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:

Suivie de l'indice d'octane du prétraitement de Naphta sur le moteur CFR au niveau de la section Reformage catalytique –Raffinerie d'Adrar

Préparé par :

Mr. Mohamed Abdelmoumen AYACHE
Mr. Hadj Mahammed Houcine

Membres de jury d'évaluation :	Qualité	Grade	Affiliation
Dr. Louanes OUAZINE	Président	MCA	Univ. Adrar
Dr. Mounir SAKMECHE	Encadreur	MCB	Univ. Adrar
Mr. Nabil ABDELAZIZ	Examinateur	MAA	Univ. Adrar

Année Universitaire: 2019/2020

Remerciements

Avant tout, je remercie **mon Dieu** ,le tout puissant qui m'a donné le courage, la volonté et la patience pour réaliser ce travail.

Egalement je remercie infiniment **mes parents**, qui mon encouragé et aidé à arriver à ce stade de ma formation de

même qu'à toutes **mes sœurs**, pour leurs encouragements dans les moments difficiles et leurs prières.

Je tiens particulièrement à remercier Mon Encadreur

Docteur SAKMECHE MONIR

Mes vifs remerciements vont également aux **membres du jury** pour l'intérêt qu'ils ont porté à mon recherche en acceptant d'examiner mon travail

Je remercie chaleureusement le personnel du complexe de raffinage d'Adrar **RA1D** pour leur aide

Je tiens à remercier chaleureusement, tous **mes proches** et tous ceux qui, de prés ou de loin, m'ont apporté leurs sollicitudes pour accomplir ce Travail

Sommaire

SOMMAIRE

	INTORDUCITON	1
	Problématique	2
(CHAPITER I: Description de la raffinerie d'Adrar RA1D	
I.1	Introduction	3
I.2	Situation géographique de la raffinerie d'adrar RA1D	3
I.3	Capacité de la production annuelle	4
I.4	Organigramme de l'organisation du complexe de la raffinerie d'Adrar	5
I.5	Unités de production	6
I.5.1	Unité de traitement Topping CDU (U201)	6
I.5.2	Unité reforming catalytique CRU (U202)	6
I.5.3	Unité de craquage catalytique fluidifié RFCC (U203)	6
I.6	Les utilités	7
I.6.1	Unité de traitement des eaux	7
I.6.2	Unité de production de vapeur	7
I.6.3	Unité de production d'énergie électrique	7
I.6.4	Unité de production d'air comprimé	7
I.6.5	Unité d'exploitation des eaux de refroidissement et eaux usées	7
I.7	Stockage des produits	8
I.8	Laboratoire	8
	CHAPITER II: Le reformage catalytique	
II.1	Introduction	10
II.2	Le principe du procédé de reformage catalytique	10
II.3	Les réactions élémentaires du reformage catalytique	11
II.3.1	Les réactions chimiques de section prétraitement	11
II.3.1.1	Elimination du soufre	12
II.3.1.2	Elimination de l'azote	13
II.3.1.3	Elimination d'oxygène	14
II.3.1.4	Saturation des oléfines	14
II.3.1.5	Elimination des halogénures	15
II.3.1.6	Elimination des métaux	15
II.3.2	Les réactions chimiques de section réactionnelle	16
II.3.2.1	La déshydrogénation des cyclanes en hydrocarbures aromatiques	16

SOMMAIRE

II.3.2.2	La déshydrocyclisation des paraffines	17
II.3.2.3	L'isomérisation des n-paraffines en isoparaffines et des	
	alkylcyclopentanes en alkylcyclohexanes	
II.3.2.4	La formation de coke	17
II.3.2.5	L'hydrocraquage	18
TT 4		1.0
II.4	Catalyseurs du reformage catalytique	18
II.4.1	Définition	18
II.4.2	Le Rôle d'un Catalyseur	18
II.4.3	Principaux types de catalyseurs	19
II.4.3.1	Les catalyseurs massiques	19
II.4.3.2	Les catalyseurs supportés	19
II.4.3.3	Les catalyseurs « homogène »	19
II.4.4	Caractéristiques et propriétés du catalyseur	20
II.4.4.1	Caractéristiques catalytiques fondamentales (les performances	20
	des catalyseurs)	
II.4.4.2	Caractéristiques intrinsèques	21
II.4.4.3	Caractéristiques non catalytiques	21
II.4.4.4	Propriétés physico-chimiques	22
II.5	Le cycle catalytique	23
II.6	Causes de la désactivation des catalyseurs	25
II.6.1.	Causes physiques	25
II.6.2	Empoisonnement par des impuretés	25
II.6.3	Empoisonnement par les réactifs ou par les produits de	26
	reaction	
II.7	Les remèdes contre les différentes formes de désactivation	26
II.8	Régénération des catalyseurs	27
II.9	Exemple	27
II.10	Conclusion	29
CHAPITEI	R III: Reformage catalytique et description de section prétraite	ment
III.1	Introduction	30

SOMMAIRE

111.2	Les propriétés physiques de la charge de prétraitement	30
III.3	Description de Section Prétraitement	30
III.3.1	Circuit de la section Préfractionnement	30
III.3.2	Circuit de Section prétraitement	32
III.4	Description de Section Reforming	36
III.5	Paramètres influençant le processus de traitement	37
III.5.1	Température de réaction	37
III.5.2	Pression et pression partiel de H2	37
III.5.3	La vitesse spatiale	38
III.5.4	Qualité de la charge	38
III.6	Paramètre opératoire :	39
III.7	Probleme	41
III.8	Démarrage de section prétraitement	43
III.9	Le réacteur de la section de prétraitement R-202101	45
III.10	Les analyses laboratoire de charge prétraitement	47
	CHAPITER IV: Le moteur CFR	
IV.1	Introduction	48
IV.2	Moteur monocylindrique CFR	49
IV.3	Principe de la mesure	49
IV.3.1	Méthodes normalisées (NF M 07-026)	51
IV.3.1.1	Méthodes recherche ou F1	50
IV.3.1.2	Méthode moteur ou F2	50
IV.3.2	Sensibilité du carburant	50
IV.4	Le problème de l'indice d'octane des essences	51
IV.5	Les valeurs relatives des Indice d'octane des hydrocarbures	54
IV.6	Réglage du moteur et mesure	55
IV.7	Calcule et contrôle du résultat	56
IV.8	Arrêt du moteur	58
	Tiret du moteur	
IV.9	Conditions opératoires du moteur CFR	59
IV.9 IV.10		

LISTE DES FIGURES

Figure I.1 : localisation géographique de la raffinerie d'ADRAR	03
Figure I.2 : localisation géographique de la raffinerie d'ADRAR	04
Figure I.3 : Organisation du complexe	07
Figure I.4 : Section de refroidissement de l'eau	08
Figure I.5 : Section des bacs de stockage	08
Figure I.6: photo du site prise par satellite	09
Figure II.1 : Principe de reformage catalytique	11
Figure II.2: la description d'un catalyseur	18
Figure II.3: Le cycle catalytique	24
Figure II.4 : Schéma du procédé semi-régénératif	28
Figure III.1 : Schéma du circuit de charge dans la section préfractionnement	31
Figure III.2 : Schéma du circuit de charge dans la section prétraitement	33
Figure III.3 : Schéma du circuit de charge dans la colonne vaporisation	34
Figure III.4 : Schéma du principe de prétraitement et circulation d'hydrogène	35
Figure III.5 : Schéma de circuit de charge du système de prétraitement	35
Figure III.6 : Schéma de principe du processus de section reforming	37
Figure III.7 : Schéma de circuit prétraitement pendent redémarrage	44
Figure III.8 : Schéma du réacteur de la section de prétraitement R101	45
Figure III 9 · schéma des analyses laboratoire de charge prétraitement	47

Figure IV.1 :Schéma de principe d'un moteur monocylindrique (CFR)	49
Figure IV.2 : Le principe du cycle d'un moteur à quatre temps et l'évolution de pression dans la	
chambre de combustion	52
Figure IV.3 : Schéma de principe de fonctionnement d'un moteur	53
Figure IV.4: moteur monocylindrique (CFR)	56

Liste des tableaux

Tableau 1.1: principales	specifications	du brut traite				06
Tableau II.1: Propriétés c	atalytiques for	ndamentales				20
Tableau III.1 : propriété d	e la charge prét	raitement				30a
Tableau III 2 : caractérist	ique du catalys	seur de la section	n Prétraitem	ent		32
Tableau III.3: Composit	ion de l'hydrog	gène à la section	prétraiteme	nt		34
Tableau.III.4: Bilan des	sections prétra	itement et Refor	ming	•••••		36
Tableau III.5 : Les paran	nètres des colo	nnes				39
Tableau III.6: Paramètre	es de réacteur d	le prétraitement		•••••		39
Tableau III.7 : Paramètre	es du compress	eur de prétraite	ment	•••••		39
Tableau III.8 : Paramètre	es du four de p	rétraitement				40
Tableau III.9 : Paramètre	es du ballon de	prétraitement				40
Tableau III.10 : Paramètr	es des échange	eurs de prétraite	ment			40
Tableau III.11.	Quelque	problème	avec	leur	cause	et
solution	41					
Tableau III.12: Nomeno	lature de réact	eur				46
Tableau IV.1 : Caractéris	tiques des bas	es essences		•••••		48
Tableau IV.2 : Les valeur	rs relatives des	NO des famille	es d'hydroca	arbures		54
Tableau IV.3: Comparai	son résultat en	tre échantillon a	après contrô	le		56
Tableau IV.4: le NO des	bases et esser	ice finie produit	e au niveau	de la RA1	D	58

Liste des symboles

Symbole				
BFW	Boiling Feed Water	CDU	Colon Distillation Unite	
С	Colon	V	vessel /ballon	
L/B	limite Batterie	P	pression	
LIC	affichage et controle de vineau	E	Echangeur	
BD	blow down (system torche)	FIC	contrôle et affichage de debit	
AWS	Acid Water stripper	OWS	Oil waster stripper	
F	four	LIC-V	vanne d'affichage et contrôle de	
KTU	unité traitement de kérosène	TBP	niveau true boiling point (point d'ébullition réel)	
GO	gas oil(gazole)	FO	fuel oil (fioul)	
PIC BFW	contrôle et affichage de pression boiling feed water (l'eau	LP P	light pressure (basse pression) Pump (pompe)	
DME	d'alimentation de chaudière Diméthyl Ether	ID	indice diesel	
PA	point d'aniline	PMH	point mort haute	
PG	pont garde (eau traite par l'ETP	ETP	effluent treatment plante	
PM	penskey martins	TBN	Total Basic Number	
°V	degree Vilbrequin (unite)	HMN	heptaméthylnonane	
IC	indice de cétane	CCI	calculated cetane index (indice de cétane calculé)	
CFR	Coordinating fuel Research	EMHV	Ester Méthyl Ether	
%wt	% pds per cent weight ,pourcent poids (unite)	ISOM	Unité d'isomérisation	
FP	Point d'éclaire (flash point)	PP	Point d'ecoulement (Pour point)	
GPL	Gaz pétrole liquifie	BPA	Pump around inférieur (reflux bas de colone)	
NA	Norme Algérien	RCO	Residus colomn oil	
LCO	Light Cycle Oil	FOD	Fuel Oil Domestic	
HGO	Hight GasOil	LGO	Light GasOil	
BRI	Brut Reduit Importé	MN	Marche National	

EMHV	Ester Méthylique d'Huile Végétale	BSW	Basic Sidement and Water
ASTM- D	American Society for Testing and	CTE	Centrale ThermoElectrique
	Materiels -Designation		
DHDS	Diesel Hydrosulfirization	TPA	pump arround superieur (reflux de tete de colonne)

تكرير البترول هو من أكبر العمليات في تحويل البترول الخام إلى مواد وقود و مواد قابلة لإلحتراق ، لقد تمت هذه الدراسة في وحدة معالجة النافطا التي تك التحصل عليها كمنتوج من طرف عملية االنكسار تحت تأثير الضغط الجوي عند درجة الحرارة 65 د°. في هذه الدراسة تمت متابعة مقياس األكتان في عند معالجة النافطا و ذلك باالستعمال تقنية المحرك س.ف.ر مع التوضيح إلى أهم التحاليل المتخذة . حيث أن من خالل هذه الدراسة تم التعرف إلى المضافات الواجب فعلها و كذلك فهم التحوالت للتحصل على نواتج أكثر نوعية من حيث الحرق بمعدل عالى لمقياس األكتان . وهذا لكي تكون هناك فعالية إيجابية للحفزات التي تخضع لها شركة تكررير البترول لوالية أدرار.

الكلمات المفتاحية: مصفاة البترول أدرار، التكرير المحفز، نافطا، محرك س.ف.ر، مقياس الأكتان.

Résumé

Le raffinage du pétrole est une industrie lourde qui transforme un mélange d'hydrocarbures pour avoir des carburants et combustibles, cette étude a été visé sur le prétraitement du naphta obtenus a partir de la coupe du distillation atmosphérique â une température d'ébullition environs 65°C. Cette étude permis de faire un suivie de l'indice d'octane du prétraitement de naphta l'aide d'une àappliquer sur le moteur CFR (*Coopérative Fuel Research*) visant essentiellement l'étape d'analyse effectué au sein de la salle de moteur CFR, Cette études nous a conduit a comprendre les additifs d'améliorations de transformation pour avoir plus de produis légères finis et plus d'efficacité des catalyseurs utilisés dans le reformage catalytique.

