhi Sabria	Grade MCA	Université de Mostaganem

Année Universitaire 2021/2022

REMERCIEMENT

Avant tout nous tenons à remercier « Allah », qui nous a incités à acquérir le savoir et qui nous a aidés à terminer notre travail.

Le travail qui fait l'objet du présent mémoire a été réalisé au niveau de La raffinerie d'ARZEW.

Nous tenons dans un premier temps à remercier notre encadreur M^{me} TERKHI Sabria pour son aide, ses conseils et ses encouragements et à qui nous souhaitons présenter l'expression de notre profonde gratitude pour nous avoir encadrés et suivit pendant la réalisation de ce mémoire de fin d'étude. Nous ne saurions trouver les mots pour lui exprimer toute nos gratitudes.

Nos vifs remerciements aux membres de jury la président Mekibes Zohra MAA à université de mostaganem et l'examinatrice M^{ed} Seghir Zahira MCB qui nous ont fait l'honneur d'accepter de juger notre travail.

Nos vifs remerciements également aux enseignants du département de génie des procédés de la Faculté science et de la technologie de l'Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem.

- Nous adressons également un grand merci à Mr Maamar ingénieur d'exploitation (unité de fabrication des huiles de base).*
- A l'ensemble du personnel de la zone 07 de la fabrication des huiles de base et aussi les personnes du département de technique.*

Merci à tous ceux qui ont répondu à nos questions, qui nous ont donné un coup de main.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail

*À la mémoire de mon très cher PAPA, je le remercie pour
son travail acharné tout au long de ma vie scolaire*

*Je le dédie aussi à ma chère maman qui m'a transmis la vie,
l'amour et qui m'a appris la persévérance et la patience ;*

À mes frères (Oussama, Nasreallah) ;

À ma sœur adorée (Bodour) ;

À toute la famille ;

À tous mes amis (es).

Chorouk.

Dédicace

*A mon cher père Charef qui m'a toujours encouragé et
motivé dans mes études ;*

*Ma chère mère Samira pour toute l'affection et l'amour
qu'elle m'a toujours offert ;*

*Et mes chers frères Mohamed et Abd Arezake et sœur
Nadjla qui m'ont toujours souhaité le meilleur*

A toute sa famille ;

*Ainsi qu'à toutes personnes de loin ou de près qui m'ont
aidée dans l'élaboration de mon projet.*

À tous mes amis (es).

Kheira

RESUME

Dans ce travail, nous présentons une étude de rendement de four 21F1 pour le cas réel et le cas design de la zone 7 de la fabrication des huiles de base dont laquelle on trouve l'unité 21. D'après les calculs effectués, on remarque que le rendement de four 21F1 cas réel (100%) égale à **64.34%** avec une quantité de chaleur totale libre Q_T de **12000.75 Kcal**, par contre pour le cas design le rendement est de **78.34%** qui correspond à une quantité de chaleur totale libre Q_T égale à **1391.28 Kcal**. Par conséquent, on constate que le rendement de four 21F1 de cas réel est inférieur de cas design. Dans le but de résoudre ce problème de diminution, on propose la réduction des pertes aux fumées et la réduction de l'excès d'air.

Mots clés : le four, complexe la raffinerie R1AZ, les huiles de base, rendement de four, la zone 7.

ABSTRACT

In this work, we present a study of the efficiency of 21F1 for the real and the design case of zone 7 of the manufacture of base oils of which we find the unit 21. According to the calculations carried out, we notice that the efficiency of the 21F1 oven in the real case (100%) is equal to **64.34%** with a quantity of total heat Q_T of **12000.75 Kcal**, on the other hand for the design case the efficiency is **78.34%** which corresponds to a quantity of total free heat Q_T equal to **1391.28 Kcal**. Consequently, it can be seen that the efficiency of the 21F1 oven in the real case is lower than in the design case. In order to solve this problem of reduction, we propose the reduction of smoke losses and the reduction of excess air.

Keywords:

Furnace, R1AZ refinery complex, base oils, furnace performance, zone 7.

المخلص

في هذا العمل نقدم دراسة لمردودية الفرن 1F21 في الحالة الحقيقية وحالة التصميم المتواجد بالمنطقة 7 لتصنيع زيوت الأساس التي نجد فيها الوحدة 21. حسب الحسابات التي قمنا بها نلاحظ أن كفاءة الفرن في الحالة الحقيقية (100%) يساوي 64.34% مع الكمية الإجمالية للحرارة الحرة Q_T 12000.75 كيلو كالوري ، ومن ناحية أخرى بالنسبة لحالة التصميم ، تبلغ مردودية الفرن 78.34% وهو ما يتوافق مع الكمية الإجمالية للحرارة الحرة Q_T التي تساوي 1391.28 كيلو كالوري. و بالتالي، يمكن ملاحظة أن مردودية الفرن 21 1F في الحالة الحقيقية أقل مما كانت عليه في حالة التصميم. ولحل هذه المشكلة، نقترح تقليل الحرارة المفقودة من طرف الابخرة و تقليل الهواء الزائد.

الكلمات المفتاحية:

الفرن، مجمع مصفاة RIAZ، الزيوت الأساسية، مردود الفرن، المنطقة 7.

Liste des figures

Figure 1 : Synoptique du processus de raffinage du pétrole de RA1Z	11
Figure 2 : Chaîne de fabrication des huiles de base paraffinées	18
Figure 3 : Schéma simplifié de la distillation sous vide	19
Figure 4 : Schéma simplifié du desasphaltage au propane	20
Figure 5 : Schéma simplifié du déparaffinage	22
Figure 6 : Schéma simplifié de l'hydrofinishing	23
Figure 7 : Four cylindrique vertical	27
Figure 8 : Four cabine à brûleurs sur la sole	27
Figure 9 : Four cabine à brûleurs sur les parois	28
Figure 10 : Représentation graphique du bilan thermique	33
Figure 11 : Diagramme récapitulatif représentant le calcul de rendement de four	36
Figure 12 : Réception et distribution du fuel gaz	36

Liste des tableaux

Tableau 1 : Composition du fuel gaz	37
Tableau 2 : Calcul du pouvoir calorifique inférieur du fuel gaz	39
Tableau 3 : Calcul de la masse volumique du fuel gaz	40
Tableau 4 : Composition des fumées	41
Tableau 5 : La composition des fumées pour 100 kmols de fuel gaz brûlé pour une quantité d'oxygène X	42
Tableau 6 : La composition des fumées pour 100 kmols de fuel gaz brûlé	42
Tableau 7 : Les chaleurs spécifiques des différents constituants	44
Tableau 8 .Calcul de la chaleur spécifique moyenne des fumées des différents constituants.....	44
Tableau 9 : Composition design du fuel gaz	46
Tableau 10 : Composition des fumées du four 21F1.....	47
Tableau 11 .Tableau récapitulatif de bilan thermique et le rendement de four pour le cas design et le cas actuel du four 21F1.....	48

Sommaire

Introduction générale.....	01
Chapitre 1 : Généralité sur la raffinerie d'Arzew.....	03
1.1. Introduction.....	04
1.2. Historique et situation du complexe.....	04
1.3. Objectifs assignés du complexe.....	04
1.4. Description de la raffinerie d'Arzew.....	05
1.4.1. Département de production P1.....	05
1.4.2. Département de production P2.....	08
1.4.3. Département de production P3.....	09
1.4.4. Département de production P4.....	11
1.4. Laboratoire de contrôle.....	12
1.6. Département de sécurité industrielle.....	12
1.7. Description des unités de productions des huiles de bases.....	12
Chapitre 2 : Fabrication des huiles de base de la zone 07 de l'unité 21 de la raffinerie d'Arzew.....	14
2.1. Introduction.....	15
2.2. Définition et les fonctions principales des huiles de base.....	15
2.3. Préparation d'huile de base.....	16
2.4. Tendances des huiles de base.....	17
2.5. Fabrication des huiles de base.....	17
2.5.1. Unité 21 : la distillation sous-vide du résidu atmosphérique.....	19
2.4.2. Unité 22 : le Desasphaltage au propane.....	20

2.4.3. Unité 23 : L'extraction au solvant sélectif.....	21
2.4.4. Unité 24 : Le déparaffinage au Methylethylcétone / Toluène.....	21
2.4.5. Unité 25 : l'hydrotraitement de finition (hydro - finishing).....	22
Chapitre 3 : Description de four.....	24
3.1. Introduction.....	25
3.2. Définition des fours.....	25
3.2.1. Rôle des fours.....	25
3.3. Principaux types de fours.....	25
3.3.1 Classement par l'apport de chaleur.....	25
3.3.2 Classement par l'apport de géométrie.....	26
3.3.2.1. Fours cylindriques verticaux.....	26
3.3.2.2. four cabines à bruleurs sur la sole.....	27
3.3.2.3 fours cabines à brûleurs sur les parois.....	28
3.4. Généralités sur les modes de la transmission de chaleur.....	28
3.4.1. La conduction.....	29
3.4.2. La convection.....	29
3.4.3. Le rayonnement.....	29
Chapitre 4 : Calcul du rendement de four F1 de l'unité 21de la raffinerie d'Arzew	
RA1Z.....	33
4.1. Introduction.....	33
4.2. Rendement de four.....	33
4.3. Etude du cas réel de four 21F1	36
4.4. Etude de la combustion.....	37
4.4.1. Réactions de combustion.....	37
4.5. Calcul le rendement de four 21F1 de la chaine de fabrication des huiles de bases.....	38

4.5.1. Calcul du pouvoir calorifique inférieur (PCI) du gaz combustible (fuel gaz)...	38
4.5.2. Calcul des pertes de chaleur à travers le garnissage réfractaire Q_1	39
4.5.3. Calcul des pertes de chaleur par les fumées Q_2	40
4.5.4. Calcul le nombre de kmoles total dans les fumées (N_f).....	41
4.5.5. Rendement four de l'unité de distillation sous vide 21F142.....	42
4.5.5.1. Calcul de la masse volumique des fumées.....	43
4.5.5.2. Calcul de la quantité de chaleur dégagée par les fumées.....	43
4.5.5.3. Calcul de la chaleur spécifique moyenne des fumées.....	44
4.5.5.4. Calcul des quantités de chaleur.....	44
4.6. Calcul cas design.....	46
4.7. Interprétation des résultats.....	48
Conclusions générales.....	49
Référence Bibliographies.....	52

Annexes

Introduction générale

Introduction générale

Le pétrole est un liquide huileux d'origine naturelle, de couleur foncée et d'une odeur âcre. C'est un mélange complexe d'hydrocarbures de différentes familles (paraffiniques, naphthénique et aromatiques) associé à des composés oxygénés, azotés et sulfurés ainsi qu'à des traces particulières (métaux, sels, etc....).

La raffinerie du pétrole est une industrie lourde qui transforme le pétrole brut en une gamme de produits énergétiques tels que carburants et les combustibles et des produits non énergétiques tels que les matières premières pour la pétrochimie, les solvants pour les peintures, les huiles et les bitumes. La raffinerie est un ensemble d'unités de fabrication. Ces unités utilisent des procédés physiques ou chimiques que l'on peut classer en trois catégories à savoir : la séparation, la conversion et l'épuration. On trouve également dans une raffinerie des unités support telles que les utilités, l'électricité, la vapeur et l'hydrogène, qui permet d'obtenir une très grande variété des produits gazeux (propane et le butane), liquides (l'essence, le gas-oil et les huiles de base) et solides (le bitume). Il existe plusieurs raffinerie dans l'Algérie on distingue la raffinerie RA1Z.

La Raffinerie RA1Z contient plusieurs fours à savoir les fours 21F1, 22F1, 23F1, 24F1, 24F2 et 25F1. Ces fours industriels ayant pour but l'apport de l'énergie thermique à chauffage direct au procédé dans les quels l'énergie produite par la combustion est transmise directement au fluide à réchauffer qui circule dans un serpentin tubulaire ou un faisceau de tubes. Dans la zone 07 de fabrication des huiles de base dont laquelle on trouve l'unité 21, ce trouve le four 21F1 qui fait l'objet de notre étude. Ce four vient après la distillation atmosphérique pour chauffer le résidu de la colonne de distillation (BRA), avant d'être envoyé vers la colonne de sous vide.

Selon les exploitants, les problèmes majeurs des fours sont l'excès d'air, température des fumées élevées, augmentation des pertes par les fumées qui font conduire à des pertes importantes, qui entraînent inévitablement l'augmentation de la consommation du gaz naturel. Dû à la diminution à la température de la sortie, il reste bien entendu que l'origine de ces problèmes dépend :

- De l'état actuel des fours.
- Des conditions d'exploitations.

Le but de notre étude est de faire le calcul de rendement de four 21F1 pour le cas réel et le cas design, afin de connaître leur état actuel, et tirer des conclusions de son état de fonctionnement, pour lui assurer une durée de vie plus importante et démunie l'utilisation de l'énergie.

Pour mener à bien cette étude, on a procédé de la façon suivante :

Le premier chapitre est consacré à la présentation de la raffinerie d'Arzew (RA1Z).

Le deuxième chapitre a pour but la définition et la description de la fabrication des huiles de base de la zone 07.

Le troisième chapitre on présente des généralités sur les fours.

Le quatrième est dédié à la méthode de calcul détaillé du rendement de four 21F1 dans le cas réel et le cas design (100%), suivi par une exposition et une interprétation des résultats.

Enfin, ce travail est achevé par une conclusion générale et des perspectives.

Chapitre I :
Généralité sur la raffinerie d'Arzew

Chapitre 1 : Généralité sur la raffinerie d'Arzew

(RA1Z)

1.1. Introduction

La raffinerie d'Arzew RA1Z est l'usine où l'on procède au fractionnement du pétrole. Elle est le troisième important complexe pétrochimique. Elle est constituée de trois grandes parties :

- Partie regroupant la zone administrative (direction ...)
- Partie regroupant la zone de production P1, P2 et P3 ;
- Partie regroupant la zone d'expédition (chargement train, camion en GPL, Navire...).

Ce chapitre a pour but la présentation et la description de la raffinerie d'Arzew.

1.2. Historique et situation du complexe

La raffinerie d'Arzew R1AZ a été construite dans le cadre du premier plan quinquennal (1970-1973). La construction du complexe a été réalisée par la société japonaise « (JGC) » en collaboration avec l'entreprise SONATRACH. La pose de la première pierre a lieu le 19 juin 1970. Le démarrage des unités a été à partir du mois d'Août 1972 par les utilités, l'ensemble des unités de la raffinerie était en service en Mars 1973.

Elle est implantée dans la zone industrielle d'Arzew sur le plateau d'Al-Mohgoune. Elle occupe une superficie de 180 hectares répartis comme suit : 150 hectares correspondant aux anciennes des installations construites entre 1970 et 1973, et les 30 hectares restantes correspondent aux installations nouvelles construites entre 1978 et 1983. [1]

1.3. Objectifs assignés du complexe

Elle a été conçue pour :

- Traiter le pétrole brut de Hassi- Massoud ;
- Traiter le brut réduit importé pour la production des bitumes ;
- Satisfaire les besoins de consommation en carburants, en lubrifiants et des bitumes en partie ;
- Exporter les produits excédentaires, Pour répondre aux besoins importants de lubrifiants, la construction d'une unité de production de 120000 t/an a été confiée à un consortium Européen en 1978.
- Par ailleurs, dans le cadre de mise à niveau et pour répondre aux exigences internationales en matière de spécifications des produits pétroliers, la raffinerie d'Arzew a bénéficié d'investissement important pour la réhabilitation, le ré instrumentation de ses installations, l'acquisition d'une unité d'isomérisation, et d'une unité d'hydrodésulfuration pour l'augmentation de la capacité de traitement du pétrole brut. Une sous direction de réhabilitation a été créée pour la réalisation de ces objectifs.

1.4. Description de la raffinerie d'Arzew

La raffinerie d'Arzew traite 2.5 millions de tonnes par an de pétrole brut pour la production. Pour ce faire le complexe de la raffinerie est divisé en plusieurs zones (zones d'unités de production, zone de stockage des produits intermédiaires et produits finis, zone de mélange et expédition, zone de stockage de produits chimiques, pièces de rechange etc....).

La raffinerie d'Arzew comprend quatre départements de production le P1, P2, P3 et P4, chaque département est constitué de plusieurs zones ayant des activités spécifiques, chaque département est composé des différentes unités de production, comme suite :

1.4.1. Département de production P1

Ce département concerne la production des carburants, des lubrifiants et les bitumes entraînant le pétrole brut de Hassi-Massoud comme charge et le brut réduit importé (BRI) pour la production des bitumes. Elle est constituée des zones suivantes :

✓ Zone 03 (Les utilités)

Cette zone est construite pour l'alimentation des autres zones en : air, vapeur, eau, électricité, et gaz qui sont très importants pour les unités de traitement. Elle se divise en plusieurs unités :

- **Unité 31** : Production de vapeur d'eau à haute pression qui sert au stripage, et comme énergie motrice des turbos générateurs.
- **Unité 32** : Production de l'eau distillée qui est utilisé comme eau d'alimentation pour les chaudières.
- **Unité 33** : Distributions d'eau de refroidissement, utilisée pour les opérations de refroidissement des produits.
- **Unité 34** : Production d'électricité qui sert à alimenter les unités de traitement.
- **Unité 35** : Gaz de combustion au niveau des chaudières et des fours.
- **Unité 36** : Productions d'air service et d'air instrument.
- **Unité 67** : Réseaux d'incendie.

✓ **Zone 04 (Les carburants)**

C'est le point de départ du procès de raffinage du pétrole brut. Elle comprend 5 unités :

- **Unité 11** :c'est l'unité de distillation atmosphérique (topping). Elle a comme rôle la séparation par distillation atmosphérique des différents composants contenus dans le pétrole selon leurs densités, du plus léger au plus lourd. Il s'agit :
 - Du gaz de pétrole liquéfié (LPG)
 - Du naphta léger LSRN
 - Du naphta lourd HSRN
 - Du kérosène
 - Du gasoil léger et lourd
 - Le résidu atmosphérique (BRA).
- **Unité 12 (Reforming catalytique)** : elle traite le naphta lourd (HSRN) provenant de la distillation atmosphérique dans le but de produire une base d'essence à indice d'octane élevé (reformat).
- **Unité 13 (traitement du gaz)** : elle traite le gaz obtenu de l'unité 11, 12 et 17 en le séparant en produits purs, tel que le propane et le butane (C₃H₈, C₄H₁₀).

- **Unité 17 (l'isomérisation)** : elle traite le naphta léger (LSRN) provenant de la distillation atmosphérique, afin d'améliorer leur l'indice d'octane.
- **Unité 18 (l'unité du système de l'huile chaude)** : le rôle de cette unité est de fournir la chaleur (par l'utilisation d'un fluide caloporteur) pour les unités 11 et 17.

✓ **Zone 07 (Les lubrifiants 1)**

Cette zone a pour but la fabrication des huiles de base à partir de brut réduit atmosphérique (BRA) venant du topping (unité 11), sa capacité de production est de 50 000 T/an. Elle comprend les unités suivantes :

- **Unité 20** : stockage des huiles.
- **Unité 21** : c'est l'unité de distillation sous vide. Elle traite le résidu provenant de l'unité 11 de la zone 4 (BRA) qui est soutiré sous vide, afin d'obtenir des huiles de base semi-finis :
 - Gasoils VGO
 - Huiles SPO (Spindle)
 - Huiles mi- visqueuses (MVO)
 - Huiles visqueuses (VO)
 - Le résidu sous vide (RSV).
- **Unité 22** : c'est l'unité de désalphaltage au propane. Elle traite le résidu sous vide RSV venant de l'unité 21 dans une colonne par l'extraction en utilisant le propane comme solvant, afin d'obtenir une huile désalphaltée (DAO).
- **Unité 23** : elle s'appelle l'unité de l'extraction liquide-liquide. Les huiles Spindle, MVO, VO et DAO produites par les unités 21 et 22, sont envoyées dans cette unité afin d'améliorer leurs indices de viscosité. Ceci est rendu possible grâce à l'élimination des aromatiques et des naphènes par le procédé d'extraction liquide-liquide en utilisant furfurol comme solvant. Les huiles obtenues sont :
 - Spindle
 - Mi- visqueuse (SAE 10)
 - Visqueuse (SAE 30)
 - Bright Stock (BS)

- **Unité 24** : c'est l'unité de déparaffinage des huiles au Mec/Toluène. Elle traite les coupes d'huiles obtenues par l'unité 23 en utilisant Mec/Toluène comme un solvant afin d'extraire les paraffines. Donc le but est d'améliorer leur point d'écoulement.
- **Unité 25** : c'est l'unité de l'Hydro-finishing. Elle traite alternativement les huiles déparaffinées obtenues dans l'unité 24 par l'hydrogène, dans un réacteur contenant un catalyseur à base de Fe/Co-Mo pour éliminer les impuretés tel que le soufre afin d'améliorer certains paramètres tel que la couleur, l'odeur, la stabilité thermique et la résistance à l'oxydation.
- ✓ **Zone 10 (production de bitumes)** : cette zone concerne la production des bitumes routiers et oxydé .Elle comprend 2 unités :
 - **Unité 14** : c'est l'unité de flash sous vide. Elle traite un mélange de brut réduit importé (BRI) l'asphalte qui est récupéré de l'unité 22. Ce mélange est fractionné sous vide en gasoils et en produit visqueux obtenu en fond de colonne, lequel est traité dans la section soufflage à l'air pur pour obtenir des bitumes routiers.
 - **Unité 15** : c'est l'unité de Semi Blowing (soufflage). Dans cette unité on procède à l'oxydation de la charge (Bitume routier + Gasoil) afin d'obtenir du bitume oxydé conditionné dans des sacs de 25 Kg.

Les Zones de stockage :

- **Zone 08 et 09** : stockage du résidu atmosphérique dans 2 bacs.
- **Zone 11, 12et 13** : stockage du brut de Hassi-Massoud, 3 bacs de 60 000T et 2 bacs de 50000 T.
- **Zone 31** : Contient une torche P1.

1.4.2. Département de production P2

La réalisation de ce département fut suite aux demandes importantes en lubrifiants, elle comprend trois principales zones :

✓ **Zone 05 (Les huiles de base)**

Cette zone assure la production des huiles de base (SPO, SAE10, SAE30, BS), elle a une capacité de production de 120 000 T/an. Le traitement se fait de la même façon que dans la zone 07. Elle englobe deux compartiments : HB3 et HB4.

HB3 : composé des unités suivantes :

- **Unité 100** : distillation sous vide.
- **Unité 150** : huile caloporteur.
- **Unité 160** : traitement des eaux acides.
- **Unité 200** : désalphaltage au propane.
- **Unité 300** : extraction au Furfural.

HB4 : Comprend les unités suivantes :

- **Unité 400** : déparaffinage au MEC/Toluène.
- **Unité 500** : hydro-finishing.
- **Unité 600** : hydrogénation des paraffines.
- ✓ **Zone 19 (Les utilités)** :

Elle assure le bon fonctionnement de la chaîne de production des huiles de base ; elle comprend les unités suivantes :

- **Unité 1100** : production de vapeur.
- **Unité 1200** : production de l'énergie électrique.
- **Unité 1300** : tour de refroidissement des eaux.
- **Unité 1400** : gaz de combustion.
- **Unité 1500** : production d'air comprimé (air instrument et air de service).
- **Unité 1600** : traitement et production d'eau distillé et déminé.
- **Unité 1700** : réseau de torche P2.
- **Unité 1800** : traitement des affluents.
- **Unité 280** : production de gaz inerte.

1.4.3. Département de production P3

Une nouvelle réorganisation des départements de production a ajouté un troisième département qui comprend les zones suivantes :

- ✓ **Zone 06 (Production des huiles finies)**

Elle est conçue pour le mélange et le conditionnement des huiles finies à partir des huiles de base fabriquées dans cette 1^{ère} chaîne de production. Les mélanges des huiles de base sont réalisés avec des additifs pour améliorer les caractéristiques. Le lubrifiant est conditionné dans des fûts de 200 litres. La gamme des lubrifiants se compose de : huile pour moteur, huile industrielle, huile de graissage, huile hydraulique, huile de coupe, graisses industrielles.

- **Unité 3000** :(Production des huiles finies et des graisses)

Elle comporte les unités suivantes :

- **Unité 3100** : (Production des huiles finies) : Elle est destinée à fabriquer des huiles finies à partir des huiles de base fabriquées dans les unités 100 à 500 et des additifs importés. Les grandes d'huiles fabriquées sont :
 - Huiles pour moteurs (Essence, Diesel, huiles pour transmission).
 - Huiles industrielles [hydraulique (TISKA), turbines (TORBA), engrenage (FODDA), compresseur (TORADA), et huiles divers].
- **Unité 3200**: Préparation et conditionnement des graisses.
- **Unité 3300**: Conditionnement des paraffines.
- **Unité 3400, 3500, 3600** : Assurent le conditionnement des huiles finies.
- **Unité 3700** : Installation portuaires. Son rôle consiste :
 - Au déchargement des additifs importés des navires.
 - Aux suivis des bacs de stockage (contrôle de température, niveau, pression, etc.)
 - Au transfert des additifs vers RA1Z par camions citerne.
 - Au chargement d'huiles de base dans les navires.
- **Unité 3800**: Pomperiez eaux brutes.
- **Unité 3900 (Production des huiles finies)**

Elle est réalisée en 1997, elle assure le conditionnement et le remplissage des huiles finies en bidons de 2 et 5 litres et de la graisse en pots de 1 Kg.

1.4.4. Département de production P4

✓ **Zone 28 (stockage et expédition)**

C'est une zone de stockage des matières premières, des mélanges, des expéditions et des produits semi-finis et finis, ainsi que le pétrole brut.

✓ **Zone 30 chargements de produits finis**

Cette zone est spécialisée dans le chargement des carburants (essences, gaz oil ...) dans les camions et wagon des trains.

✓ **Zone 27 (Unité 1800 « Station de traitement des effluents »)**

Le rôle de cette zone est récupérer les eaux usées et les traiter. Elle est composée de deux bassins de séparation et de décantation physique (API et PPI).

La figure 1 présente les zones et les unités principales de la raffinerie d'Arzew.

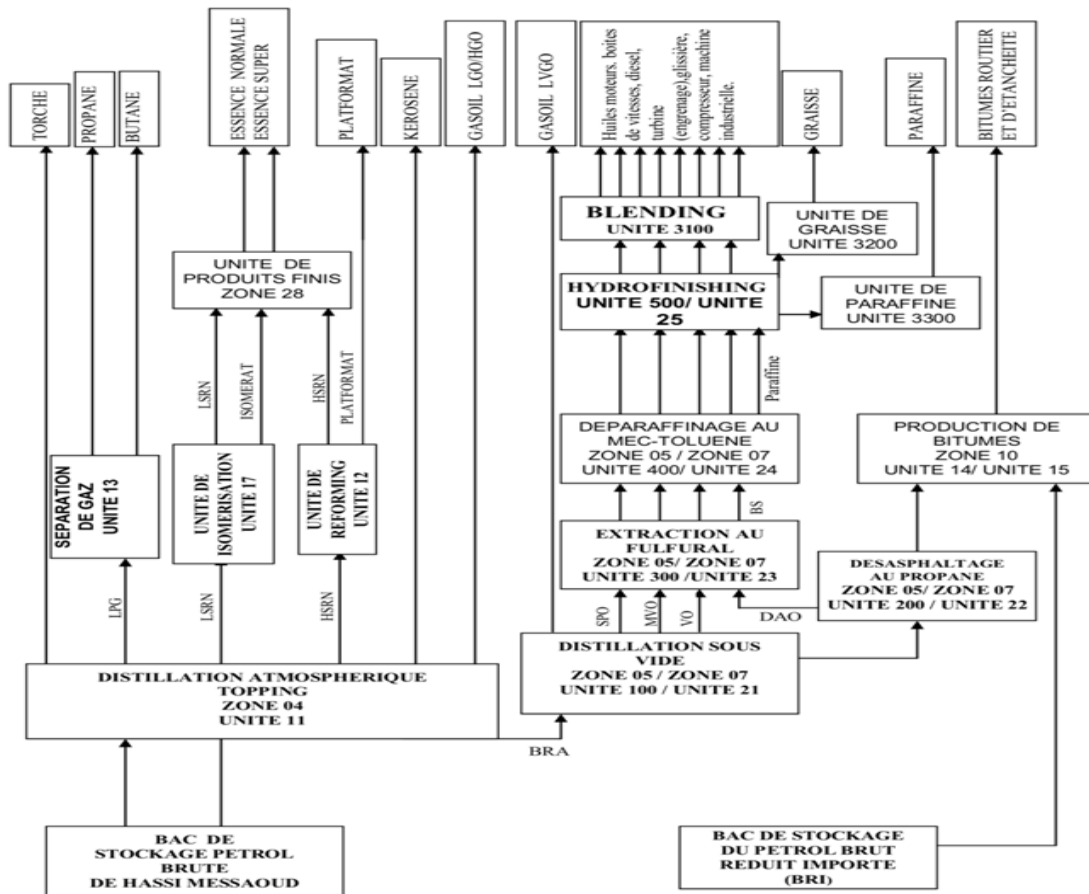


Figure 1.Synoptique du processus de raffinage du pétrole de RA1Z.