Mots clés : RAD1, Reformage Catalytique, Coupe du Naphta, moteur CFR, Indice d'octane

Abstract

Petroleum refining is a heavy industry which transforms a mixture of hydrocarbons to have a different fuels, this study was aimed at the pretreatment of naphtha obtained from the cut of atmospheric distillation at a boiling temperature around 65°C. This study made it possible to follow up the octane number index of the naphtha pretreatment using an application to the CFR motor (Cooperative Fuel Research) engine mainly aimed at the analysis step carried out within the engine room of CFR, This study has led us to understand the additives for transformation improvements to have more light products and more efficiency of the catalysts used at the catalytic reforming (RAD1).

Keywords: RAD1, Catalytic Reforming, Naphtha Cup, CFR Motor, Octane number

Introduction générale

Introduction générale

L'énergie occupe une place prépondérante dans la vie de l'être humain. Les sciences et les progrès techniques ont permis à l'homme de découvrir des nouvelles ressources énergétiques, à savoir tous les produits à vocation énergétique dont nous citons : Le pétrole et le gaz naturel, qui sont les seuls capables de répondre à l'accroissement des besoins en énergie. C est un mélange de différents produits hydrocarbonés, pour être utilisable dans les différentes branches de l'industrie et des moteurs à combustion, il doit subir une série de traitements divers.

Le brut sorti du puits ne peut être utilisé tel qu'il est, 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.

A la fin des années soixante, le raffinage du pétrole a subi des transformations importantes et une évolution très rapide liée à l'accroissement continu des besoins en produits légers au détriment des produits lourds.

La raffinerie doit répondre aux objectifs suivants :

- Améliorer les qualités de certaines coupes pétrolières à savoir l'indice d'octane des essences et la teneur en soufre des produits intermédiaires.
- Modifier les rendements des différentes coupes pétrolières obtenues à partir des bruts traités afin de produire les quantités de produits commerciaux exigées par le marché.

Le reformage catalytique constitue le trait dominant de ce développement et figure parmi les premiers procédés utilisés à grande échelle dans cette industrie car il compose le procédé essentiel pour obtenir l'essence lourde à indice d'octane élevé avec un catalyseur multifonctionnel.

Par ailleurs, le reformage catalytique peut aussi être une source d'hydrocarbures aromatiques pour la pétrochimie. Enfin, l'hydrogène produit parallèlement, est utilisé dans la raffinerie pour répondre à l'accroissement des besoins des unités d'hydrotraitement, lié à l'effort de valorisation des fractions lourdes.

Notre objectif est la suivie de l'indice d'octane du prétraitement de naphta sur le moteur CFR au niveau de la section reformage catalytique – raffinerie d'Adrar de son extraction au niveau de Topping, jusqu'à sont expédition, visant essentiellement l'étape d'analyse effectué au sein de la salle de moteur CFR.

Problématique

L'indice d'octane est une propriété essentielle des carburants autos. Il caractérise l'aptitude du carburant à brûler correctement dans un moteur à allumage commandé. Il détermine les qualités de combustion du carburant et ces conditions optimales d'utilisation et il est étroitement associée à la notion de rendement.

À l'origine, le but du reformage catalytique était la transformation de coupes pétrolières à faible indice d'octane (40 à 60), couramment appelées naphtas, bases pour carburant à haut indice d'octane. Cette amélioration de l'indice résultant d'une forte augmentation de la teneur en aromatiques.

On opérait alors, dans des conditions particulières, sur une coupe d'essence sélectionnée, en vue de produire plus spécifiquement des hydrocarbures destinés à la chimie.

La recherche d'un indice d'octane élevé (90 à 100) liée à la teneur en aromatiques des reformats et à la sévérité du traitement a conduit à des conditions de fonctionnement et à des résultats sensiblement analogues pour les deux types de production.

La combustion du mélange air- essence, initiée par l'étincelle de la bougie, se propage en ondes concentriques avec une vitesse d'avance du front de flamme de l'ordre de quelques mètres par seconde. Le front de flamme en se développant comprime la partie encore non brûlée des gaz en élevant sa température. Ces conditions de pression et température élevées sont favorables à la formation des composés suroxygénés instables appelés peroxydes.

Le mémoire présenté est structuré en quatre chapitres :

Le premier chapitre de ce mémoire aborde une présentation de la raffinerie d'Adrar (RA1D). Le deuxième chapitre présente une généralités sur le reformage catalytique et les catalyseur, et leurs rôles dans le reformages catalytique et les types de catalyseurs appliqués. Le troisième chapitre présente le reformage catalytique et la description de section prétraitement. Le quatrième chapitre consacré aux calculs de l'indice d'octane par moteur coopérative fuel Research (CFR) et caractérisations des essence et spécifications et l'installation par l'induction sur le moteur CFR.

Enfin le mémoire se termine par une conclusion générale.

Chapitre I:

Description de la raffinerie d'ADRAR RA1D

I.1 Introduction

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^{éme} 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 maitrise 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. La carte géographique du SONATRACH en Algérie est représenté sur la figure I.1.

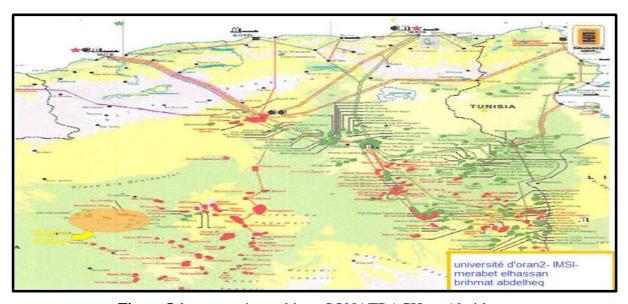


Figure I.1 : carte géographique SONATRACH en Algérie

I.2 Situation géographique de la raffinerie d'adrar RA1D

SONATRACH raffinerie est construite dans la zone industrielle d'Adrar. Le site de la raffinerie est sur la partie orientale de la ville qui est Sbaa au nord d'Adrar. Le site de la raffinerie est d'environ 1400 km d'Alger, à environ 44 kilomètres de la ville Adrar, et à environ 2 kilomètres de Sbaa Ville. Il est situé dans l'arrière-pays de désert du Sahara. La raffinerie occupée une superficie totale de 75 hectares et elle est constituée principalement de :

- Unités de production ;
- Unité de séparation des GPL;

- Une salle de contrôle principale ;
- Des bacs de stockage de produit pétroliers ;
- Unités des utilités avec ses auxiliaires ;
- Des bâtiments (technique et laboratoire, administratif, un atelier de maintenance, station de brigade anti-incendie...).

La localisation géographique de la raffinerie d'ADRAR est représenté sur la figure I.2.

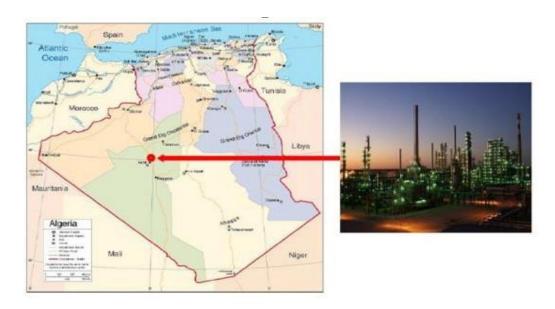


Figure I.2 : localisation géographique de la raffinerie d'ADRAR

I.3 Capacité de la production annuelle

La Raffinerie a une capacité nominale de traitement de douze mille cinq cent (12 500) barils par jour soit six cent mille (600 000) Tonnes/an environ de pétrole brut pendant une période de 330 jours en continu par jour de vingt-quatre (24) heurs (8000h).

I.4 Organigramme de l'organisation du complexe de la raffinerie d'Adrar :

La raffinerie de Adrar est subdivisé en plusieurs niveau d'hiérarchique. La figure I.3 donne une description détaillée de l'organisation du complexe.

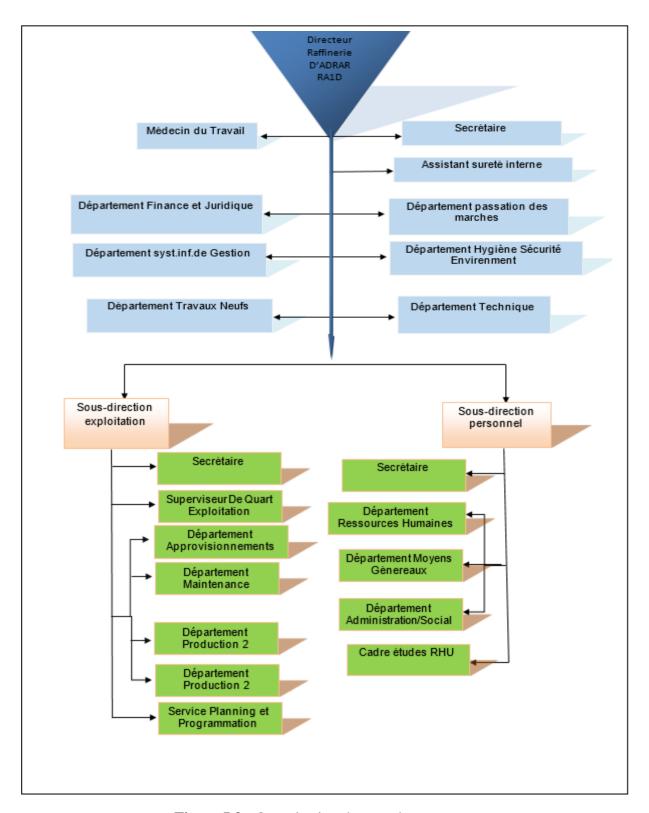


Figure I.3: Organisation du complexe

I.5 Unités de production

I.5.1 Unité de traitement Topping CDU (U201)

L'unité principale de distillation atmosphérique (U201), est constituée des sections suivantes : section de distillation atmosphérique ; section de stabilisation de naphta ; section de séparation des GPL et séchage de butane ; section de purification/traitement du kérosène pour la production du JetA1. Cette unité est conçue pour traiter 600 000 tonnes de brut par an (sa capacité limite est de 700 000 tonnes/an tandis que sa capacité minimale est de 420 000 tonnes/an).

Le tableau ci-dessous présente les principales spécifications du brut traité.

Tableau I.1: principales spécifications du brut traité.

Densité	Teneur en NaCl	Teneur en soufre	Acidité
0.834 g/l	8 mg/l	0.14 %	0.04 mg KOH/g

Au vu de ces spécifications, le brut traité est classé comme étant un brut aromatique à faible teneur en soufre.

I.5.2 Unité reforming catalytique CRU (U202)

L'unité reforming catalytique est conçue pour traiter la charge naphta produite par l'unité de distillation atmosphérique. Les produits de cette unité sont essentiellement :

- Carburant sans plomb à haut indice d'octane : NO=96 dénommé couramment : super sans plomb ;
- Gaz pétroliers liquéfié (GPL);
- Naphta léger (light naphta);
- Naphta raffine (refined oil) : fond colonne d'évaporation ;
- Gaz incondensables (combustible pour fours de l'unité) et de l'hydrogène (pour réactions du process).

I.5.3 Unité de craquage catalytique fluidifié RFCC (U203)

L'unité craquage catalytique est la 3éme unité de production de la raffinerie. Elle traite le résidu atmosphérique, sa capacité est de 300 000 tonnes par an, ses produits sont :

- Essence normale d'indice d'octane compris entre 89 et 90 ;
- Gasoil appelé couramment LCO caractérisé par son faible indice de cétane ;
- Coupe lourde plus dense que le gasoil et appelée couramment HCO;
- Slurry qui est le résidu lourd des produits du craquage catalytique utilisé comme fioul ;
- GPL et les gaz incondensables.

I.6 Les utilités

Ces installations fournissent les utilités nécessaires au fonctionnement des unités de la raffinerie :

I.6.1 Unité de traitement des eaux

Cette section traite 150 t/h d'eau.

I.6.2 Unité de production de vapeur

Pour la production de la vapeur la raffinerie de Sbaa est dotés de trois chaudières de 35 t/h /35 bars/ 440 °C pour chacune, et un générateur de vapeur 20- 26 t/h 35 bars/ 440 °C au niveau de l'unité RFCC. En marche normal deux de ces trois chaudières doivent être en service et la troisième en arrêt.

I.6.3 Unité de production d'énergie électrique

La consommation totale en énergie électrique de la raffinerie selon le design est de 6900 kw.

I.6.4 Unité de production d'air comprimé

La production de l'air service et de l'air instrument est assureés par trois compresseur d'air identique deux en service et un en arrêt.

- a) Air non purifie (service): Les caractéristiques de l'air service sont les suivantes : Pression : 8.8 bars Température : ambiante.
- b) Air purifie (instrument) : Les caractéristiques de l'air instrument sont les suivantes : Pression : 8 bars, Température : ambiante. Point de rosée : 20 °C (à la pression de réseau). Autres : Absence d'huile et poussières.

I.6.5 Unité d'exploitation des eaux de refroidissement et eaux usées

a) Réseau eau de refroidissement :

Le traitement des eaux de refroidissement se base sur le maintien de son PH dans les limites de 8,5 et 9,5 par l'acide chlorhydrique, et la désactivation des algues par le chlore et d'autres biocides.

b) Eaux usées:

La capacité de traitement des eaux usées dans la raffinerie d'Adrar est de 100 m³/h. La section de refroidissement de l'eau est représenté sur la figure I.4.



Image I.4: Section de refroidissement de l'eau

I.7 Stockage des produits

- Trois bacs 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;
- 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.

La section des bacs de stockage dans la raffinerie d'Adrar est représenté sur la figure I.5.



Image I.5: Section des bacs de stockage

I.8 Laboratoire

C'est un laboratoire de contrôle où sont effectués un certain nombre d'analyses sur le pétrole brut et aussi sur les différents produits intermédiaires ou finis de la raffinerie pour :

S'assurer que la qualité des produits finis correspond aux normes. pour cela
 l'appareillage et les modes opératoires des analyses sont normalisés de sorte que

les résultats soient aisément reproductibles comparables et permettent de caractérise un produit avec précision et qu'il est délivré avec un certificat de qualité.

Le site prise par satellite est représenté sur la figure I.6.



Image I.6: photo du site prise par satellite

Chapitre II:

Le reformage catalytique

II.1 Introduction

Le reformage catalytique est, depuis son origine en 1939 aux États-Unis, un procédé de raffinage des essences, mais il assure aussi une partie non négligeable de l'approvisionnement de la pétrochimie en hydrocarbures aromatiques.

Aujourd'hui, la plupart des raffineries sont équipées d'un reformage catalytique ; il sert à produire, à partir des coupes pétrolières, couramment appelées « naphtas » à faible indice d'octane (40 à 60), constituées principalement par les essences de distillation directe, des bases pour les carburants à haut indice d'octane.

Le fractionnement initial du pétrole par distillation fournit des coupes essences a indice d'octane faible Comme les essences lourdes ont des indices d'octane plus bas compris entre 30 et 45 le reformage catalytique est un procédé de raffinage qui permet à partir d'une essence de distillation direct d'obtenir un carburant a haut indice d'octane.

L'unité reformage catalytique RA1D est conçue pour traiter 116 000 tonnes par ans de charge naphta pour but de convertir les essences provenant de la distillation atmosphérique en essences de qualité supérieure, à haut indice d'octane.

Cette unité est divisée en trois sections :

- ➤ Section de préfractionnement : cette section a pour but de séparer la charge en une coupe légère et une coupe plus lourde recueillie au fond de la colonne.
- ➤ Section de prétraitement: cette section a pour but d'éliminer les impuretés et les éléments toxiques contenus dans la charge afin de préserver l'activité chimique du catalyseur et maintenir sa durée de vie.
- Section reformage cette section a pour but d'améliorer l'indice d'octane en présence de catalyseur spécifique.

Les produits de l'unité sont essentiellement du carburant à haut indice d'octane, des L.P.G, du naphta léger (light naphta), naphta traité, des gaz incondensables et de l'hydrogène.

II.2 Le principe du procédé de reformage catalytique

Le platforming représente un procédé reformage catalytique en utilisant un catalyseur spécial pour transformer l'essence lourde de mauvaise qualité ou l'essence directe, se trouvant en présence d'hydrogène en essence auto d'excellente qualité ou en constituants de mélange pour obtenir l'essence d'aviation. On utilise le platforming pour obtenir un rendement maximum en aromatiques qui peuvent être ensuite extraites de l'essence et donner du benzène, toluène, xylème, et des aromatiques lourds. La charge idéale destinée à l'unité de platforming ne doit contenir qu'un minimum de pentane et autres produits plus légers. On ne peut certes considérer ces produits légers comme nuisibles. Cependant ils occuperaient une partie de l'unité qu'il est

plus profitable d'utiliser pour le reformage d'essences les plus lourdes. En effet la fraction légère de l'essence a normalement un bon indice d'octane et la réaction de platforming n'apporterait pas de modification à cet indice d'octane. Le principe de reformage catalytique est basé sur la température, la pression et la vitesse spatiale de catalyseur comme il montre dans la figure II.1.

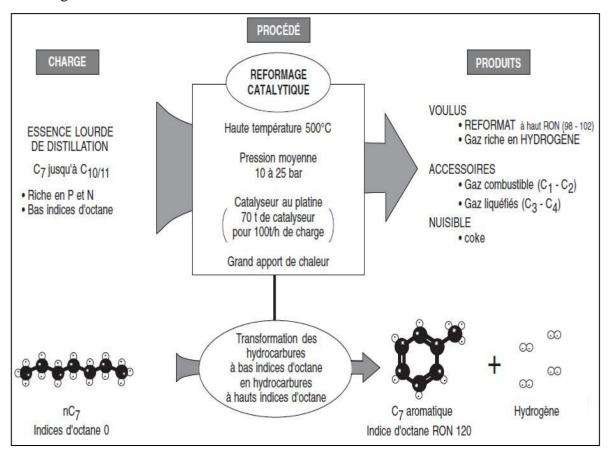


Figure II.1: Principe de reformage catalytique

II.3 Les réactions élémentaires du reformage catalytique

II.3.1 Les réactions chimiques de section prétraitement

L'objectif principal de l'unité de prétraitement de naphta (hydrotraiteur) consiste à épurer la fraction du naphta pour que celle-ci puisse être utilisée comme charge à l'unité de reforming.Les plus importantes réactions chimiques sont :

- Conversion des composés de soufre organiques en sulfures d'hydrogène.
- Conversion des composés d'azote organique en ammoniac.
- Conversion des composés d'oxygène organique en eau.
- Saturation des oléfines.
- Conversion des halogénures organiques en halogénures d'hydrogène.
- Elimination des composés organométalliques.

II.3.1.1 Elimination du soufre

Pour le catalyseur bimétallique du platforming, la charge de naphta doit contenir moins de 0.5 ppm en poids de soufre, pour optimiser les caractéristiques de sélectivité et de stabilité du catalyseur.

En générale, l'élimination du soufre dans le process d'hydrotraitement est relativement facile et pour une exploitation meilleure du platforming.

La teneur en soufre doit être maintenue largement au-dessous de 0.5 ppm en poids, l'exploitation commerciale de l'hydrotraiteur à 0.2 ppm en poids de soufre ou moins est courante. Les réactions typiques de l'élimination du soufre sont :

• mercaptan:

R-SH + H₂
$$T$$
 et cat $= -17$ kcal/mole

• sulfure:

$$R_1$$
-S- R_2 + 2H T et cat R_1 -H + R_2 -H + R_2 -H + R_2 -H = -28 kcal/mole

• bisulfures:

$$R_1$$
-S-S- R_2 + 3 H_2 T \nearrow et cat R_1 -H + R_2 -H + 2 H_2 S

• Thiophène:

$$+ 4H_2 \qquad \xrightarrow{\text{T ret cat}} \quad C_4H_{10} + H_2S \quad H = -68 \text{ kcal/mol}$$

• Dibenzothiophène:

$$+4H_2 \quad T = C_6H_5 - C_6H_{11} + H_2S$$

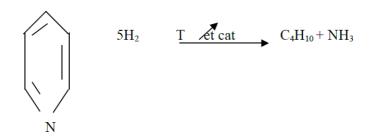
Le dihydrogène de soufre H_2S est envoyée vers le réseau gaz process pour alimenter les fours et la torche.

II.3.1.2 Elimination de l'azote

L'élimination de l'azote est bien plus difficile que l'élimination de soufre.Le naphta provenant de la colonne de distillation contient beaucoup moins d'azote que le soufre, mais il faut faire attention pour s'assurer que le naphta qui alimente le catalyseur bimétallique du platforming contient 0.5 ppm en poids et normalement bien moins.

Tout azote organique qui entre dans le platforming se transforme en ammoniac et plus tard au contact avec le chlorure du gaz du recyclage, forme du chlorure d'ammoniac, ce dernier se dépose ensuite dans le circuit de gaz de recyclage ou dans le système de la tête du stabilisateur, on peut éviter ce problème ou le minimiser en éliminant au maximum l'azote chimique dans l'unité 101.Les réactions chimiques sont :

• Pyridine:



• Quinoline:

• Pyrrole:

• Méthylamine:

$$CH_3$$
- NH_2 + H_2 T $et cat$ CH_4 + NH_3

II.3.1.3 Elimination d'oxygène

L'oxygène organiquement combiné par exemple le phénol est éliminé dans l'unité d'hydrotraitement du naphta par hydrogénation du pont d'hydroxyl-carbone, formant de l'eau et les molécules aromatiques correspondantes.La réaction est détaillée comme suit :

• Alcool:

R-OH+ H₂ T/et cat R-H + H₂O
$$\Delta$$
H = -24 kcal/mole

Phénol:

OH
$$+ H_2$$
 T et cat $+ H_2$ O $\Delta H = -24$ kcal/mole R

• Ether:

$$R_1$$
-O- R_2 + 2 H_2 T et cat R_1 -H + R_2 -H + H_2 O

II.3.1.4 Saturation des oléfines

La saturation des oléfines est presque aussi rapide que la désulfuration le plus souvent, le naphta de la colonne de distillation ne contient que des traces d'oléfine :

• Oléfines cycliques :

• Oléfines linéaires :

II.3.1.5 Elimination des halogénures

Les halogénures organiques peuvent être décomposés dans l'unité d'hydrotraitement de naphta ,en halogénures d'hydrogène correspondants ,qui sont ensuite absorbés par l'eau de rinçage des effluents du réacteur ou évacué par le gaz du stripper ,la décomposition des halogénures organiques est beaucoup plus difficile que la désulfuration , l'élimination maximum des halogénures organiques est estimée à près de 90%.

Il faut faire des analyses périodiques du naphta hydrotraité, pour connaître sa teneur en chlorures car c'est en fonction de cette teneur qui doit être fait le dosage de chlorure à injecter dans l'unité 103. Une réaction de décomposition des chlorures organiques est montrée cidessous :

Les halogénures est envoyée avec la naphta sulfuré vers l'unité de craquage catalytique RFCC pour avoir un autre traitement

II.3.1.6 Elimination des métaux

La plupart des impuretés métalliques apparaît dans le naphta de l'ordre de parties par milliard (ppb), le catalyseur S-9 est capable d'éliminer ces éléments de haute concentration jusqu'à 5ppb poids ou plus. Dans les conditions normales d'exploitation la plupart part de ces impuretés en étant séparées du naphta, se trouvent déposées en permanence sur le catalyseur. Les métaux couramment détectés dans le naphta sont l'arsenic, le fer, le calcium le magnésium, le phosphore, le plomb et le silicium, le fer se trouve concentré en haut du lit du catalyseur sous forme de sulfure de fer.

L'arsenic est un poison puissant pour le platine, des concentrations de ce dernier de 3% en volume et plus, ont été détectées sur les catalyseurs utilisés, qui avaient conservées leur capacité pour l'élimination de soufre.

L'élimination des métaux pratiquement complète à une température supérieure à 315°C jusqu'à ce que ce catalyseur soit chargé de métaux à 2-3% en poids au-dessous de ce niveau, le catalyseur commence à approcher rapidement de niveau de saturation et il pourrait alors arriver une chute de performance.

II.3.2 Les réactions chimiques de section réactionnelle

Comme dans le cas où l'on cherche à obtenir un nombre d'octane élevé à partir d'un mélange d'hydrocarbures, la production des aromatiques est issus de plusieurs réactions les plus importantes sont les suivantes:

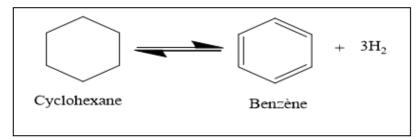
- La déshydrogénation ;
- L'isomérisation;
- La cyclisation;

Diverses réactions parasites ont également lieu ; les plus importantes sont les suivantes :

- L'hydrocraquage;
- La formation de coke.

II.3.2.1 La déshydrogénation des cyclanes en hydrocarbures aromatiques

Un exemple de cette réaction est donné ci-dessous, celui de la déshydrogénation du cyclohexane en benzène :



Cette réaction est très endothermique ($\Delta H = 210 \text{ kJ/mol}$) et s'accompagne d'une augmentation du nombre de moles ; elle est donc favorisée par un accroissement de la température et un abaissement de la pression. Par ailleurs, la vitesse de la réaction diminue avec l'augmentation du nombre d'atomes de carbone de la charge mais demeure notablement plus élevée que celles des autres réactions, qui augmentent, elles, avec le nombre d'atomes de carbone de la charge.

II.3.2.2 La déshydrocyclisation des paraffines

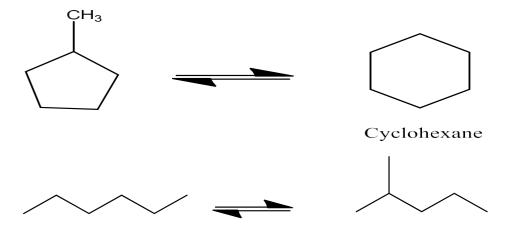
Un exemple de cette réaction est donné ci-dessous :

$$+$$
 $4H_2$

La déshydrocyclisation des paraffines est encore plus endothermique ($\Delta H = 250 \text{ KJ/mol}$) que la déshydrogénation et s'accompagne d'une augmentation du nombre de moles ; elle est donc favorisée par une température plus élevée et une pression plus basse, mais elle est, par contre, beaucoup plus lente et, à cause de sa faible vitesse, ne devient importante que si les conditions adoptées sont sévères(température élevée et basse pression).