1.5. Laboratoire de contrôle

Durant toutes les étapes de raffinage au niveau des différentes unités, les produits semi- finis sont soumis selon un programme bien défini à un contrôle de qualité rigoureux au niveau du laboratoire. Avant tout transfert ou expédition de produit fini, un certificat de qualité attestant la conformité de ce produit aux spécifications arrêtées est établi.

Le laboratoire contrôle aussi la qualité des eaux, les rejets et procède aux analyses des différents échantillons spéciaux.

1.6. Département de sécurité industrielle

Étant donné les dangers, et les risques continuels qui peuvent se présenter dans une raffinerie de pétrole tel qu'explosions, incendies, intoxications, et électrocution. Le rôle du département de sécurité dans ce contexte est primordial pour la préservation du patrimoine humain et matériel. Il comporte 2 services :

- **Service prévention**

Assure les travaux de maintenance, les animations (photos et conseils sensibilisant sur les lieux de travail), l'hygiène de l'unité, et les statistiques des accidents de travail (en utilisant l'arbre des causes).

- **Service intervention**

Assure l'entretien des équipements de lutte contre l'incendie (fixe et mobile), la formation du groupe d'intervention de réserve (GIR), la gestion des produits extincteurs, les travaux de maintenance (ne jours de repos et fériés, quand l'inspecteur n'est pas présent), l'exécution du planning de sauvetage journalier et du programme d'exercices des plans d'attaques contre les incendies.

1.7. Description des unités de productions des huiles de bases

Dans cette unité traitent le BRA qui est un composé pétrolier lourd et visqueux recueilli au fond de la colonne de distillation atmosphérique et qui a pour but d'obtenir des huiles de base considérées comme matière première pour la fabrication des lubrifiants. La chaîne de fabrication est composée de 5 unités :

- Unité 21/100 (Distillation sous vide) : destinées à séparer les coupes nécessaires à la production des huiles de base.
- Unité 22/200 (Désalphaltage au propane) : récupérer l'asphalte et l'huile désalphaltée.
- Unité 23/300 (Extraction au furfural) : destinées à extraire les aromatiques des coupes lubrifiantes et améliorer leurs indices de réfraction (RI).
- Unité 24/400 (Déparaffinage au MEC/Toluène) : destinées à améliorer le point d'écoulement des différentes coupes lubrifiantes par l'élimination des paraffines.
- Unité 25/500 (Hydro-finishing) : éliminer les impuretés pour avoir une huile de base ayant une couleur et une stabilité thermique appropriées.

Chapitre II :
Fabrication des huiles de base de la zone
07 de l'unité 21 de la raffinerie d'Arzew
RA1Z

Chapitre 2 : Fabrication des huiles de base de la zone

07 de l'unité 21 de la raffinerie d'Arzew RA1Z

1.1. Introduction

Les huiles de base extraites des raffineries sont le composant principal de produits tels que les lubrifiants, les huiles moteur et les fluides pour le travail des métaux. Ce terme s'applique aux huiles pures qui ne contiennent aucune substance enrichissante supplémentaire. Leur objectif principal est de réduire la friction entre les surfaces mobiles.

Ce chapitre a pour but la description de la fabrication des huiles de base à partir de BRA venant de la distillation atmosphérique. La capacité de production est de 50 000 T/an.

1.2. Définition et les fonctions principales des huiles de base

Un lubrifiant est une matière onctueuse, liquide semi-plastique ou solide, qui s'impose entre les surfaces frottantes d'un mécanisme et qui a la propriété d'altérer le frottement et l'usure entre les pièces métalliques.

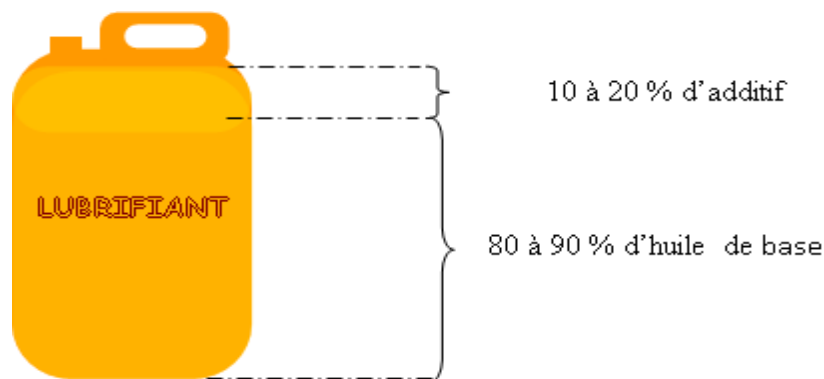
Cette précédente définition recouvre en fait un ensemble de fonctions principales souvent méconnues dont les principales sont :

- Réduire les frottements et par conséquent économiser de l'énergie
- Protéger les organes des machines contre les différentes formes de corrosion
- Participer au refroidissement des machines. Le lubrifiant étant en contact intime avec les organes souvent très chauds, il contribue d'une façon très active à leur refroidissement s'il circule et s'il peut céder sa chaleur au milieu extérieur.
- Contribuer à l'étanchéité aux gaz, liquides et contaminants solides, tel que l'étanchéité des segments et joints.
- Transmettre de l'énergie dans les systèmes hydrauliques.

- Transmettre de l'énergie thermique comme fluide caloporteur.
- Absorber les chocs et réduire le bruit.
- Assurer d'autres fonctions passives permettant d'accroître et la fiabilité des mécanismes. [2]

1.3. Préparation d'huile de base

Un lubrifiant est préparé à partir d'un mélange d'huiles de base et d'additifs spécifiques, dont les proportions sont en général :



Un mélange d'huiles de base seul ne possède pas toutes les caractéristiques requises pour ces types de lubrifiants, et l'on doit pour cette raison leur adjoindre une certaine quantité d'additifs.

Préalablement aux mélanges, ces huiles de base doivent avoir des propriétés précises dont les principales recherchées sont :

- La viscosité :
 - Bases fluides \cong à 40 °C
 - Bases visqueuses \cong à 40 °C
 - Bases lourdes \cong à 100 °C
- L'indice de viscosité ou viscosité index (VI), définissant :
 - Une viscosité pas trop forte à froid
 - Une viscosité pas trop faible à chaud

Un VI élevé d'une huile de base se traduit par une faible variation de viscosité avec la température.

- Le point d'écoulement : Capacité de l'huile à rester liquide à basse température égale à - 9 °C pour la plupart des bases pour moteur.
- La résistance à l'oxydation et stabilité : Dégradation des caractéristiques des huiles sous l'influence de l'oxygène et de la température.

1.4. Tendances des huiles de base

Selon que le pétrole brut appartient aux familles paraffiniques ou naphthéniques, les huiles de base sont dites à tendance paraffinique, à tendance naphthénique ou à tendance aromatique.

- **Les paraffines** : Sont des hydrocarbures saturés linéaires (n-paraffines) ou ramifiés (iso paraffines) caractérisés par une assez bonne stabilité à l'oxydation, un indice de viscosité élevé de l'ordre de 100, un pouvoir solvant limité et un point de congélation élevé.
- **Les naphthènes** : Sont des hydrocarbures saturés cycliques. Ils sont moins stables à l'oxydation que les paraffines, possèdent des indices de viscosité faibles mais ont un bon pouvoir solvant et possèdent de meilleures caractéristiques d'écoulement aux basses températures.
- **Les aromatiques** : Sont des hydrocarbures insaturés cycliques. Ils sont très denses et peu stables à l'oxydation. Leur indice de viscosité sont très bas. Compte tenu de leurs mauvaises caractéristiques, ils nécessitent un traitement très poussé au niveau des unités de raffinage.

1.5. Fabrication des huiles de base

Les installations de fabrication des huiles de bases regroupent un ensemble de cinq unités distinctes, complémentaires et disposées en chaîne, ayant chacune un procédé de traitement spécifique :

- Unité 21/100 : Distillation sous vide ;
- Unité 22/200 : Désalphaltage au propane ;

- Unité 23 /300 : Extraction au furfural ;
- Unité 24 /400 : Déparaffinage au MEC/Toluène ;
- Unité 25 /500 : Hydro-finishing.

La figure 2 ci-après décrit la chaîne classique du raffinage des huiles de base et explique l'objectif recherché à travers le procédé de chaque unité.

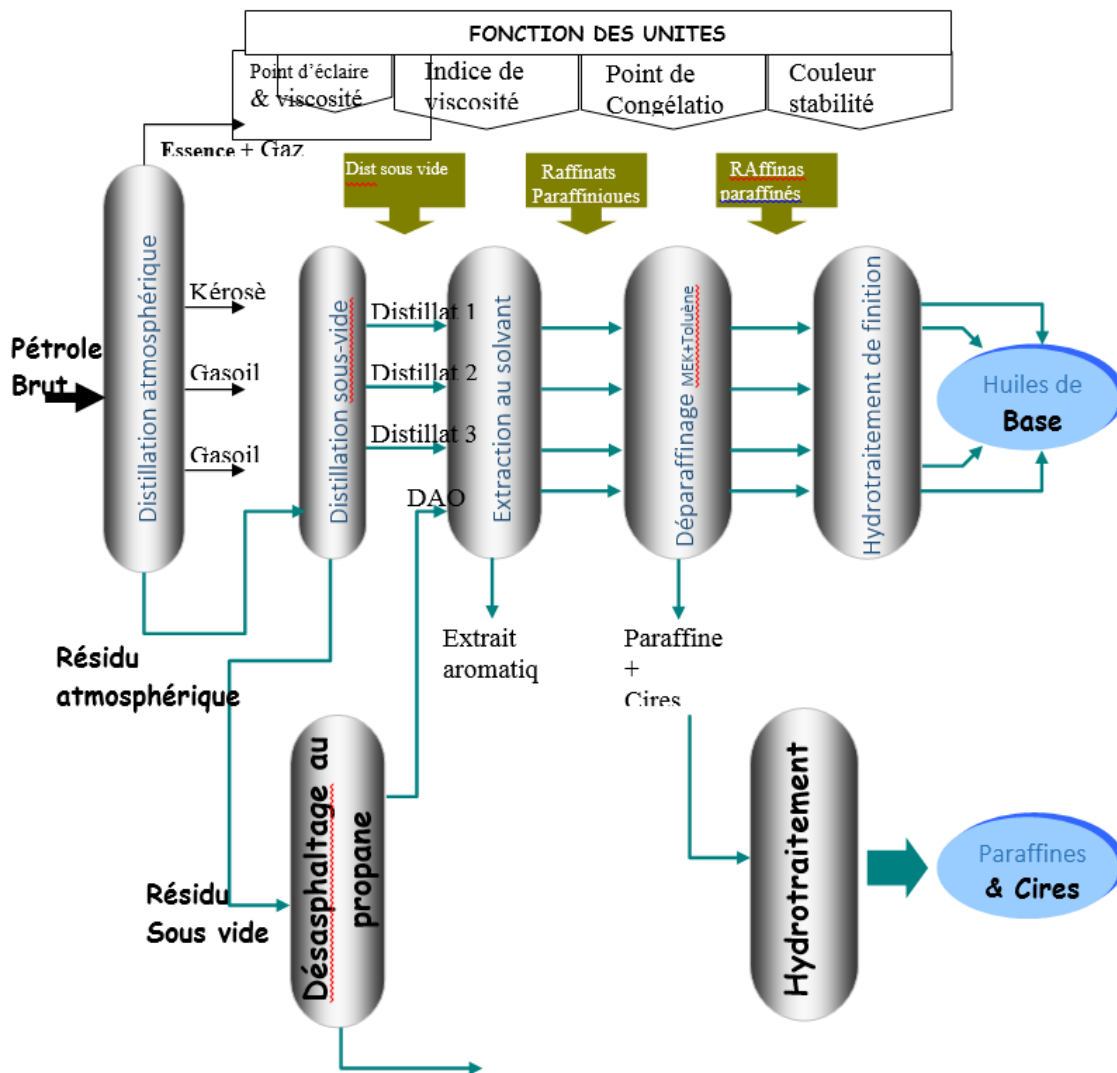


Figure 2. Chaîne de fabrication des huiles de base paraffinées

1.5.1. Unité 21: la distillation sous-vide du résidu atmosphérique

L'installation de distillation sous vide (DSV) a pour but de séparer le résidu atmosphérique en plusieurs coupes pétrolières. Le découpage réalisé dépend de la composition du résidu atmosphérique et des utilisations ultérieures des différentes coupes obtenues.

L'opération sous vide permet d'abaisser les températures de distillation et d'éviter ainsi la dégradation thermique des hydrocarbures à haute température d'ébullition. Elle permet de ne pas dépasser 400-430 °C qui est dans ce type d'unité, l'ordre de grandeur de la température limite de stabilité des hydrocarbures.