II.3.2.3 L'isomérisation des n-paraffines en isoparaffines et des alkylcyclopentanes en alkylcyclohexanes

Un exemple de ces deux réactions est donné ci-dessous :



L'isomérisation, faiblement exothermique ($\Delta H = -10 \ \text{à} - 20 \ \text{kJ/mol}$), est très rapide dans les conditions usuelles de fonctionnement. De ce fait, elle est peu sensible \(\text{à}\) une variation de température et insensible \(\text{à}\) la pression, mais elle est inhibée par les composés aromatiques formés dans la réaction globale de reformage. L'équilibre thermodynamique de l'isomérisation est constamment déplacé par les deux réactions précédemment décrites.

II.3.2.4 La formation de coke

Elle résulte d'un craquage poussé des hydrocarbures, favorisé par une haute température et une basse pression. Elle constitue l'une des réactions parasites les plus gênantes puisqu'elle entraîne une diminution de l'activité des catalyseurs. Elle est combattue en maintenant une

pression d'hydrogène qui oriente vers l'hydrocraquage mais exerce un effet défavorable sur la thermodynamique de la déshydrogénation.

II.3.2.5L'hydrocraquage

C'est une réaction exothermique ($\Delta H = -40 \text{ kJ/mol}$), thermodynamiquement complète dans les conditions opératoires usuelles mais limitée par une vitesse de réaction lente. Lorsque la température s'élève, cette transformation peut devenir plus importante que l'isomérisation et la déshydrogénation. Elle devient d'autant plus importante que la concentration en composés aromatiques croît.

II.4 Catalyseurs du reformage catalytique

II.4.1 Définition

La vitesse de certaines réactions chimiques augmente lorsqu'une substance étrangère, non consommée par la réaction, est ajoutée au mélange réactif. En 1835, Berzelius dénomme ce phénomène «catalyse».

On désigne par catalyseur toute substance qui peut accélérer la vitesse d'une réaction chimique. On distingue deux types de catalyse, celle dans laquelle le catalyseur et le milieu réactionnel sont de la même phase, appelée «catalyse homogène», et dans l'autre le catalyseur et le milieu réactionnel sont de différentes phases, appelée «catalyse hétérogène».

II.4.2 Le Rôle d'un Catalyseur

Un catalyseur est généralement un solide poreux qui se présente sous forme de bâtonnets ou de billes dont Le rôle est d'accélérer les transformations chimiques recherchées dans le procédé.

Un catalyseur agit par sa surface : les molécules de la charge se déposent sur la surface du catalyseur dans les pores et se transforment sur cette surface.

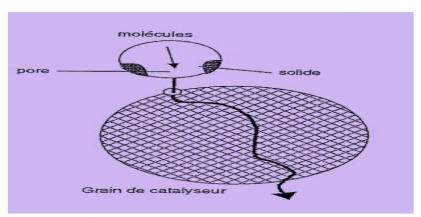


Figure II.2: la description d'un Catalyseur

La composition Chimique du catalyseur doit être adaptée aux transformations souhaitées ce qui explique la diversité des formules catalytiques.

II.4.3 Principaux types de catalyseurs

Les phases actives des catalyseurs de raffinage sont rarement massiques et, le plus souvent, dispersées sur un support oxyde.

II.4.3.1 Les catalyseurs massiques

Il sont exclusivement constitués de phase active. C'est le cas des catalyseurs Claus (Al_2O_3 et/ou oxyde de titane, des catalyseurs d'oligomérisation hétérogène (silice-alumine, zéolithes) et des supports de certains catalyseurs bifonctionnels, véritables Cocatalyseurs. C'est le cas des alumines γ ou γ chlorées, supports des catalyseurs de reformage ou d'isomérisation des paraffines légères.

II.4.3.2 Les catalyseurs supportés

Sont composés d'une phase active dispersée sous contrôle sur un support oxyde préalablement mis en forme. C'est par exemple le cas des catalyseurs de reformage catalytique constitués d'environ 0.5% de platine et d'un promoteur dispersé sur un support d'alumine γ chlorée. à la différence des catalyseurs massiques, l'utilisation d'un support oxyde préformé permet d'en maîtriser la genèse et notamment l'optimisation des propriétés texturales, structurales, mécaniques et de la morphologie [4].

II.4.3.3 Les catalyseurs « homogène »

Il sont élaborés à partir de complexes organométalliques interagissant avec un milieu solvant approprié. Ils sont ajoutés à l'état de traces dans le milieu réactionnel. Ils interviennent notamment en oligomérisation d'oléfines légères pour la production de carburants, dans l'adoucissement des essences et des kérosènes.

II.4.4 Caractéristiques et propriétés du catalyseur

Les caractéristiques économiques des procédés catalytiques du raffinage sont étroitement dépendantes des propriétés et plus spécifiquement des caractéristiques du catalyseur.

L'utilisateur, le bailleur de procédé et le fabricant du catalyseur attachent beaucoup d'importance à leur contrôle et, pour les deux derniers, à leur reproductibilité par une maitrise achevée des techniques de préparation et de caractérisation [4].

II.4.4.1. Caractéristiques catalytiques fondamentales (les performances des catalyseurs)

Trois grandeurs fondamentales caractérisent l'action du catalyseur : l'activité, la sélectivité et la stabilité. Le tableau ci-dessous présente les propriétés catalytiques fondamentales.

Tableau II.1: Propriétés catalytiques fondamentales [4].

Propriétés	Définition
Activité	Capacité du catalyseur à activer la transformation d'une charge en produits.
	Elle s'exprime en :
	■ Kg de réactif converti par Kg (ou par litre) de catalyseur et par heure.
	■% du réactif converti.
	■ Mole ou bien g de réactifs transformées par g de catalyseur et par seconde.
	■ Mole ou bien g de réactifs transformés par m² de catalyseur et par
	seconde.
	■ Molécules de réactifs transformées par site et par seconde.
Sélectivité	Capacité du catalyseur à activer la transformation vers le produit recherché,
	parmi tous ceux possibles.
	S'exprime en pour cent par rapport à la fraction de réactif transformé (ou
	aux produits formés).
Stabilité	S'exprime par la durée (minutes, heures, mois, années) pendant laquelle le
	catalyseur maintient l'activité et/ou la sélectivité visées.

• L'activité : d'un catalyseur exprime la vitesse de transformation des réactifs dans des conditions opératoires données. Une bonne activité se traduit par une vitesse de réaction élevée permettant soit d'utiliser peu de catalyseurs, soit d'opérer dans des conditions peu sévères et notamment à une température relativement basse.

- La sélectivité : caractérise l'aptitude d'un catalyseur à activer essentiellement la transformation des réactifs vers le produit recherché parmi tous ceux dont la formation est possible. Une sélectivité élevée permet d'obtenir de bons rendements dans le produit désiré, en rendant minimum les réactions parasites.
- La stabilité : est définie par le temps pendant lequel l'activité et la sélectivité du catalyseur restent inchangées. En effet, ces propriétés évoluent plus ou moins vite dans le temps.

II.4.4.2. Caractéristiques intrinsèques

L'activité, la sélectivité et la stabilité du catalyseur résulte de deux grandes classes de caractéristiques intrinsèques.

a. Les propriétés structurales

La qualité de sites dispersés sur la surface active, dont dépend l'acte catalytique proprement dit, est déterminée par les caractéristiques de la phase active accessible (structure, composition chimique locale, défauts). Ces caractéristiques déterminent ellesmêmes les caractéristiques intrinsèques des sites accessibles (nature, force, densité, stabilité, etc.).

a. Les propriétés texturales

Ces propriétés régissent les possibilités d'accès des réactifs (par diffusion) jusqu'aux sites précités, ainsi que symétriquement, les possibilités d'évacuation par diffusion des produits de réaction à l'extérieur. La texture du catalyseur est déterminée par la surface spécifique totale, la surface spécifique active (exprimée en pour cent d'accessibilité pour les métaux dispersés) le volume accessible des pores, les dimensions et la distribution en taille des pores, et enfin l'inter-connectivité du réseau poreux .

II.4.4.3. Caractéristiques non catalytiques

Il s'agit essentiellement de la morphologie du catalyseur, de ses propriétés mécaniques et de ses propriétés thermiques. Les caractéristiques morphologiques externes du catalyseur :

Forme, et granulométrie, sont dictés par une commande de procédé catalytique qui l'emploie. La forme sphérique est recommandée pour les lits fluidisés. Dans un lit fixe, les catalyseurs sont constitués d'extrudés, de billes, de pastilles ou présentent des morphologies particulières (anneaux, monolithes) lorsque la perte de charge doit être minimum.

a. Les propriétés mécaniques

au cours de son existence, le catalyseur est soumis à des contraintes mécaniques diverses (productions, transport, stockage, chargement dans le réacteur, démarrages et arrêts de l'unité, déchargement, régénération hors sites, rechargement, etc.) entraînant des phénomènes de casse, d'abrasion et d'attrition. La marche de l'unité constitue parfois une période critique, notamment lorsque le catalyseur circule.

La résistance aux dégradations mécaniques est donc une propriété importante qu'il importe de contrôler.

b. Les propriétés thermiques

dans le cas de réactions à forte thermicité (exo ou endo) une bonne conductivité thermique permet de limiter les gradients de température dans le grain et dans le lit de catalyseur en favorisant les transferts de chaleur.

II.4.4.4. Propriétés physico-chimiques

II.4.4.4.1. Propriétés texturales et leur détermination

Le grain de catalyseur quelque soit sa genèse est constitué d'un assemblage de micrograins eux-mêmes formés par l'enchevêtrement de particules élémentaires (microcristallites, agrégats moléculaires).

Les principales propriétés texturales mesurées sont les surfaces ou aires spécifiques (en m² par g de catalyseur).

Concernant l'aire spécifique, il faudra distinguer la surface totale accessible par une technique d'adsorption physique non sélective et la surface active accessible (métaux, sulfures) qui sera mesurée par une technique d'adsorption chimique sélective, suivie éventuellement d'une titration en retour des sites actifs.

a. L'aire spécifique globale

La méthode la plus courante est celle de BET (Brunauer, Emmer, Teller) fondée sur l'adsorption physique d'un gaz inerte (N_2 , K_r) à température constante, on se place à proximité de la température de liquéfaction de l'adsorbat. Le principe de la mesure consiste à repérer le rapport p/p_0 correspondant à la formation d'une monocouche, à déduire de la transformée linéaire le volume V_m adsorbé puis à le rapporteur au volume moléculaire V_M de l'adsorbat.

On aura:

$$S = {\sigma V_{m}}_{V_{M}} N \qquad (I.1)$$

 σ : aire de la molécule adsorbée (16.2 Å² pour N₂);

V_m: Volume moléculaire de l'adsorbat;

 V_M : Volume adsorbé pour former une monocouche du gaz de volume molaire V_M ;

N: nombre d'Avogadro.

b. La surface active accessible

Les liaisons mises en jeu par adsorption chimiques sont beaucoup plus fortes que dans le cas d'adsorption physique ; les isothermes d'adsorption chimiques sont du type Langmuir. Le palier horizontal correspond à la monocouche d'adsorbat d'où on calcule V_m (volume adsorbé). La stœchiométrie n de la réaction de chimisorption étant connue (nombre d'atomes métalliques nécessaire pour chimisorber une molécule d'adsorbat).

II.5. Le cycle catalytique

Du moment que la réaction catalytique ne peut avoir lieu dans tout le volume de la phase fluide, mais à l'interface solide-fluide, la formation des espèces adsorbés actives ce qui résulte un transport des molécules vers la surface du site actif. La réaction de surface donne des produits qui doivent d'abord se détacher (désorption) du solide, puis migrer vers la phase fluide [3].

Le cycle catalytique passe par sept étapes essentielles :

1. Transfert des réactifs vers la surface du solide : la diffusion, processus physique, tend à égaliser les concentrations dans la phase fluide.

Un courant de diffusion s'établit donc au voisinage de l'interface solide/fluide, lorsque la consommation des réactifs sur la surface et la formation de produits provoquent dans cette région des gradients de concentrations.

En régime permanent, le flux J_i (en mole. $S^{-1}.m^{-2}$) d'une substance (vers la surface du catalyseur) est proportionnel au gradient de concentration C_i de cette substance. Le facteur de proportionnalité, appelé coefficient de diffusion est beaucoup plus faible dans les liquides que dans les gaz ;

- 2. Adsorption des réactifs sur le catalyseur : l'adsorption se traduit par des ruptures de liaisons intramoléculaires et il y a formation de liaisons avec la surface. Ces espèces adsorbées constituent des intermédiaires actifs qui, réagissant entre eux, permettront à la réaction de se dérouler suivant un mécanisme différent de l'activation thermique;
- 3. Interaction entre réactifs adsorbés à la surface : il est difficile de connaître les réactions qui se produisent à la surface du catalyseur. En effet, les réactions sont généralement trop rapides malgré les progrès des méthodes analytiques. D'autre part, on n'est jamais certain d'avoir identifié toutes les espèces adsorbées intervenant réellement dans une transformation ;
- 4. Désorption des produits de la surface catalytique : une réaction catalytique est une suite de réactions élémentaires et les sites actifs doivent être régénérés après désorption des produits ;
 - 5. Transfert des produits quittant la surface du catalyseur vers le milieu fluide.

Les étapes 1et 5 correspondent à des processus physique de transfert de matière vers le grain du catalyseur et à l'intérieur de ce grain généralement poreux, les trois autres étapes sont des phénomènes chimiques dont l'ensemble constitue la transformation chimique proprement dite.

Si on considère la couche laminaire immobile entourant le grain catalytique on doit ajouter les deux étapes suivantes au cycle catalytique cité;

- 6. Diffusion externe des réactifs à travers la couche limite qui entoure le grain ;
- 7. Diffusion externe des produits à travers la couche limite vers la phase homogène[1]. Le cycle catalytique avec la phase fluide est représenté sur la figure II.3.

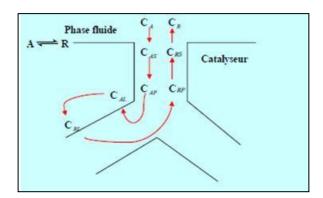


Figure II.3: Le cycle catalytique

CA, CR: concentrations de A (réactif) et R(produit) dans la phase fluide;

CAS,CRS :concentrations de Aet R à la surface du catalyseur ;

CAP,CRP :concentrations de AetR à l'intérieur du catalyseur (pores) ;

CAL CPL :concentrations de A et R sur le site actif L du catalyseur ;

II.6. Causes de la désactivation des catalyseurs

Une perte significative d'activité et/ou de sélectivité entraîne généralement la décharge ou la régénération du catalyseur. Dans tous les cas, cette diminution des performances correspond à une diminution du nombre de sites accessibles pour l'acte catalytique. Cette diminution peut être irréversible ou réversible [3].

La perte d'activité pourra être compensée par une élévation de la température opératoire. À titre d'exemple une augmentation de 10°C de la température opératoire (300-310°C) compense une perte d'activité de 25% si l'incrément thermique apparent est de 84KJ/mole.

Indépendamment du caractère réversible ou irréversible. la désactivation recense trois causes principales :

- Les causes physiques ;
- L'empoisonnement par des impuretés ;
- L'empoisonnement par les réactifs ou les produits de réaction ;

II.6.1. Causes physiques

L'agglomération des cristallites par frittage constitue la principale cause physique du vieillissement des catalyseurs : le frittage entraîne une diminution sensible de la surface active (métaux, sulfures) et parfois de l'aire spécifique totale (supports oxydes) [4].

La fracturation des grains de catalyseur, leur attrition ou leur abrasion entraînent une augmentation de la perte de charge (lit fixe) ou une production de « fines » (lit mobile, lit fluide) incompatible avec la poursuite de l'opération industrielle.

Le bouchage de la macroporosité externe par des impuretés de la charge est une des causes de la désactivation des catalyseurs.

Plus généralement, un dysfonctionnement de l'unité industrielle est souvent à l'origine de désactivations physiques (marche hors conditions opératoires, excursions thermiques, etc.).

II.6.2. Empoisonnement par des impuretés

L'empoisonnement modifiant les sites actifs, il peut soit affecter l'activité (nombre de sites) soit la sélectivité (certains sites) soit les deux.

L'effet d'empoisonnement est spécifique d'une formulation catalytique. Ainsi, en catalyse bi-fonctionnelle métal-acide (reformage, isomérisation). Le chlore est un promoteur d'acidité (il rend aussi le platine thiorésistant) ; mais il est un poison pour d'autres métaux (Ni en vapo-reformage, Cu en conversion basse température de l'oxyde de carbone).

La distribution du poison dans la particule de catalyseur et dans le lit catalytique (cas du lit fixe) est déterminée à la fois par la cinétique d'empoisonnement et par la mobilité du poison [4].

II.6.3. Empoisonnement par les réactifs ou par les produits de réaction

La désactivation par dépôt de coke est l'exemple le plus commun de cette catégorie ; il a fait l'objet de nombreux travaux. Cette désactivation, réversible pour les catalyseurs de craquage catalytique, de reformage catalytique, est limitée dans les autres procédés par ajustement des propriétés acides du support, des propriétés intrinsèques de la phase active et par ajustement des conditions opératoires.

Un composé organométallique présent dans un résidu, charge d'hydrotraitement, peut réagir avec H₂S pour former un sulfure qui modifie les propriétés du catalyseur.

II.7.Les remèdes contre les différentes formes de désactivation

Le dépôt de goudrons, ou de coke, est justiciable d'une régénération par combustion au moyen d'un courant de gaz contenant de l'oxygène. On observe que, fort heureusement, une telle procédure parvient à restaurer l'activité du catalyseur partiellement coké. Un catalyseur de craquage de coupes pétrolières, par exemple, peut supporter ainsi des milliers de cycles réaction-régénération par combustion .

Pour combattre l'empoisonnement, il faut d'abord découvrir la (ou les) substance(s) responsable(s) de l'empoisonnement puis, soit traiter la charge pour en éliminer les composés indésirables, soit mettre en œuvre, si possible, un catalyseur résistant mieux aux poisons, soit encore sacrifier une portion de lit catalytique disposé avant le lit proprement dit.

Les causes physiques doivent être combattues à la racine, car c'est au cours de la mise au point des formules catalytiques que sont testés les différents moyens d'empêcher ces transformations de phase cristallines ou recristallisations.

II.8. Régénération des catalyseurs

Jusqu'en 1971, on distinguait deux types d'unités :

- Les unes semi-régénératives, avec traitement in situ du catalyseur, lors d'arrêts périodiques tous les 6 mois à 1 an.
- Les autres régénératives cycliques, avec utilisation d'un réacteur supplémentaire dit «swing» à même, lors des régénérations, de remplacer successivement chacun des autres réacteurs et d'assurer ainsi une production ininterrompue.

Avec le développement des systèmes catalytiques multi-métalliques est apparue une nouvelle génération de procédés, dits régénératifs. Ils opèrent par soutirage et régénération en continu du catalyseur qui est ensuite recyclé aux réacteurs. Cette technologie s'applique à la production d'essence et spécifiquement celle d'aromatiques ; elle supporte en effet des conditions de traitement plus sévères qui permettent une cyclisation poussée des paraffines, l'élimination par hydrocraquage de celles qui subsistent et l'hydro-désalkylation des composés les plus lourds.

Au terme d'un premier cycle de fonctionnement, un nombre important de catalyseurs industriels sont justiciables d'une régénération. Dans quelques procédés industriels : craquage catalytique, reformage catalytique à régénération continue, la régénération est l'une des étapes du procédé, et n'entraîne aucune intervention spécifique. Dans la majorité des autres cas, le problème se pose de régénérer le catalyseur soit sur le site, c'est-à-dire sans décharger le catalyseur, soit hors site, en faisant appel à des entreprises spécialisées .

II.9. Exemple : Cas du lit fixe semi-régénératif (SR)

On nomme ainsi ce type de procédé, car la régénération du catalyseur entraîne l'arrêt de l'installation à la fin du cycle.

Les unités annexes sont destinées à permettre une utilisation optimale des catalyseurs, et à compenser certains défauts :

✓ Le catalyseur est sensible aux impuretés, composés azotés, oxygénés et soufrés, et métaux, il faut donc prévoir une section de purification de la charge. Cette dernière se fait par un hydrotraitement qui bloque les métaux et produit de l'ammoniac, de l'hydrogène sulfuré et de l'eau qui sont éliminés dans la section de purification (figure II.2). La charge, de plus, peut être traitée sur tamis moléculaire pour retenir les quelques ppm d'eau résiduelle et éventuellement sur une masse de captation des composés sulfurés.

✓ Le catalyseur se désactive rapidement en l'absence d'hydrogène ; cette désactivation est notablement réduite par la présence d'hydrogène ; on impose donc une pression partielle d'hydrogène élevée (H₂/HC > 8 pour un monométallique) par compression et recyclage d'une partie de l'hydrogène produit lors de la réaction. Cet hydrogène peut contenir quelques impuretés, eau, acide chlorhydrique et parfois H₂S et doit être séché, déshydrochloré, et désulfuré sur des masses d'adsorption spécifiques.

 \checkmark Enfin, le catalyseur produit, à côté de l'hydrogène, des hydrocarbures légers C_1 à C_4 qui sont séparés du reformat dans une section de stabilisation. Suivant la pression opératoire et pour obtenir un hydrogène relativement pur et une bonne récupération de l'essence, on sera amené à mettre en œuvre des systèmes de séparation plus ou moins complexes : simple ballon séparateur, systèmes de purification par recontactage, refroidissement poussé, etc .

Le schéma ci-dessous montre le procédé semi- régénératif du catalyseur .

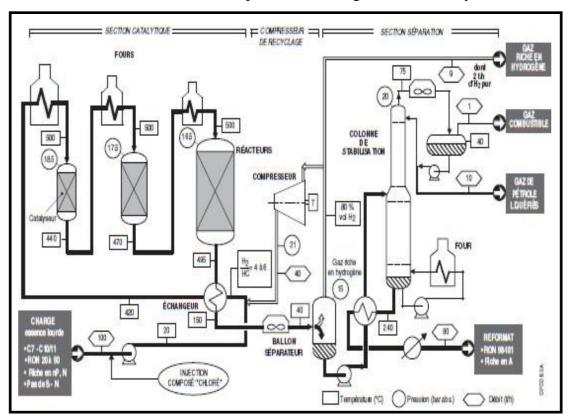


Figure II.4 : Schéma du procédé semi-régénératif

II.10 Conclusion

Les Essences qui proviennent de la distillation primaire contiennent des éléments nocifs ou indésirables (soufre, azote, oxygène, etc...).De plus à cause de faible indice d'octane, elles ne peuvent pas servir pour les moteurs à combustion interne et surtout pas pour ceux qui travaillent dans des conditions encore plus sévères.

Le reformage est employé surtout pour obtenir du reformant à haut indice d'octane, mais étant donné que la raffinerie d'ADRAR est prévue pour la production des produits aromatiques, en plus de celle des carburants, les conditions fonctionnelles du reformage catalytique (magna-forming) sont telles pour améliorer au maximum la production des hydrocarbures aromatiques.

Chapitre III:

Description de la section prétraitement du Naphta

III.1. Introduction:

Les essences qui proviennent de la distillation primaire contiennent des éléments nocifs ou indésirables (soufre, azote, oxygène, etc...).De plus à cause de faible indice d'octane, elles ne peuvent pas servir pour les moteurs à combustion interne et surtout pas pour ceux qui travaillent dans des conditions encore plus sévères.

Le reforming est employé surtout pour obtenir du reformant à haut indice d'octane, mais étant donné que la raffinerie d'Adrar est prévue pour la production des carburants, les conditions fonctionnelles du reforming catalytique sont telles pour améliorer au maximum la production de reformant à plus teneur en aromatiques.

L'unité Reforming de RA1D se compose de deux sections à savoir :

- Section prétraitement.
- Section Reforming.

III.2. Les propriétés physiques de la charge de prétraitement : Le tableau ci-dessous montre les propriétés de la charge prétraitement

Tableau III.1. propriété de la charge prétraitement.

Propriétés	Naphta
Densité a20 C°	0.7154
T.V.R. à 37.8 C°/Kg cm²	
Distillati	ion ASTM
Point initial C°	45
Point final C°	161
Les compose	en % massique
Paraffines	65.4
Naphtènes	30.53
Aromatiques	3.68
Oléfines	0.09
Soufre %poids	0.01
Azote ppm poids	2.5

III.3. Description de la Section Prétraitement :

Cette section contient deux circuits :

- De section préfractionnement.
- De section prétraitement.

3.1. Circuit de la section Préfractionnement :

La charge est aspirée à partir du bac de stockage T-30202/3/4 par la P-30205 /1.2 puis refoulée à travers les échangeurs : (E-202101 / 1-3) de la colonne de préfractionnement pour l'échange de chaleur, puis entre dans la colonne de préfractionnement (C-202101). Les légers

de C-202101 sont refroidis et condensés au aéro-réfrigérant(A-202101) et au condenseur d'eau (E-202107) de la colonne de préfractionnement avant d'entrer dans le ballon de reflux (D-202102) de la colonne de préfractionnement. Le gaz non condensé du (D-202102) est évacué vers fuel gaz, tandis que les composants en phase liquide (naphta léger) sont refoulés par des pompes à reflux (P-202102/1. 2) et puis sont divisé en deux parties ; partie vers stockage et l'autre partie renvoyé au C-202101 sous forme de reflux. Il y a une autre pompe (P-202103/1.2) qui aspire au D-202102 est refoulée vers les échangeurs de chaleur (E-202203 / 1-3) de la colonne de stabilisation le but pour augmente la TVR de charge qui entre de cette colonne. Le schéma ci-dessous montre le circuit de charge dans la section préfractionnement.