Le vide est assuré par un dispositif d'aspiration des gaz résiduels en tête de colonne, le gasoil et les distillats sous vide « spindle ou huile légère (SPO), huile mi-visqueuse (MVO) et huile visqueuse (VO) », sont soutirés latéralement et le résidu sous vide est obtenu en fond de colonne. Le contrôle de la qualité des produits soutirés fait appel aux essais normalisés suivants :

- Gasoil sous vide - point de trouble
- Résidu sous vide - Viscosité, pénétrabilité

Le schéma présenté par la figure 3 ci-après, montre les équipements principaux constituant l'opération de distillation sous vide.

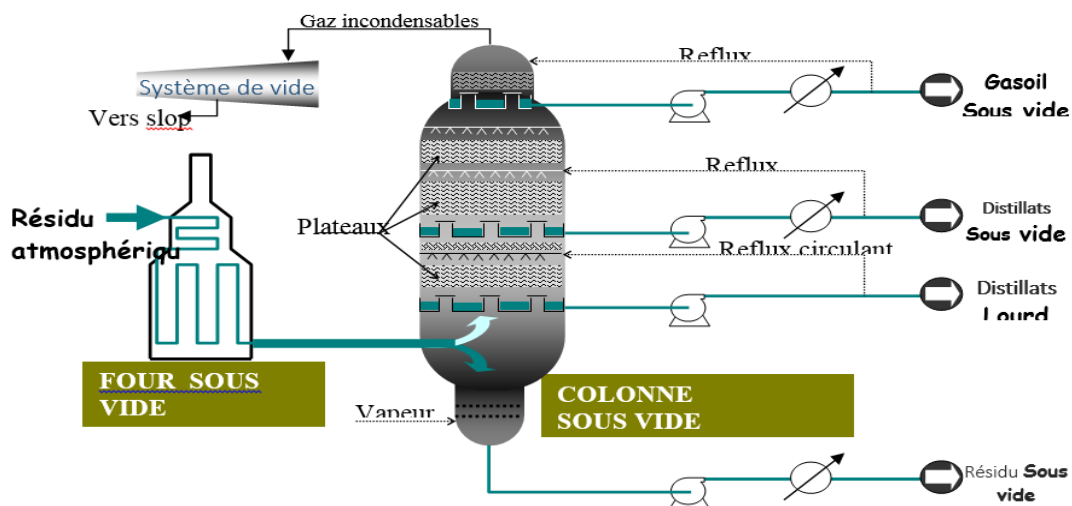


Figure 3. Schéma simplifié de la distillation sous vide

Le four sous vide 21F1 chauffe le résidu atmosphérique jusqu'à la température 288⁰C, avant d'entré dans la colonne sous vide. Ce four fait l'objet de notre étude, il sera détaillai dans les chapitres suivants.

1.5.2. Unité 22 : le Desasphaltage au propane

Le but de ce procédé est d'obtenir une huile lourde appelée distillat « bright stock » à partir du résidu sous vide, où sont éliminés les produits asphaltiques et résineux qui nuisent à la stabilité thermique de l'huile et donne une mauvaise couleur.

Le desasphaltage est un procédé d'extraction réalisé par raffinage au solvant. Le desasphaltage au propane est parmi les procédés les plus utilisés.

Dans une colonne à disques rotatifs, cette opération est conduite à contre courant d'un flux de résidu sous vide et flux de propane.

La phase huileuse appelée souvent « DAO », soluble dans le propane est séparée d'un mélange résines-asphalté qui décante au fond de la colonne.

Le schéma présenté par la figure 4 ci-après, montre les équipements principaux constituant l'opération de desasphaltage au propane.

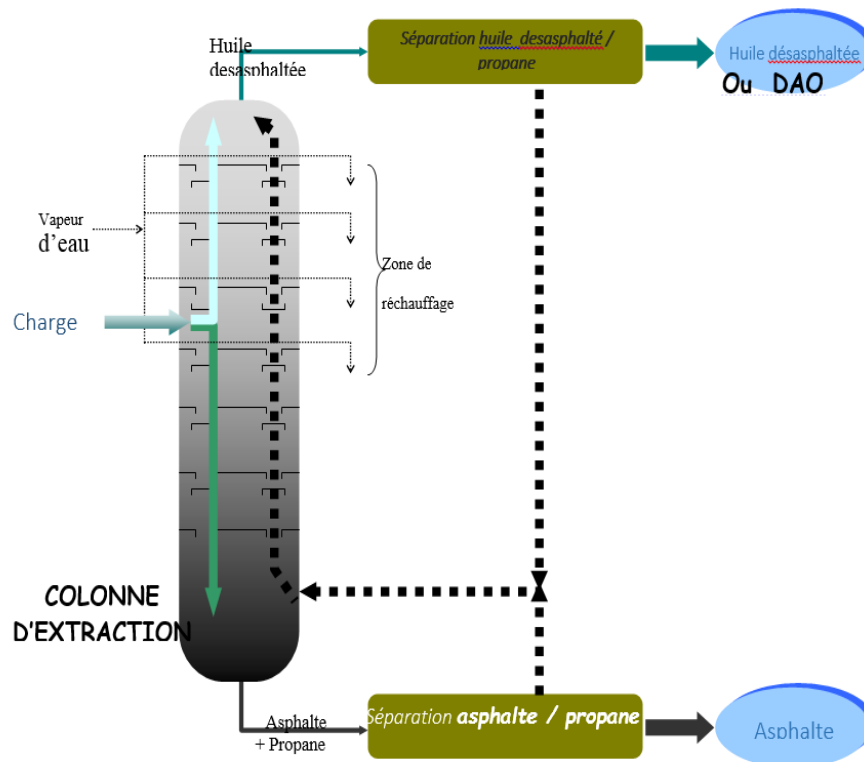


Figure 4.Schéma simplifié du desasphaltage au propane

1.5.3. Unité 23 : l'extraction au solvant sélectif

Le but de cette opération est l'amélioration de l'indice de viscosité des huiles de bases, en se débarrassant des composés instables à l'oxygène.

Le principe utilisé est l'élimination des constituants aromatiques des distillats est réalisé par l'emploi d'un solvant sélectif tel que le furfural qui possède une solubilité préférentielle.

Le traitement avec le furfural est très actif, d'abord envers les hydrocarbures aromatiques puis envers les hydrocarbures naphthéniques.

Deux phases sont récupérées dans une colonne à disques rotatifs (RDC) dont la première est le raffinat riche en composants paraffiniques et le deuxième un extrait riche en aromatiques.

1.5.4. Unité 24 : le déparaffinage au Methylethylcétone / Toluène

Le rôle du déparaffinage est de produire des huiles lubrifiantes à bas point d'écoulement et des paraffines dures à basses teneurs en huile.

C'est une opération réalisée grâce à un mélange de solvants qui a pour but de solubiliser l'huile de base en facilitant la cristallisation à froid des paraffines. Ces hydrocarbures se cristallisent à la température ambiante et empêchent donc l'huile de circuler librement et de lubrifier parfaitement les mécanismes.

Les cristaux de paraffines sont retenus dans un filtre rotatif où il en résulte une huile pauvre en paraffine à bas point d'écoulement recherché, et une paraffine riche en huile qui une fois déshuilée sera un sous produit.

Le schéma présenté par la figure 5 ci-après, explique et montre les équipements principaux constituant l'opération de desasphaltage au propane.

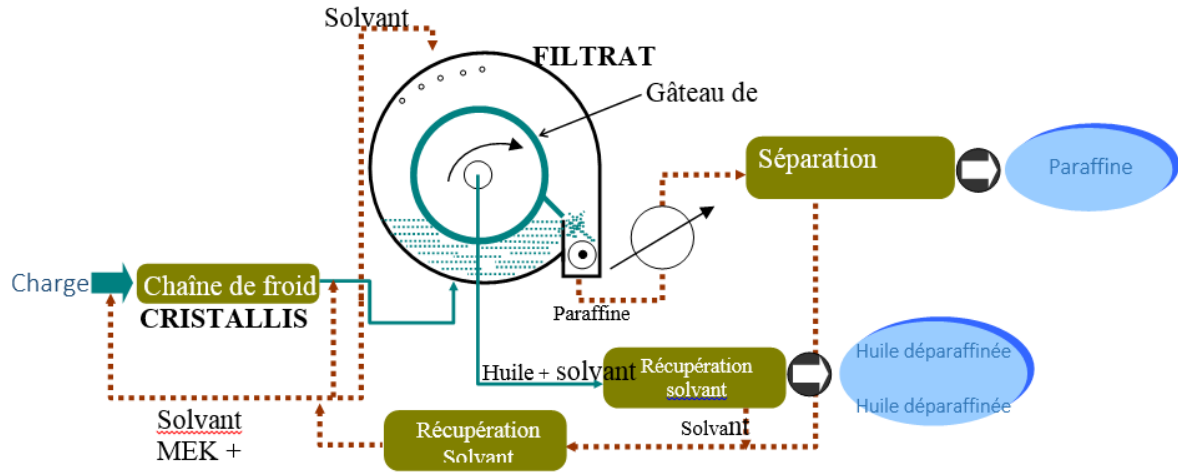


Figure 5. Schéma simplifié du déparaffinage

1.5.5. Unité 25 : l'hydrotraitement de finition (hydro-finishing)

La section d'hydrofinissage est une unité de faible sévérité. Elle a pour rôle d'éliminer les insaturés, le soufre et l'azote dans le but d'améliorer les propriétés suivantes :

- Stabilité de la couleur.
- Stabilité à l'oxydation.
- Minimiser le teneur en impuretés.

Le traitement consiste essentiellement à faire passer l'huile et de l'hydrogène à travers un lit catalytique sous des conditions modérées de température et de pression.

Le procédé utilise un catalyseur dans lequel est associée une base métallique où la réaction de décoloration et d'amélioration de la résistance à l'oxydation prend place.

Le schéma présenté par la figure 6 ci-après, explique et montre les équipements principaux constituant l'opération d'hydrofinissage.

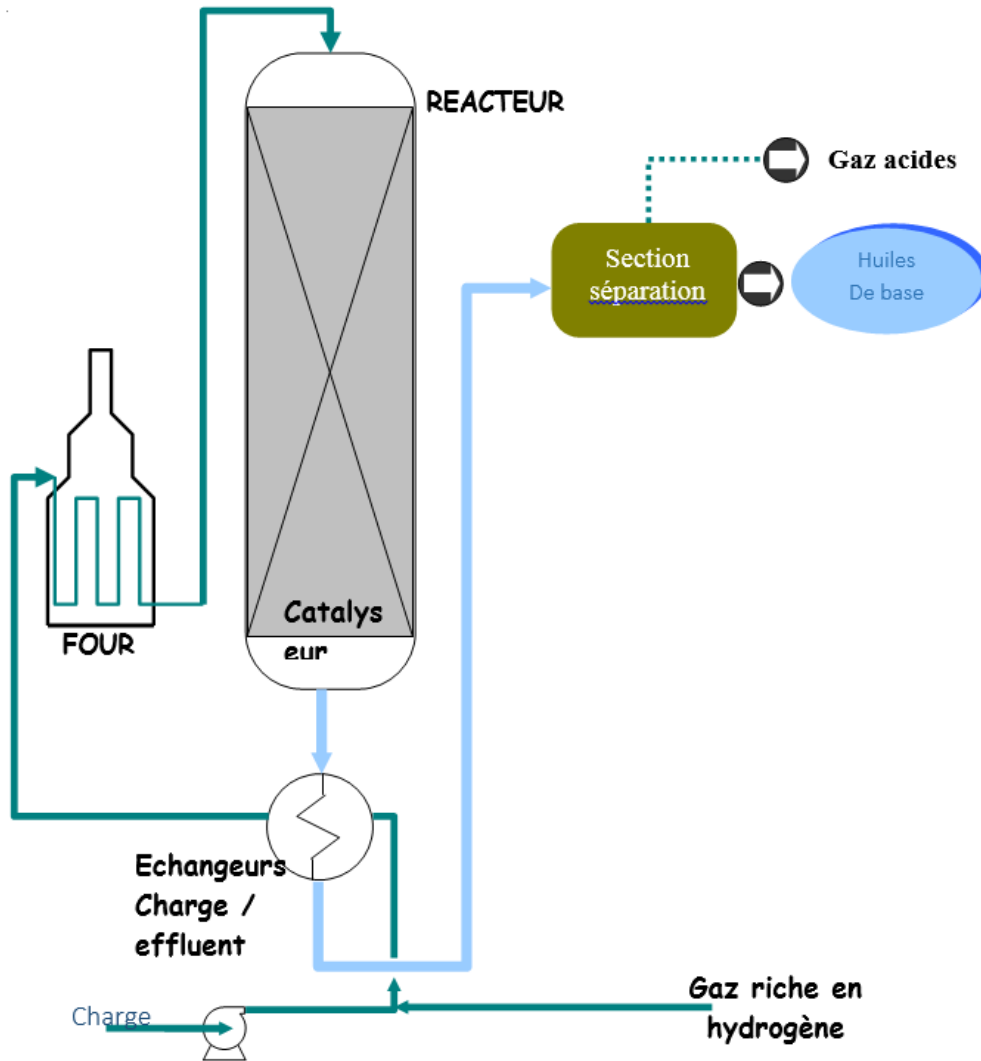


Figure 6. Schéma simplifié de l'hydrofinishing

Chapitre III :
Description de four

Chapitre 3 : Description de four

3.1. Introduction

Dans la plupart des usines de raffinage ou de pétrochimie, l'apport de chaleur nécessaire aux procédés mis en œuvre se fait par l'intermédiaire d'un four, dans lequel les calories produites par la combustion sont transmises par les mécanismes : de la radiation, conduction et de la convection au fluide à réchauffer qui circule dans un serpentin tubulaire ou un faisceau de tubes, les usages de ces fours sont multiples mais chaque cas nécessite une étude particulière dans le but de concevoir le four le plus économique et le mieux adapté aux conditions imposées.[3]

L'objectif principal de ce chapitre est consacré à la description des fours (le rôle et les types des fours). Ensuite, on présente les trois modes de transmission de la chaleur dans un four industriel.

3.2. Définition des fours

Un four est un équipement où le fluide est chauffé par les gaz issus de la combustion.