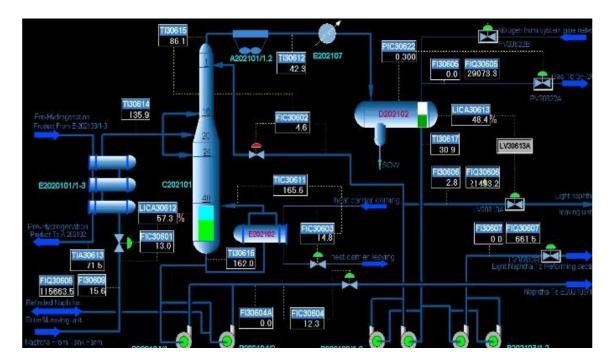


Figure III.1 : Schéma du circuit de charge dans la section préfractionnement.

3.2. Circuit de Section prétraitement :

L'objectif principal de section prétraitement :

L'objectif principal de section prétraitement de naphta consiste à épurer la fraction du naphta pour que celui-ci puisse être utilisé comme charge à section réactionnel. La section hydrotraitement a pour rôle d'éliminer les composants indésirables contenus dans la charge soufre, azote, métaux (As, Pb, Cu, Fe, Ni...) afin de protéger le catalyseur de reforming (à base de platine).

Il s'agit d'un traitement à l'hydrogène qui permet d'éliminer le soufre et l'azote sous forme d'hydrogène sulfuré « H₂S » et d'ammoniac « NH₃ » volatils et en même temps à saturer les oléfines et de piéger les métaux ; pour obtenir des produits de haute qualité.

• Type de catalyseur de section Prétraitement :

Le catalyseur choisi pour cette section est le catalyseur RS-1 se présente sous forme d'extrudé d'alumine de très haute pureté de 1,4 mm de diamètre. Le tableau ci-dessous montre les caractéristique de catalyseur.

Tableau III.2 : caractéristique du catalyseur de la section Prétraitement.

Catalyseur:	Co-w – Ni-Al2O3 (RS-1)
Cataryseur.	C0-W = NI-AI2O3 (NS-1)

Catalyseur :	Co-w – Ni-Al2O3 (RS-1)
	NiO: 2.0
Composition (wt %)	CoO: 0.03
	WO ₃ :19.0
Supporter	Al2O3
Grain mm	Ø1.5
Densité	0.88 kg/l
Rigidités	≥16N/mm
Volume Poreux	0.27 ml/g
Capacité	3.79 t

Description du circuit prétraitement :

Le fond de colonne C-202 101 sont aspirée par des pompes d'alimentation d'hydrogénation (P-202104/1, 2) et refoule à E202103 / 1-3 pour l'échange de chaleur contre les produits de réaction d'hydrogénation avant d'entrer dans le four de pré-hydrogénation (F-202101) où les distillats de fond sont chauffés à la température de réaction T=295°C et acheminés vers un réacteur de pré-hydrogénation (R-202101) pour des réactions de désulfuration

POSITION AND INTERIOR STATE TO THE PROPERTY OF THE PROPERTY OF

Le schéma ci-dessous montre le circuit de charge dans la section prétraitement

Figure II.2 : Schéma du circuit de charge dans la section prétraitement

Les produits ayant réagi entrent dans E-202103 / 1-3 pour échanger de la chaleur contre les distillats de fond et l'hydrogène, puis entrent dans E-202101 / 1-3 pour échanger de la chaleur contre la charge d'alimentation de la colonne de préfractionnement.

* Refroidissement de la charge purifiée :

La charge échange de chaleur est condensée et refroidie par un aéro-réfrigérant de produit de pré-hydrogénation (A-202102) et un condenseur d'eau de produit de pré-hydrogénation (E-202108) avant d'entrer dans le ballon de pré-hydrogénation (D-202103) pour séparer le gaz du liquide. Le gaz séparé est envoyé vers le fuel gaz par des commandes de pression et une alimentation liquide inférieure est envoyée à l'échangeur de chaleur (E-202104 / 1-3) de la colonne vaporisation pour un échange de chaleur contre le flux de distillat inférieur avant d'être acheminé vers la colonne de vaporisation (C- 202102).

Une fois la séparation au sein de la colonne est réalisée, les vapeurs sont refroidies dans l'aéro-réfrigerant A-202 103 et le condenseur à eau E-202 109, le mélange : liquide + gaz est retenu dans le ballon de reflux D-202 104.Les gaz incondensables sont envoyés vers la section désulfuration de l'unité cracking catalytique avant d'être évacués vers le réseau fuel gaz.

Fich 2 202103 130924 57.6 P202105 P202105/2 P202106/1 P202105/2 P202106/1

Le schéma ci-dessous montre le circuit de charge dans la colonne de vaporisation.

Figure III.3 : Schéma du circuit de charge dans la colonne vaporisation

La phase liquide est refoulée par la P-202 105 / 1.2 dans deux directions différentes : vers la tête de la colonne comme reflux (en majorité) et vers l'unité : F.C.C.

Le fond de la colonne qui constitue la charge traité (Refined naphta) passe à ballon désulfuration D-202 105 pour élimine les traces des impuretés resetant et il est refoulée vers la section reforming ou vers le bac de stockage : T-30201.

 Hydrogène de section prétraitement : le tableau ci-dessous montre la composition de l'hydrogène à la section prétraitement.

Composant	H_2	\mathbf{C}_1	C_2	C_3	C ₄	C ₅₊	Total
Mol%	88.59	4.37	3.50	2.13	0.06	1.35	100

Tableau III.3 : Composition de l'hydrogène à la section prétraitement.

Les compresseurs d'hydrogène de section prétraitement sont de type alternatif et entraînés par moteur électrique, on a deux compresseurs. Compresseur en marche et l'autre stand-by.

L'hydrogène qui sortit au D-202 103 va jusqu'à l'entrée du compresseur (K-202 101/1.2) dans ce compresseur en montée la pression au-delà 22 bars ; alors il est refoulée vers l'entrée échangeur de chaleur (E-202 103) dans ce point il mélange avec Le fond de colonne (C-202 101) puis est préchauffé et chauffé à Fours (F-202 101) pour donner la chaleur nécessaire de réaction. Suivant le réacteur (R-202 101) la réaction se fait avec l'excès d'hydrogène.

Le schéma ci-dessous montre le principe du système de prétraitement et circulation d'hydrogène

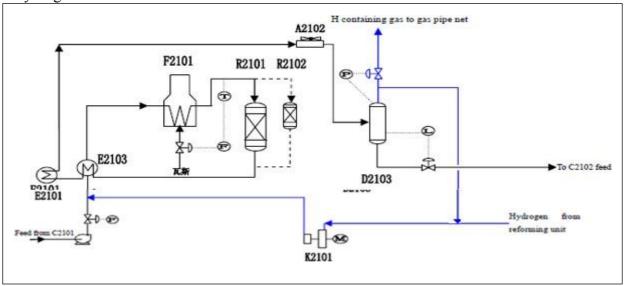


Figure III.4 : Schéma de principe du système de prétraitement et circulation d'hydrogène

Le mélange produit d'après les réactions entrée à deux échangeur E-202 103 et E-202 101 pour cède la chaleur et passe à l'aéro-réfrigérant A-202 102 et à le condenseur à eau E-202 108 puis arrive au D-202 103.

Le réacteur prétraitement est consommé l'hydrogène donc on apporte l'hydrogène de la section reforming à travers le ballon D-202 202 puis ballon D-202 109 (ligne à point). Le schéma ci-dessous montre le circuit de charge du système de prétraitement.

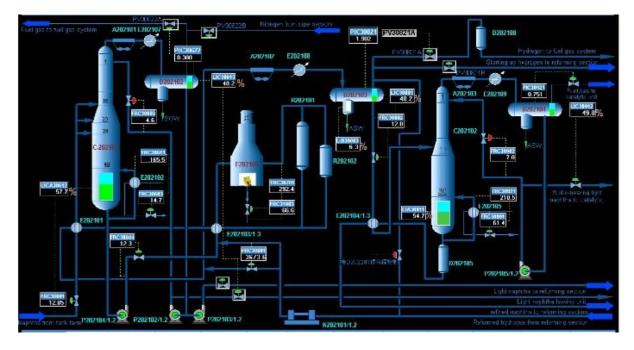


Figure III.5 : Schéma de circuit de charge du système de prétraitement

> Bilan des sections prétraitement et Reforming :

Tableau III.4: Bilan des sections prétraitement et Reforming.

		% (poids)	kg/h	t/j	10 ⁴ t/a
Alimentation	Charge de prétraitement	100.00	12,080	289.92	9.66
Anmentation	Total	100.00	12,080	289.92	9.66
	Gaz riche en H ₂ + pertes	12.38	1,496	35.904	1.20
	GPL	1.36	164	3.94	0.13
Produits	Naphta Léger	2.51	303	7.27	0.24
	Essence stable	83.75	10,117	242.808	8.09
	Total	100.00	12,080	289.92	9.66

III.4. Description de la Section Reforming :

La fond de colonne (C-202 102) est aspire par pompe et avant préchauffé on injectant l'hydrogène de 1^{ère} stade (arrivant de la compresseur section reforming (K-202 201/1)) puis le mélange (naphta traité + Hydrogène) entrée de 1^{ère} chambre de Four (F-202 202) reforming catalytique puis introduit à 1^{ère} réacteur (R-202 201) de même méthode vers 2^{ème} chambre Four (F-202 202) et après vers le 2^{ème} réacteur (R-202 202). Mais le moment ce le mélange sortie à le réacteur (R-202 202) pour entrer du 3^{ème} chambre de Four on injectant l'hydrogène de 2^{ème} stade (arrivant de la compresseur section reforming (K-202 201/2)).

Après le sortie du 3^{ème} chambre de Fours le mélange réactionnelle commence passe successif à le réacteur (R-202 203) 4^{ème} chambre Fours puis réacteur (R-202 204). Pendant passation du naphta traité et l'hydrogène d'une série de réacteurs en amenant la coupe naphta traité la valeur d'indice d'octane avec réaction élémentaire : déshydrogénation, déshydrocyclisation, isomérisation, hydrocraquage.

La charge obtenue d'après ces réactions précédentes est un mélange de : essence stable – GPL – hydrogène – fuel gaz ; son mélange à T=475°C à cède son chaleur et refroidie pour entre à ballon de séparation. De ce ballon partie gaz envoyé en deux sens : hydrogène vers compresseur-fuel gaz vers circuit d'alimentation des Fours d'unité. Quant à la partie liquide, elle est aspirée par la pompe et entre dans la colonne stabilisation (C-202 201) et c'est après l'avoir chauffé. Avec distillation à T= 159°C, P=10 bars en obtenu des coupe pétrolière coupe

légers représente GPL montre en tête de colonne et récupère dans ballon de reflux et coupe lourds représente l'essence stabilisée récupère fond de colonne et envoyée vers le stock. Le principe du processus de section reforming est représenté sur la figure III.6.

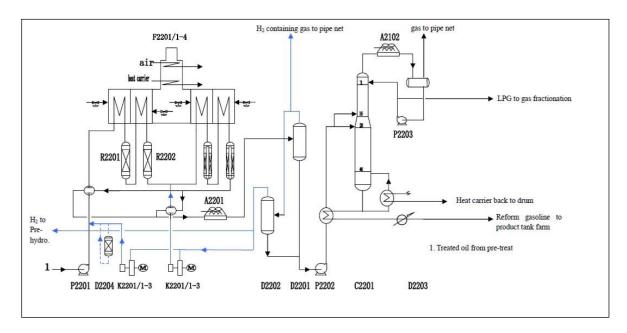


Figure III.6 : Schéma de principe du processus de section reforming

III.5. Paramètres influençant le processus de traitement :

5.1. Température de réaction :

L'augmentation de la température de réaction est favorable à l'accélération de la réaction d'hydrogénation pour enlever les impuretés, cependant une Température trop élevée va accélérer la réaction de craquage et diminuer le taux de liquide, de plus, avec l'accélération de formation du coke la durée de vie du catalyseur va raccourcir.

Le mieux serai donc d'avoir une température moyenne de service et de l'augmenter au fil de l'exploitation à fin de compenser la perte de performance du catalyseur.

5.2. Pression et pression partiel de H₂:

La pression est habituellement maintenue au maximum compatible avec l'équipement, par contre la pression partielle d'hydrogène(H₂) a une grande influence sur les réactions de pré traitement une plus grande pression partielle de l'H₂ faciliteles réactions de prétraitement est diminué le dépôt de coke.

Après constante, il est possible d'augmenter la pression partielle d'H₂ augmentant le débit du gaz d'appoint.

Dans certains cas, la quantité minimale de gaz d'appoint pour obtenir une pression partielle d' H₂ suffisante est qu'il est plus économique d'installer un compresseur de recyclage,

se peur alors faire varier la pression partielle d' H₂ en faisant varier la quantité de gaz de recyclage.

5.3. La vitesse spatiale :

La vitesse spatiale se définie par le rapport du débit horaire de charge sur le volume du catalyseur.

V.V.H =
$$\frac{\text{débit horaire de charge m3/h}}{\text{Volume de catalyseur m3}}$$
 (h⁻¹)

Une faible V.V.H favorise les réactions de prétraitement, il est possible d'agir sur cette vitesse en modifiant le débit de charge ainsi qu'une diminution du débit de charge permettra de réduire la température tandis qu'une augmentation du débit de charge (VVH)nécessitera une augmentation de température.

5.4. Qualité de la charge :

La charge n'est un variable opératoire mais la connaissance de ces caractéristiques ; teneur en soufre, teneur en azote, teneur en composés métallique permet d'agiter les conditions opératoires requises pour obtenir un produit compatible avec les exigences du reforming.

- Parmi ces variables opératoires certains sont choisies à priori et l'opérateur n'a pratiquement aucune influence surelle.
- La charge étant fixée bien souvent, le débit de la charge c'est aussi et par conséquent la VVH, la pression partielle de l' H₂ dépend de la pureté du gaz d'appoint fourni par le reforming on des possibilités du compresseur de recyclage et donc se trouve fixée.

Seul la température reste invariable opératoire et afin d'obtenir la durée de vie maximale pour le catalyseur, il est nécessaire de maintenir la température au réacteur, la plus possible tout en assurant que le produit est aux spécifications.

III.6. Paramètre opératoire :

6.1. Les colonnes :

Le tableau ci-dessous montre les paramètre des colonnes.

Tableau.III.5 : Les paramètres des colonnes

Colonne	N° : Article	Niveaux de plateaux	Températur e de colonne (°C)	T° tète colonne (°C)	P tète colonne (bars)	T° fond colonne (°C)
Préfractionnemen t	C-202 101	16-20-24	159	70	3.5	170
Vaporisation	C-202 102	11	166	91	9	207

6.2. Réacteur R-202 101 :

Le tableau ci-dessous montre les paramètres de réacteur de prétraitement.

Tableau.III.6: Paramètres de réacteur de prétraitement

Réacteur	N° : Article	T (°c) entrée	T (°C) sortie	Pression (bars)
Réacteur	R-202 101	290	289	19
prétraitement	K-202 101	270	20)	1)

6.3. Compresseur:

Le tableau ci-dessous montre les paramètres du compresseur de prétraitement.

Tableau.III.7 : Paramètres du compresseur de prétraitement

Compresseur	N° : Article	P d'aspiration (bars)	P de refoulement (bars)	
Compresseur prétraitement	K-202 101/1.2	12	22	

6.4. Four:

Le tableau ci-dessous montre les paramètre du four de prétraitement.

Tableau.III.8 : Paramètres du four de prétraitement

Four	N° : Article	T d'entrée (°C)	T de sortie (°C)
Four prétraitement	F-202 101	230-253	290-320

6.5. Ballons:

Le tableau ci-dessous montre les paramètres des échangeurs du ballon de prétraitement.

Tableau.III.9: Paramètres du ballon de prétraitement

Ballon	N° : Article	T de ballon (°C)	P de ballon (bars)	Niveaux liquide (%)
Reflux C-202 101	D-202 102	40	3	50±5
Ballon pré- hydrogénation	D-202 103	40	19	50±5
Reflux C-202 102	D-202 104	40	8.5	50±5

6.6. Equipement des échanges de chaleur :

Le tableau ci-dessous montre les paramètres des échangeurs de prétraitement.

Tableau.III.10 : Paramètres des échangeurs de prétraitement

	N°:	N°: T (°C) côté calandre		T (°C)côtétube	
	Article	entrée	sortie	entrée	sortie
	E-202 101	40	159	197	107
Echangeur	E-202 103	156	253	320	197
	E-202 104	40	176	207	86
	E-202 107	60	40	32	42
Condenseur	E-202 108	60	40	32	42
	E-202 109	60	40	32	42
Rebouilleur	E-202 102	178	190	270	219
Keboumeur	E-202 105	209	215	270	250

III.7. Problème

le tableau si dessous présente quelques problèmes au niveau de la raffinerie avec leurs causes et solutions :

Tableau III.11. Quelque problème avec leur cause et solution.

Problème	Cause	Remèdes
La température de sortie de Four augmente rapidement, la température du lit de réacteur augmente.	Le débit H ₂ faible ou la rupture d'alimentation vont provoquer la sur température.	-Augmenter rapidement le volume d'alimentation ou reprendre l'alimentation des matières -réduire rapidement la température du FourK-202101 continue la circulation de tout volume e attendant la reprise de production normale.
Une grande perte de pression du filtre d'alimentation du compresseur d'hydrogène	Le débit de pré- hydrogénation diminue continuellement	Basculer rapidement vers le filtre de réserve et nettoyer le filtre.
Interruption de reflux de la colonne de préfractionnement C202101	La température et la pression de tête de colonne augmentent	Si la pompe de reflux est défaillante, démarrer l'auxiliaire, réduire la température de rebouillage, renforcer le système de refroidissement tête de colonne
Défaillance de compresseur K202101	La température de sortie de Four augmente rapidement, la température du lit catalytique augmente. Débit de gaz d'hydrogène H ₂ est interrompu ou réduit	Démarrez le compresseur de réserve. Appliquer les procédures d'arrêt d'urgence de la section si le démarrage a échoué

Empoisonnement azote	Pureté d'hydrogène réduite. Taux d'azote du Naphta traité supérieur à 0.5 ppm	L'injection de chlore dans les lits catalytiques de la section reforming doit être augmentée tandis que le fonctionnement de la section de prétraitement est amélioré.
Entrainement de l'eau avec la charge	La pression C102 monte rapidement, la température chute.	Procéder au drainage des bacs, et ballon D103.
Empoisonnement au soufre	Taux de soufre du Naphta traité supérieur à 0.5 ppm	Ajuster les conditions opératoires des réactions de la section de prétraitement, Vérifier s'il y a une fuite interne aux niveaux des échangeurs E202103, E202101 et E202104. Remplacement de catalyseurs
La vibration du corps de pompe est violente.	Il y a de l'eau ou de vapeur à l'intérieur du véhicule de haute température.la cavitation de roue à aubes est grave.	Trouver la fuite d'eau et la fuite de vapeur et réaliser le traitement. Trouver l'ajusteur pour remplacer la roue à aubes.
Interruption d'huile de chauffage (Heat Carrier).	Températures des fonds des colonnes C202201, C202101 et C202102 chutes	Si elle est causée par une défaillance de la pompe, démarrez d'urgence la pompe de réserve. Si elle est causée par un blocage du pipeline, ouvrez le by pass de la vanne de commande. Si cela ne fonctionne pas, arrêtez l'unité.

III.8. Démarrage de section prétraitement :

- Préparation avant le démarrage : avant le démarrage on a des étapes qu'on doit les faire comme :
 - Contacter le Melex et les utilités et s'assurer de :
 - La disponibilité des utilités.
 - La mise sous tension des équipements électriques.
 - Vérifier le niveau du bac de naphta traité (T30201).
 - Vérifier que l'eau de refroidissement passe par toutes les pompes, compresseurs et condenseurs.
 - Vérifier que les vannes de garde des brûleurs et pilotes sont fermées.
 - Vérifier que les vannes de garde et by-pass des contrôleurs de température des fours sont isolées.
 - Vérifier ou remplir l'huile de lubrification des équipements tournants (pompes, compresseurs...etc.).
 - Disposer les circuits des produits non conformes.
 - Disposer les bacs (produits non conformes vers stockage, produits vers l'unité).
 - -Alimentation en fuel gaz.
 - -Mise en service du système Heat carrier.
 - -Mise en service De la section de reforming.
- Mise en service De la section de prétraitement : après la préparation de circuit on fait le démarrage de section prétraitement par les étapes suivants :
 - Introduire l'azote par la ligne d'azote à haute pression à l'aspiration du compresseur K-202101/1 et mettre en service ce dernier pour faire circuler l'N₂dans le circuit de prétraitement jusqu'à une pression de 10-12 bars.
 - Une fois la pression de 12 bars est atteinte ; fermer la vanne d'introduction d' N₂ et démarrer ensuite le compresseur K-202101/1 à partir de la salle de contrôle.
 - Tester les vannes à ouverture tout ou rien (XCV) du four F-202101.
 - Faire le test d'explosivité dans le four F-202101.
 - Allumer le four F-202101 et augmenter graduellement la température à raison de 20-25°C/h puis de 40-45 °C/h.
 - Démarrer le réfrigérant à air A-202102.
 - Suivre l'augmentation de température au réacteur R-202101. Lorsque cette dernière atteint 150°C, injecter la charge vers section préfractionnement (démarrer la pompe de charge P30205) puis la relie avec la section prétraitement.
 - Envoyer le naphta léger du fond de ballon D-202102 vers stock et celui du fond de ballon D-202104 vers RFCC.

- Disposer le produit de fond du ballon D-202103 vers le bac de non conforme.
- Mettre en service la pompe P207 pour l'injection de l'inhibiteur de corrosion en tête de la colonne de préfractionnement C-202101.
- A 280°C sortie F-202101 et entrée R-202101, disposer le produit de fond du ballon D-202103 vers la colonne d'évaporation C-202102 et fermer vers le non conforme.
- Disposer le produit de fond de la colonne C-202102 vers le non conforme puis insérer le ballon de désulfuration D-202105.
- Suivre la température de sortie ballon jusqu'à atteint 200°C, Analyser le naphta traité
 à la sortie du ballon de désulfuration D-202105 pour déterminer la teneur en soufre
 et azote (S < 0.5 ppm et N< 0.5 ppm)
- Une fois que la teneur en S et N dans le naphta produit par la section de prétraitement répond aux valeurs ci-dessus, il est envoyé à la section du reforming (Dispose fond C-202102 vers P-202201).
- Procéder au remplissage du bac T30201 en naphta traité à raison de 1t/h. Le circuit prétraitement pendent le redémarrage représenté sur la figure III.7.

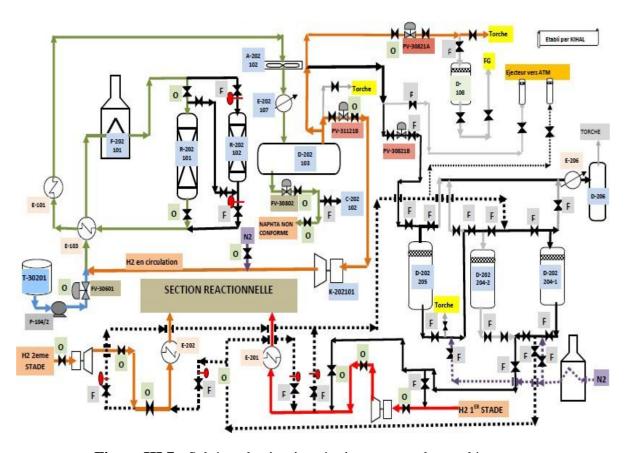


Figure III.7 : Schéma de circuit prétraitement pendent redémarrage

III.9. Le réacteur de la section de prétraitement R-202101 :

Le schéma ci-dessous montre le réacteur de la section prétraitement R101

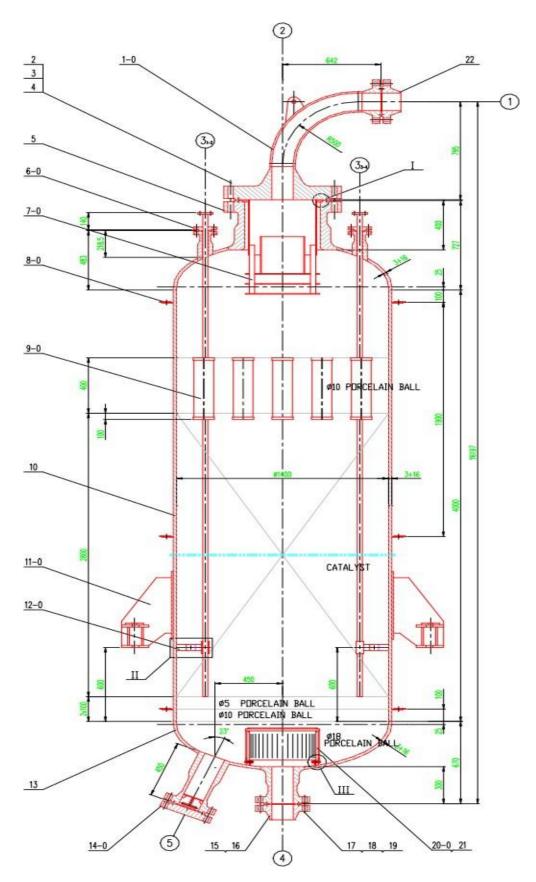


Figure III.8 : Schéma du réacteur de la section de prétraitement R101

Le tableau ci-dessous montre la nomenclature de réacteur.

Tableau III.12 : Nomenclature de réacteur.