3.2.1. Rôle des fours

L'apport de l'énergie thermique requise par le procédé de raffinage ou de pétrochimie se fait par l'intermédiaire de fours à chauffage direct dans lesquels l'énergie produite par la combustion est transmise directement au fluide à réchauffer qui circule dans un serpentin tubulaire ou un faisceau de tubes. Cela justifie l'appellation four tubulaire généralement donnée à ce type d'appareil.

3.3. Principaux types des fours

3.3.1. Classement par l'apport de chaleur

Selon l'effet de l'apport de chaleur au fluide de procédé, on peut distinguer :

- **Les fours de réchauffage de fluide sans changement d'état physique** dans lesquels la charge liquide ou vapeur ne reçoit que de la chaleur sensible. C'est le cas par exemple des fours des unités de reformage catalytique ou d'hydrotraitement de coupe de tête de distillation du pétrole brut.
- **Les fours de réchauffage de liquide avec vaporisation partielle** que l'on rencontre en particulier dans les unités de distillation atmosphérique ou sous- vide de pétrole brut, four de rebouillage. Dans ces fours, la charge reçoit de la chaleur latente pour atteindre le degré de vaporisation requis.
- **Les fours de réchauffage de fluide avec réaction chimique** le faisceau tubulaire du four peut être assimilé à un véritable réacteur chimique. On rencontre ce type de four dans les unités de craquage thermique.

3.3.2. Classement par l'apport de géométrie

Il existe une grande variété de fours tubulaires qui diffèrent notamment par leur géométrie, on peut distinguer :

3.3.2.1. Fours cylindriques verticaux

Les brûleurs situés sur la sole du four réalisent le mélange air-combustible et la combustion.

Les flammes se développent dans la zone de radiation dans laquelle les tubes sont chauffés par rayonnement. Au sommet de la zone de radiation, les températures de gaz de combustion sont de l'ordre de 700 à 800 °C et de ce fait le rayonnement est plus faible.

La récupération de chaleur sur les fumées est poursuivie dans la zone de convection fonctionnant comme un échangeur tubulaire. Les fumées refroidies sont rejetées à l'atmosphère par l'intermédiaire de la cheminée.

La figure 7 présente une vue écorchée d'un four cylindrique vertical.

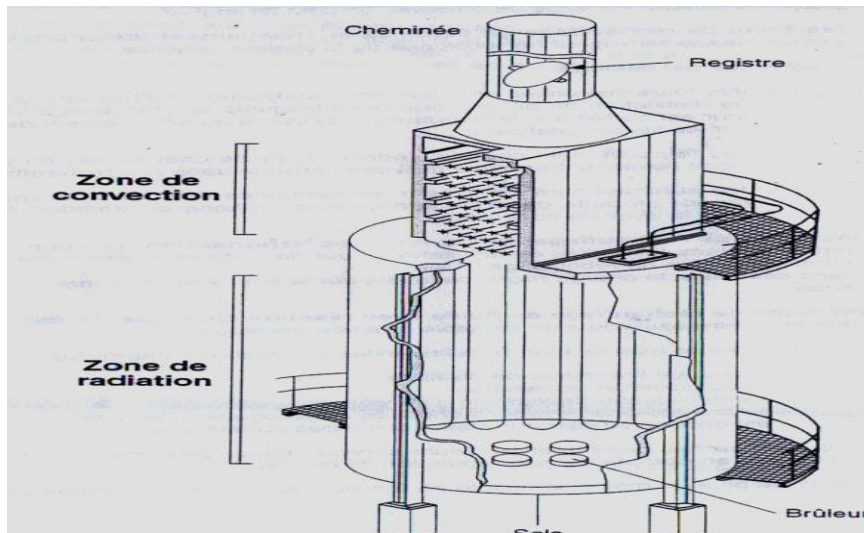


Figure 7. Four cylindrique vertical

3.3.2.2. Fours cabines à brûleurs sur la sole

Il se distingue essentiellement du four cylindrique par l'existence d'un plan de symétrie ce qui conduit à disposer un grand nombre de brûleurs sur la sole pour réaliser un véritable rideau de flammes dans le plan médian de la zone de radiation. La figure 8 présente un exemple de four cabine à brûleurs sur la sole.

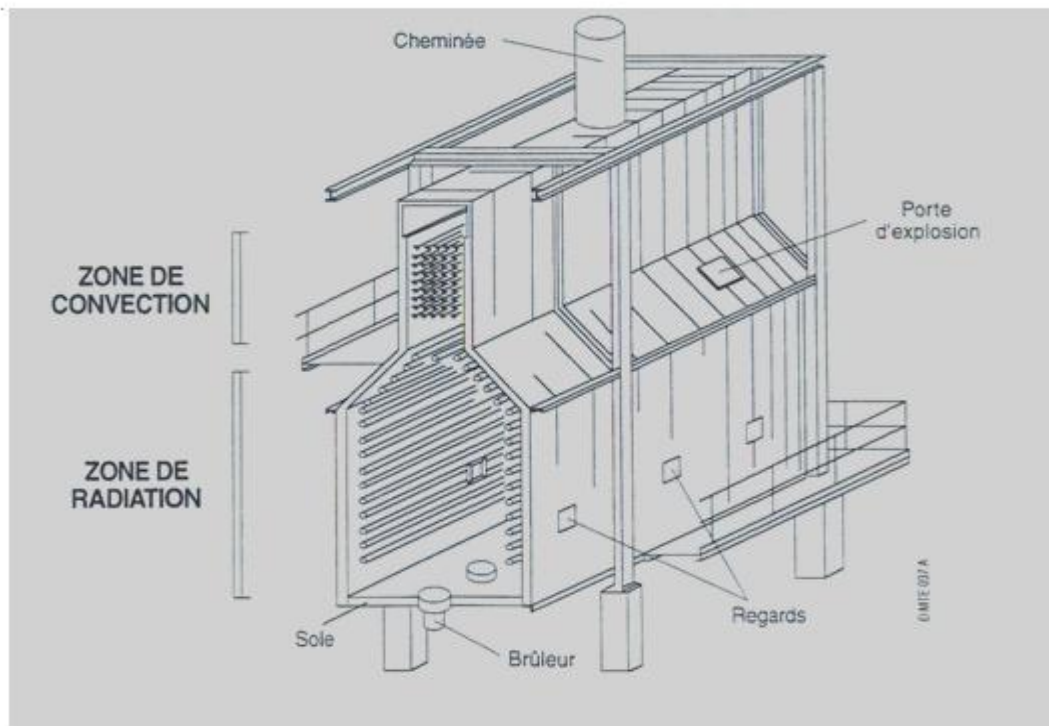


Figure 8. Four cabine à brûleurs sur la sole

3.3.2.3. Fours cabines à brûleurs sur les parois

Certains procédés comme le vapocraquage exigent un apport de chaleur intense au faisceau tubulaire et à un niveau de température élevé. Pour atteindre cet objectif, il est nécessaire de répartir l'apport de chaleur sur toute la surface de la paroi. Le faisceau tubulaire est alors situé dans le plan médian du four.

La zone de convection est utilisée pour préchauffer la charge et la vapeur de dilution et éventuellement pour surchauffer la vapeur produite dans les chaudières de tempe.

La figure 9 ci- dessous présente le four cabine à brûleurs sur les parois.

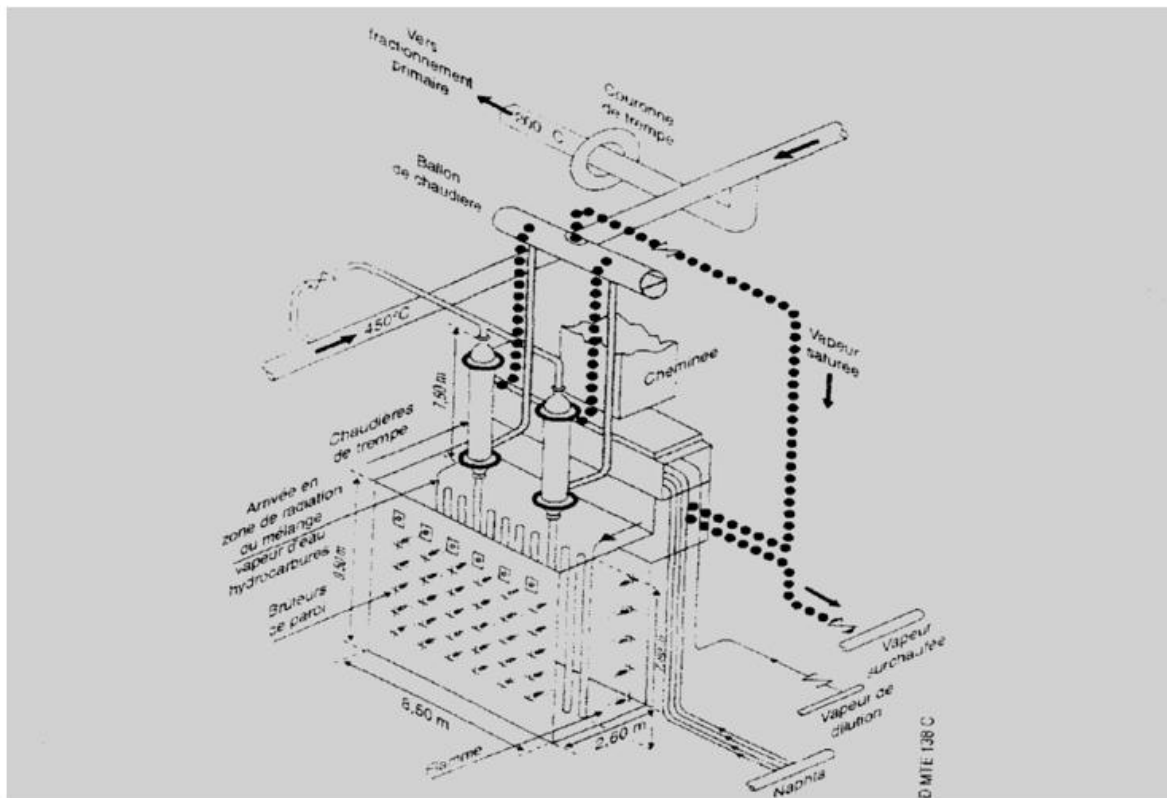


Figure 9. Four cabine à brûleurs sur les parois

3.4. Généralités sur les modes de la transmission de chaleur

On distingue conventionnellement trois modes de transmission de la chaleur : la conduction, la convection et le rayonnement. [4]

3.4.1. La conduction

Ce mode de transmission de chaleur s'applique plus particulièrement aux solides, mais concerne aussi les fluides au repos.

Il correspond à une propagation de la chaleur de proche en proche au sein de la matière, le passage de la chaleur se faisant par contact entre particules (atomes ou molécules) voisines. La matière se comporte véritablement comme un conducteur de la chaleur.

3.4.2. La convection

La transmission de chaleur par convection met en jeu le mouvement des fluides (gaz ou liquides).

Ce mouvement permet l'échange de chaleur entre le fluide et une paroi et facilite la diffusion de la chaleur au sein de l'ensemble du fluide grâce à l'agitation produite.

Dans la transmission de chaleur par convection, le fluide se comporte comme un véhicule de la chaleur.

La convection est dite naturelle ou libre lorsque le mouvement du fluide est créé par les différences de masse volumique existant au sein du fluide du fait des différences de températures. Lorsque le mouvement est communiqué par une machine agitateur, pompe, compresseur ou ventilateur, la convection est dite forcée.

3.4.3. Le rayonnement

La transmission de chaleur par rayonnement correspond au transport d'énergie thermique sous forme d'ondes électromagnétiques analogues à celle de la lumière.

En effet, tout corps même placé dans le vide, émet de l'énergie thermique sous forme d'un rayonnement qui est véhiculé sans support matériel. Cette émission est d'autant plus importante que la température du corps émetteur est élevée. Elle n'est cependant notable qu'à partir de 700 à 800°C. Dans le cas du soleil, dont la température superficielle est de l'ordre de 6000°C, l'émission thermique est particulièrement importante.

Parallèlement, tout autre corps placé sur le trajet de ce rayonnement en absorbe une partie et de ce fait est un récepteur de chaleur.

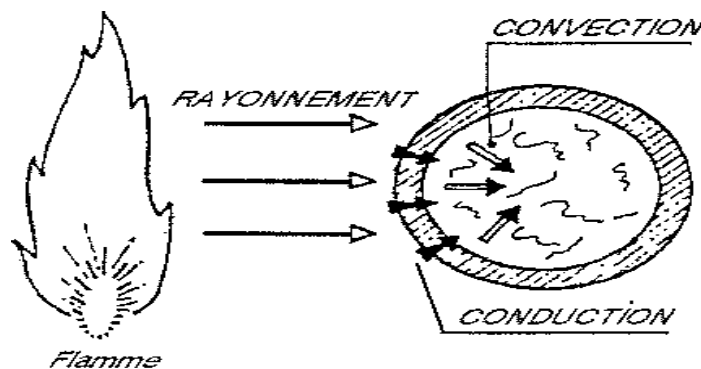
Dans la pratique des procédés industriels, la mise en œuvre des échanges des chaleurs fait appel simultanément aux différents modes de transmission de la chaleur. C'est en

particulier le cas pour les fours tubulaires comme le montrent les exemples présentés ci-dessous.

Dans le cas d'un tube situé en zone de la radiation d'un four, les 3 modes de transmission sont conjugués :

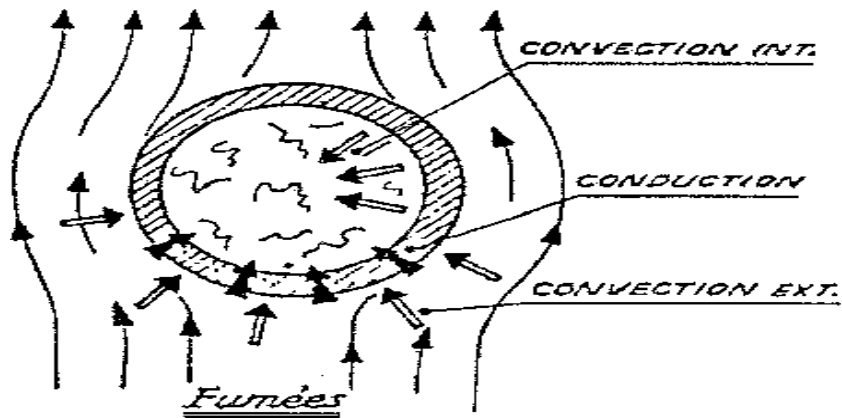
Les gaz de combustion transmettent de la chaleur à la paroi extérieure du tube par rayonnement et par convection.

La chaleur est ensuite transmise à travers du tube par conduction, et par convection de la paroi interne du tube au fluide.



Pour un tube situé en zone de convection et qui ne voit pas la flamme, on rencontre les modes de transmission suivants :

- Transmission de la chaleur des fumées (à haute température) à la paroi extérieure du tube par convection et par rayonnement.
- Par conduction à travers l'épaisseur du tube.
- Par convection nouvelle de la paroi interne du tube vers le fluide.



Dans les échangeurs de chaleur par surface, conçus pour permettre un échange entre 2 fluides séparés par une paroi, le processus de transmission fait appel simultanément à la convection et la conduction.

Chapitre IV :

***Calcul du rendement de four F1 de
l'unité 21 de la raffinerie d'Arzew RA1Z***

Chapitre 4 : Calcul du rendement de four F1 de l'unité 21

4.1. Introduction

Les fours industriels sont spécifiés par un paramètre très important nommé le rendement. Ce dernier détermine leurs efficacités.

Dans ce chapitre, on présente d'une façon détaillé une méthode de calcul de rendement de four 21F1 dans les deux cas réel et cas design et des discussions des résultats obtenus.

4.2. Rendement de four

Le rendement d'un four est défini comme étant le rapport du débit de chaleur absorbée ($Q_{\text{absorbée}}$) par le fluide procédé au débit de chaleur fourni ($Q_{\text{entrée}}$) au four par la combustion.

$$\eta = \frac{\text{Quantité de chaleur absorbé par le fluide}}{\text{Quantité de chaleur fourni par la combustion}} * 100 \quad (1)$$

A partir de la figure 10 le bilan thermique du four s'exprime par l'équation (2):

$$Q_{\text{entrée}} = Q_{\text{absorbée}} + Q_1 + Q_2 \quad (2)$$

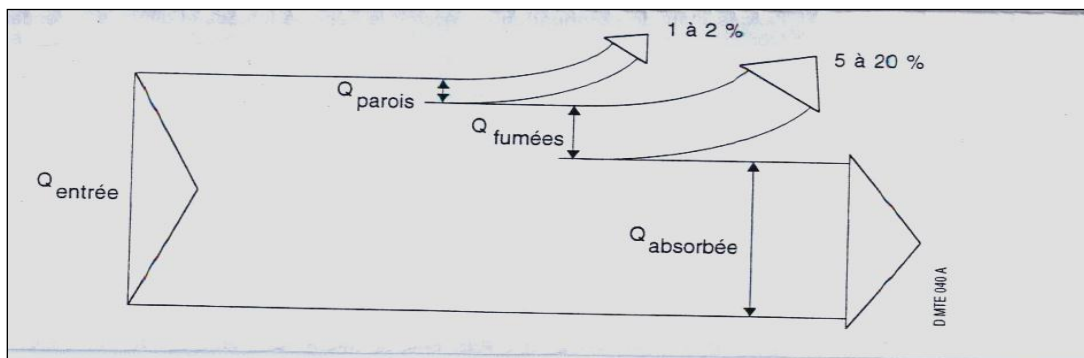


Figure 10. Représentation graphique du bilan thermique de four

Avec :

- **Q₁**: Les pertes par les parois du four sont dues aux imperfections de l'isolation thermique par les matériaux réfractaires. Dans le cas des fours récents de grande puissance thermique elles représentent 1 à 2 % de chaleur libérée aux brûleurs. Elles peuvent être beaucoup plus importantes dans le cas de fours anciens dont le réfractaire est défectueux. [5]
- **Q₂**: Les pertes par les fumées qui évacuent à l'atmosphère un débit de chaleur relativement important représentant en général entre 5 et 20 % de celui qui est libéré aux brûleurs.

En utilisant le bilan thermique, le débit de chaleur absorbée peut encore s'exprimer :

$$Q_{\text{absorbée}} = Q_{\text{entrée}} - (+ Q_{\text{paroi}} + Q_{\text{fumées}}) \quad (3)$$

La formule de calcul de rendement est exprimée comme suit :

$$\eta = \left[\frac{Q_T - (Q_1 + Q_2)}{Q_T} \right] * 100 \quad (4)$$

Avec :

Q₁ : pertes de chaleur à travers le garnissage réfractaire (kcal/ kg)

Q₂ : pertes de chaleur des fumées (kcal/ kg)

Q_T : La quantité de chaleur totale libérée

Le calcul du rendement nécessite plusieurs calculs intermédiaires tels que le calcul de Q₁, Q₂, Q_T.

- **Calcul des pertes de chaleur à travers le garnissage réfractaire Q₁**

$$Q_1 = \alpha * \frac{PCI}{\rho_{\text{com}}} \quad (6)$$

Avec :

Calcul du pouvoir calorifique inférieur (PCI) du gaz combustible (fuel gaz)

$$PCI = \left[\frac{\sum (PCI_i * Y_i)}{100} \right] \quad (5)$$

PCI_i : Pouvoir calorifique inférieur des différents constituants du gaz combustible.

Y_i : Pourcentage molaire des différents constituants du gaz combustible.

Et :

$$\alpha = (0.01 + 0.03) \quad (7)$$

0.01 Et 0.03 sont des constantes caractérisant le garnissage réfractaire.

La masse volumique du combustible $\rho_{fuel\ gaz}$ est calculée comme suit :

$$\rho_{fuel\ gaz} = \left(\frac{\sum(M_i * Y_i)}{100 * 22.4} \right) \quad (8)$$

Avec :

M_i : Masse molaire des différents constituants du gaz combustible (kg/ kmoles)

Y_i : Pourcentage molaire des différents constituants du gaz combustible.

- **Calcul des pertes de chaleur par les fumées Q_2**

$$Q_2 = G_{fumées} * Cp_{fumée} T_{fumée} \quad (9)$$

Avec :

$G_{fumées}$: Quantité des fumées soit :

$$\text{Pour } 1 \text{ Kg de gaz brulé } G_{fumées} = \left(\frac{N_f}{100} \right) \left(\frac{\rho_{fumée}}{\rho_{fuel\ gaz}} \right) \text{ en } \left(\frac{kg}{kg_{fuel\ gaz}} \right) \quad (10)$$

$$\text{Ou bien } 1 \text{ Nm}^3 \text{ de gaz brulé } g_{fumées} = \frac{\text{volume des fumées}}{100} \text{ en } \left(\frac{\text{Nm}^3}{\text{Nm}^3_{fuel\ gaz}} \right) \quad (11)$$

N_f : C'est le nombre de kmole total dans les fumées.

- **Calcul la quantité de chaleur total libérée Q_T**

$$Q_T = \sum(Q_L + Q_{S,AIR} + Q_{S,fg}) \quad (12)$$

Avec :

Q_L : La quantité de chaleur libérée par le fuel gaz ou bien **PCI** (Pouvoir calorifique inférieur du gaz combustible)

$Q_{S,AIR}$: La chaleur sensible de l'air à l'entrée du four.

$Q_{S,fumée}$: La chaleur sensible du fuel gaz à l'entrée du four.

Pour bien décrire la méthode de calcul de four, la figure (11) illustre le diagramme récapitulatif regroupant les principales lois nécessaires de leur réalisation.

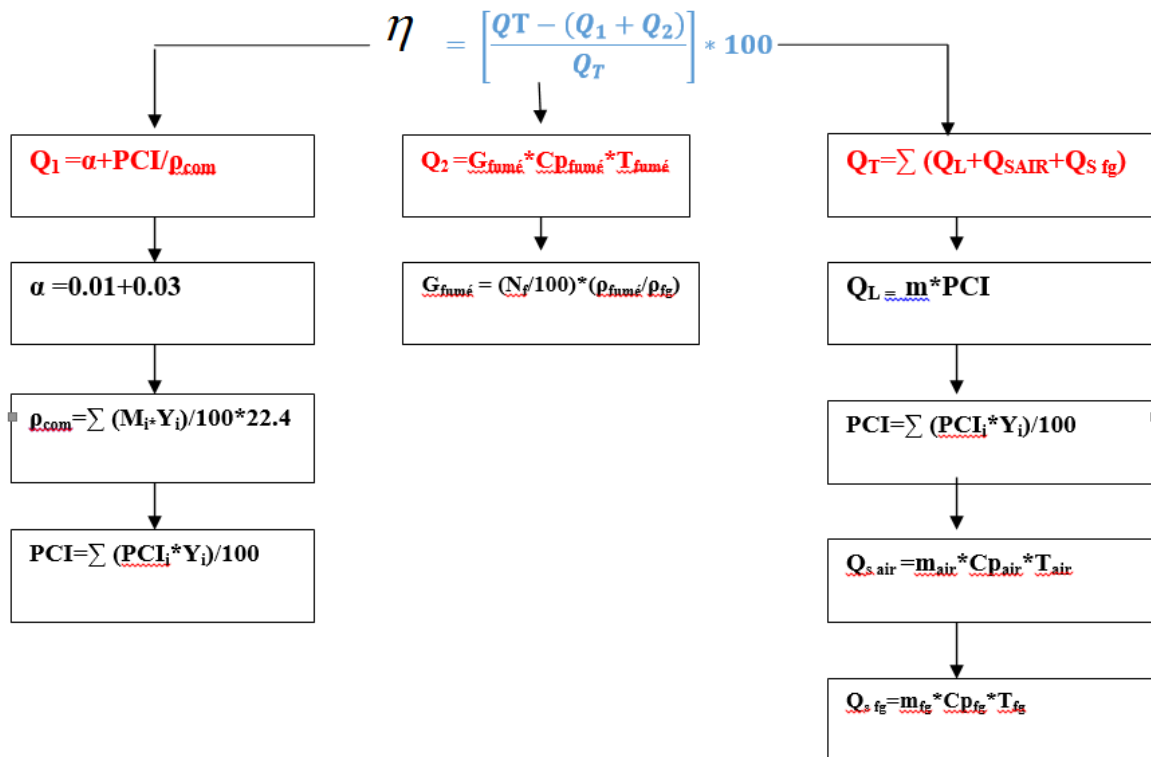


Figure 11. Diagramme récapitulatif représentant le calcul de rendement de four

4.3. Etude du cas réel de four 21F1

Le calcul du rendement de four 21F1 dans le cas réel nécessite de connaître la composition du combustible (fuel gaz) de l'unité 35 (voire Figure 12) :

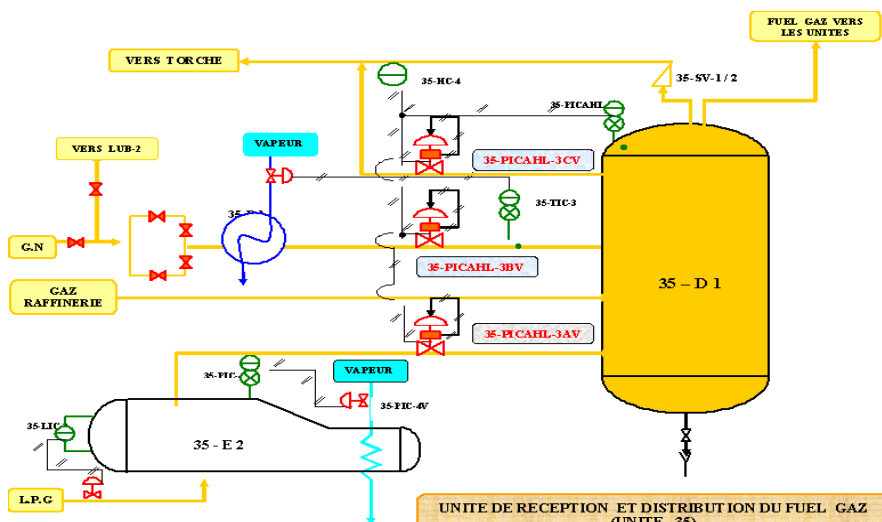


Figure 12. Réception et distribution du fuel gaz

L'analyse chromatographique du fuel gaz au mois d'avril 2022 a donné la composition suivante :

Tableau 1. Composition du fuel gaz [7]

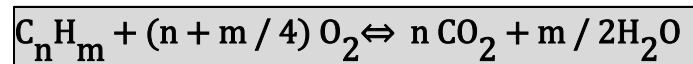
Constituent	Pourcentage molaire
H₂	14.52
CH₄	65.74
C₂H₆	11.10
C₃H₈	5.13
i-C₄H₁₀	2.02
n-C₄H₁₀	1.18
i-C₅H₁₂	0.17
n-C₅H₁₂	0.09
C₆H₁₄ et plus	0.05
TOTAL	100.00

4.4. Etude de la combustion

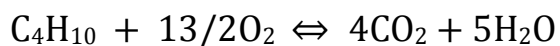
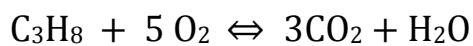
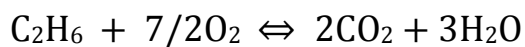
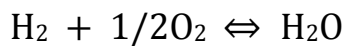
Dans nos calculs, nous avons considéré que la combustion était complète. Pour l'assurer les brûleurs provoquent un mélange intime de l'air et du combustible.

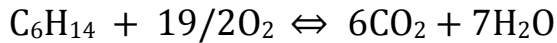
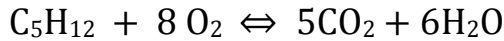
4.4.1. Réactions de combustion

Le calcul est basé sur les équations stœchiométriques de la combustion des hydrocarbures ayant la formule chimique générale suivante :



Les réactions qui peuvent avoir lieu sont :





Ces réactions permettent de déterminer la quantité d'oxygène, et donc d'air nécessaire à la combustion ainsi que la quantité des fumées formées lors de la combustion. [5]

4.5. Calcul le rendement de four 21F1 de la chaîne de fabrication des huiles de bases

Pour mieux expliquer la méthode de calcul, nous allons réaliser un exemple d'application de calcul donnant le rendement de four 21F1 de la zone 7 utilisant plusieurs calculs intermédiaires :

La formule de calcul de rendement est exprimée comme suit :

$$\eta = \left[\frac{Q_T - (Q_1 + Q_2)}{Q_T} \right] * 100 \quad (4)$$

4.5.1. Calcul du pouvoir calorifique inférieur (PCI) du gaz combustible (fuel gaz) :

Comme les fumées sortent à une température supérieure au point de condensation de la vapeur d'eau, on considère pour les calculs, en particulier pour le rendement du four, uniquement le pouvoir calorifique inférieur (PCI).

$$PCI = \left[\frac{\sum(\text{PCI}_i * Y_i)}{100} \right] \quad (5)$$

Où :

PCI_i : Pouvoir calorifique inférieur des différents constituants du gaz combustible.

Y_i : Pourcentage molaire des différents constituants du gaz combustible.

Le tableau 2 résume les résultats de calcul du pouvoir calorifique inférieur du fuel gaz.

Tableau 2 .Calcul du pouvoir calorifique inférieur du fuel gaz

Constituent	Y_i(%)	PCI_i (kcal/ Nm³)	PCI_i * Y_i / 100(kcal/ Nm³)
H ₂	14.52	2580	374.616
CH ₄	65.74	8550	5620.77
C ₂ H ₆	11.10	15220	1689.42
C ₃ H ₈	5.13	21800	1118.34
i-C ₄ H ₁₀	2.02	28340	572.468
n-C ₄ H ₁₀	1.18	28340	334.412
i-C ₅ H ₁₂	0.17	34890	59.313
n-C ₅ H ₁₂	0.09	34890	31.401
C ₆ H ₁₄ et +	0.05	41090	20.545
Total	100	/	9821.285

Donc le pouvoir calorifique inférieur total du fuel gaz est égal à $9821.285 \frac{kcal}{Nm^3}$.

4.5.2. Calcul des pertes de chaleur à travers le garnissage réfractaire

$$Q_1$$

La déperdition de chaleur (Q₁) est déterminée comme suit :

$$Q_1 = \alpha * \frac{PCI}{\rho_{com}} \quad (6)$$

$$\text{Avec : } \alpha = (0.01 + 0.03) \quad (7)$$

0.01 Et 0.03 sont des constantes caractérisant le garnissage réfractaire.

La masse volumique du combustible ρ_{com} est calculée comme suit :

$$\rho_{fuel\ gaz} = \left(\frac{\sum(M_i * Y_i)}{100 * 22.4} \right) \quad (8)$$

Avec :

M_i : Masse molaire des différents constituants du gaz combustible (kg/ kmoles)

Y_i : Pourcentage molaire des différents constituants du gaz combustible.

Le tableau 3 résume les résultats de calcul de la masse volumique du fuel gaz.

REMARQUE

Une mole occupe 22.4 L dans les conditions normales de pression et température .

Tableau 3 .Calcul de la masse volumique du fuel gaz

Constituants	Y_i (%)	M_i (kg/ kmoles)	M_i * Y_i (kg/ kmoles)
H₂	14.52	2	29.04
CH₄	65.74	16	1051.84
C₂H₆	11.10	30	333
C₃H₈	5.13	44	225.72
i-C₄H₁₀	2.02	58	117.16
n-C₄H₁₀	1.18	58	68.44
i-C₅H₁₂	0.17	72	12.24
n-C₅H₁₂	0.09	72	6.48
C₆H₁₄ et plus	0.05	86	4.3
Total	100		1848.22

$$\rho_{fuel\ gaz} = \left(\frac{\sum(M_i * Y_i)}{100 * 22.4} \right) \quad (8)$$

$$= \frac{1848.22}{100 * 22.4} = 0.83 \text{ Kg/Nm}^3$$

$$\rho_{fuel\ gaz} = 0.83 \text{ Kg/Nm}^3 \quad \text{Donc} \quad Q_1 = \alpha * \frac{PCI}{\rho_{com}} \quad (6)$$

$$\text{Alors} \quad Q_1 = \frac{(0.03+0.01)*9821.285}{0.83} = 473.315 \text{ kcal/ kg}$$

$$\Rightarrow Q_1 = 473.315 \text{ kcal/ kg}$$

4.5.3. Calcul des pertes de chaleur par les fumées Q₂ :

$$Q_2 = G_{fumée} * C_{p_{fumée}} T_{fumée} \quad (9)$$

Avec :

G_f: débit des fumées pour 1m³ de gaz brûlé.

T_f : Température des fumées.

Le débit des fumées G_f est calculé comme suit :

$$G_f = \left(\frac{N_f}{100} \right) \left(\frac{\rho_{fumée}}{\rho_{fuelgaz}} \right) \quad (10)$$

$\rho_{Fuel\ gaz}$: Masse volumique du gaz combustible.

$\rho_{Fumée}$:Masse volumique des fumées.

N_f : C'est le nombre de kmole total dans les fumées.

4.5.4. Calcul le nombre de kmoles total dans les fumées (N_f)

Soit X la quantité d'oxygène dans les fumées en kmole.

Le tableau 4 représente les compositions des fumées.

On prend une base de calcul de 100 kmole de fuel gaz.

Tableau 4.Composition des fumées

Composant	% vol	Réaction chimique de combustion	O ₂ consommé	Produits de combustion	
				CO ₂	H ₂ O
H ₂	14.52	H ₂ + 1/2 O ₂ ⇒ H ₂ O	7.26	--	14.52
C1	65.74	CH ₄ + 2O ₂ ⇒ CO ₂ + 2H ₂ O	131.48	65.74	131.48
C2	11.10	C ₂ H ₆ + 7/2O ₂ ⇒ 2CO ₂ + 3H ₂ O	38.85	22.2	33.3
C3	5.13	C ₃ H ₈ + 5O ₂ ⇒ 3CO ₂ + 4H ₂ O	25.65	15.39	20.52
I+nc4	3.2	C ₄ H ₁₀ + 13/2O ₂ ⇒ 4CO ₂ + 5H ₂ O	20.8	12.8	16
I+nc5	0.26	C ₅ H ₁₂ + 8O ₂ ⇒ 5CO ₂ + 6H ₂ O	2.08	1.3	1.56
C6	0.05	C ₂ H ₆ + 19/2O ₂ ⇒ 6CO ₂ + 7H ₂ O	0.475	0.3	0.35
Total	100.0	H ₂ + 1/2 O ₂ ⇒ H ₂ O	226.595	117.73	217.73

Si on désigne par X la quantité d'oxygène dans les fumées (en Kmole)

La quantité totale de O₂ = O₂consommé + O₂ dans les fumées = 226.595 + X

Le comburant c'est l'air dont la composition la plus fréquemment admise dans les calculs :

Oxygène O₂ **21%**

Inertes N₂ **79%**

Donc le rapport (inertes/oxygène) dans l'atmosphère = $79/21 = 3.76$

Débit des inertes = 851.997 Kmoles

Donc le débit des inertes = $3.76 \cdot (226.595 + X) = 851.997 + 3.76 X$

La composition des fumées pour 100 kmoles de fuel gaz brûlé par une quantité d'oxygène X sera présentée dans le tableau 5 suivante:

Tableau 5. La composition des fumées pour 100 kmoles de fuel gaz brûlé pour une quantité d'oxygène X

Composition	Kmole
CO ₂	117.73
H ₂ O	217.73
O ₂	X
Inertes	$851.997 + 3.76X$
Total N _f	$1187.457 + 4.76X$

Le pourcentage d'oxygène dans les fumées est le rapport entre le nombre de kmoles d'oxygène dans les fumées (X) sur le nombre kmoles total N_f

$$\frac{\text{Kmoles.O}_2 \text{ dans les fumées}}{\text{Kmoles total}} = \text{O}_2\%$$

4.5.5. Rendement de four de l'unité de distillation sous vide 21F1

Le pourcentage d'oxygène des fumées du four 21F1 est de 9.40 % (donné par l'analyseur de fumées TESTO).

$$\% = \frac{X}{N_f} = \frac{X}{1187.457 + 4.76x} = 8.3\% \quad (13)$$

Avec : N_f: C'est le nombre de kmole total dans les fumées.

Donc **X = 165.907 Kmole**

La composition des fumées en % molaire sera présentée dans le tableau 6.

Tableau 6. La composition des fumées pour 100 kmoles de fuel gaz brûlé

Composant	Nombre de Kmole	%molaire
CO ₂	117.73	5.95

H ₂ O	271.73	11.01
O ₂	165.907	8.30
Inertes	1475.807	74.64
Total	1977.174	100

4.5.5.1. Calcul de la masse volumique des fumées

Calcul de la masse volumique des fumées s'effectue par la formule 14 :

$$M_{\text{fumées}} = [(y_{\text{co}_2} * M_{\text{co}_2}) + (y_{\text{o}_2} * M_{\text{o}_2}) + (y_{\text{N}_2} * M_{\text{N}_2}) + (y_{\text{H}_2\text{O}} * M_{\text{H}_2\text{O}})] / 100 \quad (14)$$

$$M_{\text{fumées}} = [(5.95 * 44) + (8.30 * 32) + (74.64 * 28) + (11.01 * 18)] / 100$$

$$M_{\text{fumées}} = 28.16 \frac{\text{Kg}}{\text{K mole}}$$

Alors

$$\rho_{\text{fumées}} = \frac{28.16}{22.4} = 1.26 \frac{\text{Kg}}{\text{Nm}^3}$$

$$\begin{aligned} \text{Débit des fumées pour } 1 \text{ m}^3 \text{ de gaz brûlé } g_f &= \frac{\text{volumedesfumées}}{100} \\ &= \frac{1977.174}{100} = 19.77 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$g_f = 19.77 \text{ m}^3$$

$$\text{on a :} \quad G_f = \left(\frac{N_f}{100} \right) \left(\frac{\rho_{\text{fumée}}}{\rho_{\text{fuelgaz}}} \right) \quad (10)$$

$$\text{Donc :} \quad G_f = \left(\frac{1977.17}{100} \right) * \left(\frac{1.26}{0.83} \right) = 30.01 \frac{\text{Kg}}{\text{Kg}_{\text{fuelgaz}}}$$

$$G_f = 30.01 \frac{\text{Kg}}{\text{Kg}_{\text{fuelgaz}}}$$

Donc le débit des fumées pour 1 Kg de gaz brûlé est égal à 30.01 Kg c-à-don à 30.01Kg de fumées pour 1 Kg de gaz brûlé dans le four 21F1.

4.5.5.2. Calcul de la quantité de chaleur dégagée par les fumées

Les chaleurs spécifiques des différents constituants sont tirées des abaques de l'annexe (2) à la température des fumées de 457°C. Et ils sont regroupés dans le tableau 7 suivant :

Tableau 7. Les chaleurs spécifiques des différents constituants

	CO ₂	N ₂	O ₂	H ₂ O
Cp (Kcal/Kg ⁰ C)	0.265	0.240	0.247	0.5

4.5.5.3. Calcul de la chaleur spécifique moyenne des fumées

Le tableau 7 ci- dessous présente calcul de la chaleur spécifique moyenne des fumées des différents constituants.

Tableau 8. Calcul de la chaleur spécifique moyenne des fumées des différents constituants

Composition	%Pds	Cp	Cp*%Pds/100
CO ₂	08.01	0.265	0.021
H ₂ O	06.85	0.5	0.034
O ₂	10.49	0.247	0.026
Inertes	74.45	0.24	0.179
Total	100	--	0.260

Donc le Cp_{moyen} est égal à $0.260 \frac{Kcal}{Kg^{\circ}C}$

$$Q_2 = G_{fumée} * Cp_{fumée} * T_f$$

$$= 30.01 * 0.260 * 457 = 3565.79 \text{ Kcal/ Kg}_{fg}$$

Donc $Q_2 = 3565.79 \frac{Kcal}{Kg_{fuelgaz}}$

4.5.5.4. Calcul de la quantité de la chaleur total Q_T :

Pour calculer Q_T on doit calculer Q_L, Q_{s air}, Q_{sfg} :

a. La quantité de chaleur libérée par le fuel gaz :

Pour 1 kg du fuel gaz la quantité de chaleur libérée par le fuel gaz est :

$$Q_L = m * PCI$$

$$= 1kg * \frac{9821.285 \text{ kcal/ N.m}^3}{0.83 \text{ kg/ N.m}^3} = 11832.87 \text{ kcal}$$

Donc la quantité de chaleur libérée par le fuel gaz égale **Q_L = 11832.87 Kcal.**

b. La chaleur sensible de l'air à l'entrée du four :

Température ambiante : 20°C

$$Q_{S.AIR} = m_{air} * C_{p_{air}} * T_{air}$$

$$= 32 * 0.242 * 20 = 154.88 \text{ Kcal}$$

Avec : $C_{p_{air}} = 0.242 \text{ Kcal/Kg } ^\circ\text{C}$

(La chaleur spécifique de l'air est tirée de l'abaque de la chaleur spécifique à la température de 20°C).

c. La chaleur sensible du fuel à l'entrée du four :

La température du fuel gaz est de 25°C donc :

$$Q_{s.fg} = m_{fg} * C_{p_{fg}} * T_{fg}$$

$$= 1 * 0.52 * 25 = 13 \text{ Kcal}$$

Avec $C_{p_{fg}} = 0.52 \text{ Kcal/Kg } ^\circ\text{C}$

(La chaleur spécifique de fuel gaz est tirée de l'abaque de la chaleur spécifique à la température de 25°C).

Donc la quantité de chaleur totale libérée sera :

$$Q_T = Q_L + Q_{S \text{ AIR}} + Q_{S \text{ fuel gaz}}$$

$$= 11832.87 + 154.88 + 13 = 12000.75 \text{ Kcal}$$

$$Q_T = 12000.75 \text{ Kcal}$$

Après détermination des différents des quantités de chaleur, on calcule le rendement pour la formule (4)

$$\text{On a: } \eta_{\text{reel}} = \left[\frac{Q_T - (Q_1 + Q_2)}{Q_T} \right] * 100 \quad (4)$$

$$\eta_{\text{Réal}} = \left[\frac{12000.75 - (473.315 + 3565.79)}{12000.75} \right] * 100$$

$$\eta_{\text{Réal}} = 66.34 \%$$

$$\eta_{\text{R\u00e9el}} = 66.34 \%$$

Pour avoir le rendement total, le rendement final on soustrait 2% de la perte de la paroi :

$$\text{RADIATION} = 02\%$$

$$\eta_{\text{R\u00e9el}} = 64.34 \%$$

Apr\u00e8s les calculs r\u00e9alis\u00e9s le rendement de four 21F1 cas r\u00e9el est de l'ordre de 64.34%.

4.6. Calcul cas design

Nous allons maintenant faire le calcul de rendement de four 21F1 dans le cas design pour pouvoir comparer avec le cas r\u00e9el et voir si les fours fonctionnent convenablement.

Dans le calcul design, nous avons pris :

- Des temp\u00e9ratures r\u00e9elles parce que nous n'avons pas pu les avoir en design.
- Des exc\u00e8s d'air design qui sont de 20 % pour tous les fours.
- Des d\u00e9bits de gaz design donn\u00e9s par les manuelles de la raffinerie.

Le tableau 9 repr\u00e9sente la composition design de fuel gaz utilis\u00e9 dans le calcul design.[8]

Tableau 9. Composition design du fuel gaz

Constituent	Pourcentage molaire
H₂	64.09
CH₄	19.06
C₂H₆	14.42
C₃H₈	1.79
i-C₄H₁₀	0.24
n-C₄H₁₀	0.19
i-C₅H₁₂	0.04
n-C₅H₁₂	0.02

C₆H₁₄ et plus	0.15
--	-------------

En suivant, la même procédure de calcul précédant pour le calcul de cas design on a trouvé les résultats suivants :

$$\rho_{Com} = 0.44 \text{ kg/Nm}^3.$$

$$PCI = 6072.52 \text{ kcal/ Nm}^3 = 13801.18 \text{ kcal /kg}$$

Donc:

$$Q_1 = 552.04 \text{ kcal/ kg}$$

Les données et les résultats de calcul pour l'unité de distillation sous vide **21F1** sont représentés dans le tableau 10 avec une quantité d'oxygène égale 3.20% pour un excès d'air égal 20%

Tableau 10.Composition des fumées du four 21F1

Constituants du combustible	Pourcentages volumiques (molaire) Y_i	O ₂ de la combustion (kmoles)	Composition des fumées				Constituants du combustible
			CO ₂	H ₂ O	O ₂	Inerte	
H₂	64.09	32.045	--	64.09	-		H₂
C₁	19.06	38.12	19.06	38.12	-	-	C₁
C₂	14.42	50.47	28.84	43.26	-	-	C₂
C₃	1.79	08.95	05.37	07.16	-	-	C₃
I + nC₄	0.43	02.795	01.72	02.15	-	-	I + nC₄
I + nC₅	0.06	00.48	00.30	00.36	-	-	I + nC₅
C₆	0.15	01.42	00.90	01.05	-	-	C₆
TOTAL	100.0	134.28	56.19	156.19	27.08	607	Air for combustion
O ₂ dans l'excès d'air		27.08	56.19	156.19	27.08	607	TOTAL
O₂ dans l'air de combustion		161.36	06.64	18.45	03.20	71.71	%molar

N ₂ dans l'air de combustion	607	10.68	12.15	03.74	73.43	%weight
Q₂ pertes de chaleur par les fumées (kcal/kg fumées)	2461.53	0.272	0.500	0.247	0.264	C_p = 0.2928 (kcal/kg °C)
Q_T: la quantité de chaleur totale libérée :(kcal)	13917.28	103.1			Q_{S,AIR} : chaleur sensible de l'air	
Température des fumées (°C)	457	23.47			G_F Quantité des fumées (kg/kg fuel gaz)	
Nombres de kmoles d'air de combustion pour 100 kmoles de gaz combustible	768.36	846.45			Nombre de kmoles de fumées pour 100 kmoles de gaz combustible	

$$\eta_{\text{Design}} = \left[\frac{13917.28 - (552.04 + 2461.53)}{13917.28} \right] * 100$$

$$\eta_{\text{Design}} = \mathbf{78.34 \%}$$

Enfinement le rendement de four 21F1 dans le cas design égal à 78.34%.

- **Récapitulation des résultats de calculs de bilan thermique et de rendement de four pour le cas actuel et le cas design :**

Le tableau 11. Présente une récapitulation des quantités des Q₁, Q₂, Q_T et le calcul de rendement de four 21F1 dans le cas actuel et design :

Tableau 11. Tableau récapitulatif de bilan thermique et le rendement de four pour le cas design et le cas actuel du four 21F1

	Cas design	Cas actuel
Q₁ kcal/Kg	552.04	473.315
Q₂ kcal/Kg	2461.53	3565.79
Q_T kcal	13917.28	12000.75
η(%)	78.34	64.34

4.7. Interprétation des résultats

D'après les calculs résumés dans le tableau 10, on remarque que la quantité de chaleur total libérée dans la cas design est important par rapport de la quantité de chaleur libérée dans

la cas actuel, ceci est influe de la valeur de rendement est se trouve que le rendement de four 21F1 cas actuel (100%) égale à **64.34%** par contre le rendement de design est de l'ordre de **78.34%**.

En effet, on a observé une augmentation de température des parois de four à **457°C** par rapport à la température des parois de design qui égale à **440°C**, ceci conduit à une consommation importante de fuel gaz. Ces constat ations peuvent être expliquées par la présence des cokes dans le four.

Conclusion générale

Conclusion générale

Le présent travail a été élaboré dans le cadre des relations que compte promouvoir le département de génie de procédé (université de Mostaganem) avec la raffinerie d'Arzew (RA1Z). Dans notre travail, on a calculé le rendement de four F1 de l'unité 21 pour le cas réel et design, l'examen des résultats de calcul de rendement du four F1 de l'unité 21.

Montre que le rendement de four 21F1 dans le cas design (100%) égale à 78.34% par contre dans le cas actuel est de l'ordre de 64.34%. On remarque que le cas réel est inférieur au cas design ceci est peut-être dû à :

- L'excès d'air de combustion qui accroît le débit de fumées et diminue le rendement. En effet, le débit d'air excédentaire consomme de l'énergie libérée aux brûleurs pour s'échauffer de la température ambiante à celle de rejet des fumées. La combustion en excès d'air se traduit par la présence d'oxygène dans les fumées en teneur d'autant plus élevée que l'excès d'air est grand. La température de rejet des fumées qui est d'autant plus élevée que la récupération d'énergie est moins bonne et donc le rendement est plus faible.
- Ainsi, l'ancienneté des équipements est un facteur important qui aggrave la baisse du rendement et augmente la quantité de polluants (principalement le CO₂). On observe des études récentes montrent que la quantité totale de CO₂ émise par la raffinerie est de 16579.1600 tonnes annuellement, celle design est de 10138.5169 tonnes annuellement. L'écart entre les deux est terrible, il est de 6440.6431 t/ an.

En perspective, pour résoudre le problème de diminution du rendement du four 21F1, et la possibilité de l'augmenter on propose :

1. Réduction de l'excès d'air :

Cette réduction permet l'économie de combustible utilisé pour réchauffer l'air en excès de la température ambiante à la température des fumées. Elle rencontre cependant comme limite l'apparition d'imbrûlés dans les fumées auxquels correspondent :

- Une perte de chaleur de combustion (donc un nouveau type de dégradation du rendement).
- Un encrassement de la zone de convection réduisant son efficacité.

- Un risque de post- combustion des imbrûlés présentant un danger pour le personnel et le matériel.

La réduction de l'excès d'air peut toutefois être obtenue :

- En utilisant des brûleurs soignés réalisant un bon mélange de l'air et du combustible.
- En utilisant de l'air chaud préchauffé qui favorise la combustion.

2. Réduction des pertes aux parois :

- Ces pertes peuvent être réduites par l'accroissement de l'isolation thermique. Cependant, leur niveau actuel étant faible (1 à 3 %), l'intérêt économique de cette solution est relativement limité.
- L'utilisation de panneaux isolants installés derrière les réfractaires permet d'améliorer l'étanchéité thermique.

3. Réduction des pertes aux fumées.

Référence Bibliographies

- [1] Documents techniques de la raffinerie d'Arzew.
- [2] Manuel opératoire : sur les procédés de fabrication des huiles de base "au niveau de la raffinerie d'Arzew.
- [3] Raffinage et génie chimique pierre Wuithier "Tome 1" publication de l'institut Français du pétrole 1972. Edition TECHNIP.
- [4] 2005 ENSPM Formation Industrie - IFP Training.
- [5] J. LENOGUES : Etude des fours pétrolier et pétrochimiques ; Paris, 1974.
- [6] Manuel opératoire de la raffinerie d'Arzew.
- [7] Analyse chromatographique du fuel gaz au mois de juin 2011 prévenant département technique, service laboratoire (bulletin d'analyse).
- [8] Mr. MAAMAR NACER, étude et vérification des performances thermiques des fours de la chaine lubrifiante a la raffinerie d'Arzew, université des sciences et de la technologie d'Oran Mohamed Boudiaf.

Annexe

Annexe 01 : Les abaques de les chaleurs spécifiques en fonction du température.

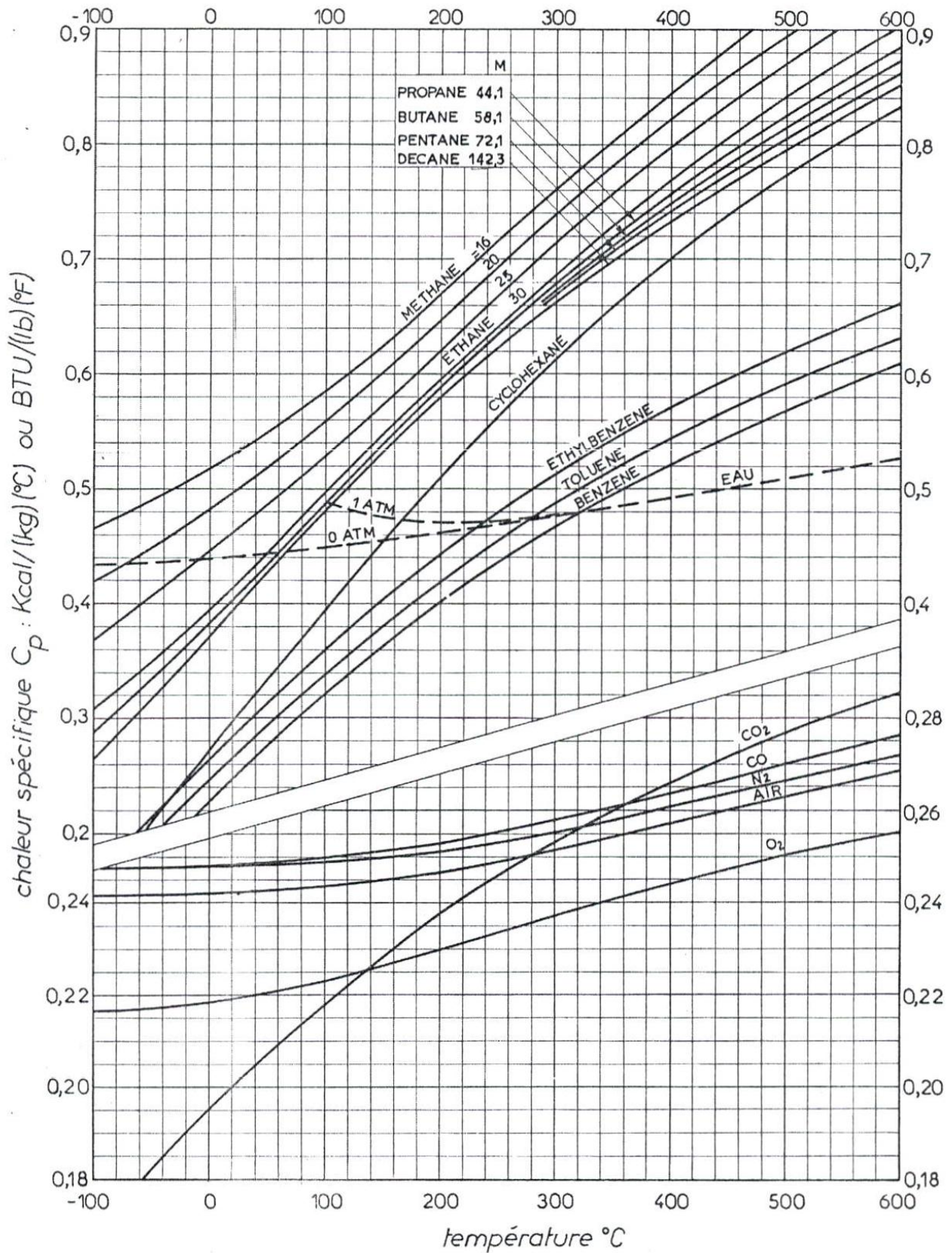


Fig. 1.52. — Chaleur spécifique des hydrocarbures gazeux et de quelques gaz courants sous pression atmosphérique.

Annexe02 : Bulletin d'Analyse de laboratoire de Raffinerie RA1Z .



ACTIVITERPC
DIVISIONEXPLOITATIO
NRAFFINAGERAFFINERI

Bulletin d'Analyse

Laboratoire	Raffineried'ArzewRA1Z
Date	18/04/2022
Produit	35D1GAZ
Provenance	Zone3
Destinataire	TL/TEE

Analyses		Normes	Echantillon 11C7G
PURETED'HYDROGENE	%vol	ASTMD2163	14.52
COMPOSITION			
C1	%vol		65.74
C2	%vol		11.10
C3	%vol		5.13
iC4	%vol		2.02
nC4	%vol		1.18
iC5	%vol		0.17
nC5	%vol		0.09
C6+	%vol		0.05

Observations : **VisaLaboratoire**

GHENIM

BA-LAB-D01

ActivitéRPC

DIVISIONEXPLOITATIONRAFFINAGE

Raffinerie
d'ArzewBP37Z.I.Arzew-
Oran

Tel:04147468790-Fax:041474734