N°	Article	Quantité
1	Entrer de la charge	1
2	Trou d'homme	1
31-4	Thermocouple	4
4	Sortie Produit	1
5	Décharge	1
1-0	coude de pipe de Tête	1
2	Clou-boulon	24
3	Ecrou	48
4	Anneau rectangle	1
5	Bride de trou d'homme	1
6-0	Thermocouple	4
7-0	Accès diffuseur	1
8-0	Anneau de support d'isolation	3
9-0	Crud basket	1
10	Enveloppe	1
11-0	Support	4
12-0	Support thermocouple	4
13	Tête	2
14-0	Pipe de décharge de catalyseur	4
15	Bride de pipe	1
16	Bride homologue	1
17	Clou-boulon	24
18	écrou	
19	Anneau rectangle	2
20.0	Anneau de positionnement	1
21	Collecteur de sortie	1
22	Bride d'entré homologue	1

III.10. Les analyses laboratoire de charge prétraitement

Les analyses laboratoire de charge prétraitement sont présentés comme suit sur la figure III.9

My m d h	sample name	pre- tractionation column bottom	refining naptha	reforming producing napthe	stabilky gasoline	light naptha	reforming feedutok tank
density (15	C) kg/m ³			7721	F842		
	IBP	88	87	37	57 19		
	10%	33	36	63	†9		
1	50%	7/3 23 88	117	112/	116		
distillation , "C	90%	150	151	125	160		
	95%						
	EBP	174	\#s_	186	185		
	residue, ml	0.9	0.8	0.8	0.9		
sulfure-con	tent , ppm						
nitrogen co	stent , ppm						
water conf	The state of the s		13.8		011.0		
vapor pres	AND AND ADDRESS OF THE PARTY OF		1111	181. 6	93.9	-	-
octane number				94,5	93.9		
cop							
corrosion , classific	ation (50°C , 3h)						-
doctor test							
actual gum content., mg/100ml				-		-	-
	per , gBr/100g						
arsenic content , ppb						-	
lead content , ppb				-		-	
	ntent , ppb					-	-
refract	on ratio	monitor	+ term	1			

Figure III.9 : schéma des analyses laboratoire de charge prétraitement

Le schéma pèsent des analyses laboratoire de charge prétraitement qui démontre le point initial et le point finale de tous les produits au niveau de l'unité reforming comme le bottom, refind naphta, product, stabilité gasoline.

En plus il présente la quantité de l'eau qui se trouve dans refind naphta 13.8 ppm et présente aussi le nombre d'octane du product 94.5 et stabilité gasoline 93.9

Chapitre IV:

Suivie de l'indice d'octane sur le moteur CFR

IV.1. Introduction

L'indice d'octane mesure la résistance à l'auto-allumage (allumage sans intervention de la bougie) d'un carburant utilisé dans un moteur à allumage commandé.

Ce carburant est très généralement l'essence. On parle assez souvent improprement de capacité antidétonante du carburant pour un carburant d'indice d'octane élevé, un carburant ayant tendance à l'auto-allumage pouvant dans certains cas transiter à la détonation.

Pour mesurer l'indice d'octane du produit à étudier er, par comparaison avec les valeurs obtenues dans la mesure des produits de référence, on connait l'indice d'octane du produit.

Le tableau ci-dessous montre les caractéristique des bases essences.

Tableau IV.1. Caractéristiques des bases essences

	RON	MON	Masse vol (Kg/m³)	TVR (bar)	Benzène (% vol)	Aromatiqu e s (% vol)
Butane	94.3	90	580	4.02	0	0
Essence SR	70	70.8	653	1	0.8	0.8
Solvant légèr	48	40	726	0.3	1.5	6.5
Isomérât	88	85	647	1	0	0
Reformât	98	88	739	0.35	3	70
Naphta Léger	94	84	720	0.59	1.07	18
Naphta lourd	92.5	82.5	8.50	0.01	0	70
Alkylât	96	93	710	0.4	0	0
MTBE	117	0	732.4	0.57	-	-

On conçoit qu'en matière de propriétés physico-chimiques (volatilité, indice d'octane, etc.) le comportement d'un mélange ne soit pas identique à celui que l'on pourrait prévoir par une loi d'additivité linéaire. Pour tenir compte de ces écarts par rapport à l'idéalité, on

introduit la notion d'indices de mélange M.

IV.2. Moteur monocylindrique CFR

Pour déterminer la capacité de résistance au cliquetis d'un carburant donné on utilise un moteur normalisé mis au point par la "COOPERATIVE FUEL RESEARCH" (C.F.R.). C'est un moteur monocylindrique tournant à vitesse constante. Pour faire apparaître ou disparaître le cliquetis on peut agir sur le taux de compression variable grâce au déplacement de l'ensemble cylindre-culasse par rapport au bâti du moteur. La mesure du cliquetis est réalisée par un détecteur dont l'extrémité est placée dans la chambre de combustion. Le signal est amplifié et transmis à un appareil de mesure le «Knockmeter".le principe de fonctionnement d'un moteur monocylindrique (CFR) est représenté dans la figure IV.1.

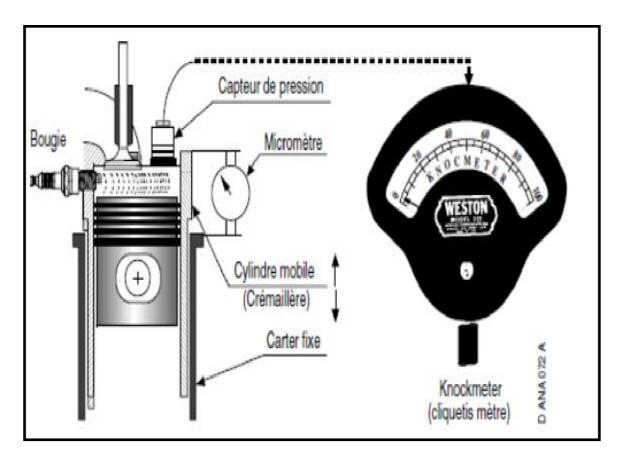


Figure IV.1 Schéma de principe d'un moteur monocylindrique(CFR)

IV.3. Principe de la mesure

on constitue un mélange de 2 carburants étalons qui sont :

- l'heptane-normal qui cliquette facilement, auquel on a affecté l'indice d'octane 0.

- l'isooctane (2, 2,4-triméthylpentane) qui a une très bonne résistance au cliquetis, auquel on a attribué l'indice 100.

Par définition l'indice d'octane de ce carburant est donné par le pourcentage volumique d'isooctane dans le mélange de normal-heptane et d'isooctane On dit ainsi qu'un carburant a un indice d'octane de 96 s'il provoque dans le moteur C.F.R. un cliquetis identique à celui observé pour un mélange de 96 % en volume d'isooctane et de 4 % en volume de normal-heptane.

IV.3.1. Méthodes normalisées (NF M 07-026)

Deux méthodes principales sont utilisées pour les carburants automobiles. Elles différent notamment par la vitesse de rotation du moteur CFR et par la température du mélange carburé à l'admission.

IV.3.1.1. Méthode recherche ou F1

Indice d'octane recherche (RON) La vitesse de rotation est de 600 Tr/mn et le mélange carburé est admis à température ambiante on obtient ainsi l'indice d'octane recherche.

IV.3.1.2. Méthode moteur ou F2

Indice d'octane moteur (MON) : La vitesse de rotation est de 900 Tr/mn et la température du mélange carburé à l'admission et de l'ordre de 150 °c.

IV.3.2. Sensibilité du carburant

Compte tenu des conditions plus sévères de la mesure, l'indice d'octane moteur est généralement inférieur à l'indice d'octane recherche. La différence RON-MON est appelée sensibilité d'un carburant.

IV.4. Le problème de l'indice d'octane des essences

L'indice d'octane est une propriété essentielle des carburants autos. Il caractérise l'aptitude du carburant à brûler correctement dans un moteur à allumage commandé. Elle détermine les qualités de combustion du carburant et ces conditions optimales d'utilisation et il est étroitement associée à la notion de rendement. Le rendement thermodynamique du cycle du moteur croit lorsque l'on augmente le taux de compression, c'est- à- dire le rapport du volume du cylindre lorsque le piston est au point mort bas à celui correspondant au point mort haut. Mais il existe une limite supérieure à cet accroissement du taux de compression, limite au-delà de laquelle le rendement décroît avec apparition d'un bruit de cognement métallique appelé cliquetis (Knock).

La combustion du mélange air- essence, initiée par l'étincelle de la bougie, se propage en ondes concentriques avec une vitesse d'avance du front de flamme de l'ordre de quelques mètres par seconde. Le front de flamme en se développant comprime la partie encore non brûlée des gaz en élevant sa température. Ces conditions de pression et température élevées sont favorables à la formation des composés suroxygénés instables appelés peroxydes. Lorsque leur concentration.

Dans le mélange résiduel imbrûlé atteint une certaine valeur, ils se décomposent brutalement, provoquant une détonation (explosion) caractérisée par une très grande vitesse de propagation de l'onde qui heurte la culasse et la tête du piston avec la force et le bruit d'un coup de marteau (cliquetis).

Les conséquences de ce cliquetis sont d'ordre mécanique et thermique. La détonation engendre des efforts anormaux sur l'embiellage du moteur et des piqûres sur la tête du piston, les moteurs sont en général construits pour résister au cliquetis. Par contre, l'effet thermique est beaucoup plus grave. Le circuit de refroidissement n'est pas calculé pour éliminer la quantité de chaleur libérée brutalement par l'explosion. Le moteur chauffe rendant encore plus favorable les conditions de formation des peroxydes. Le phénomène à tendance à s'entretenir de lui – même. La température peut être telle que les dépôts charbonneux qui existent toujours en particulier sur la tête du piston soient portés au rouge et provoquent ainsi l'auto – allumage par point chaud qui se substitue à la bougie. Le moteur peut continuer à tourner pendant un certain temps quand on coupe le contact. On risque alors le «grippage» (Ralentissement ou arrêt du mouvement de pièces ou organe mécanique provoqué par le frottement et la dilatation des surfaces métalliques mal lubrifiées) du moteur par mauvaise

lubrification à température élevée. Pour un carburant donné, la détonation est liée à l'architecture du moteur ; elle dépend du coefficient de remplissage du cylindre, de la turbulence, de la forme de la culasse, de l'alésage et de la qualité des bougies (culasse hémisphérique). Pour que les essais soient reproductibles, il est nécessaire de bien préciser les conditions opératoires et en particulier le régime de rotation du moteur qui conditionne dans une certaine mesure la turbulence ainsi que le temps de contact de l'oxygène avec les hydrocarbures. Le principe du cycle d'un moteur à quatre temps et et l'évolution de pression dans la cambre de combustion est représenté dans la figure IV.2.

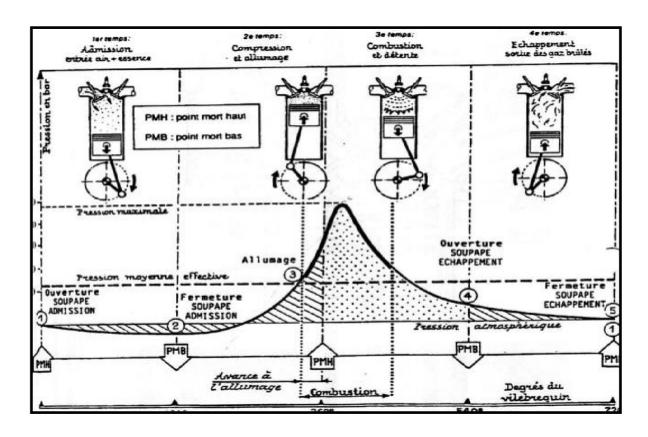


Figure IV.2 : Le principe du cycle d'un moteur à quatre temps et l'évolution de pression dans la chambre de combustion

Dans des conditions de fonctionnement classique, on peut observer les valeurs suivantes : Durée de la combustion : 1à 2 millième de seconde avance à l'allumage : de 4 à 25 de vilebrequin pression maximale de 35 à 50 bars Le cliquetis est dû à une auto inflammation instantanée, en un point de la chambre de combustion, du carburant au lieu que celui-ci subisse une combustion rapide mais progressive avec une propagation normale du front de flamme issu de l'allumage par l'étincelle de la bougie. Le cliquetis apparaît donc dans le mélange carburé qui est atteint en dernier par le front de flamme. Cette partie non encore brûlée, ou charge résiduelle, mélange d'air et de carburant vaporisé, se trouve portée dans

des conditions de pression et de température telles qu'elle peut s'auto enflammer brutalement avant d'être atteinte par le front de flamme. Le principe de fonctionnement d'un moteur est représenté dans la figure IV.3.

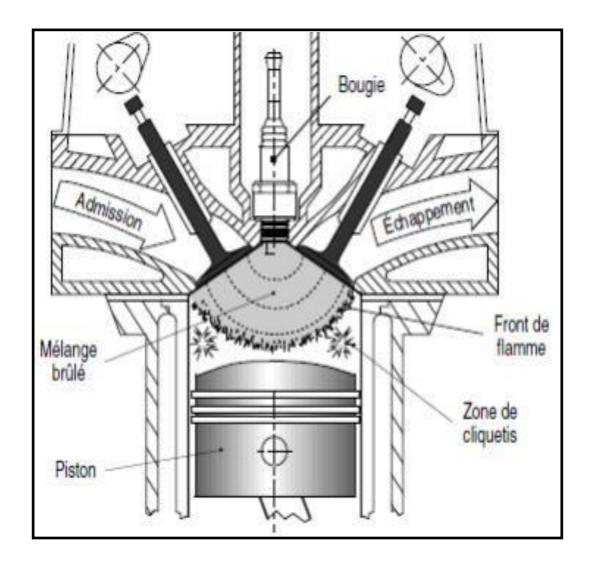


Figure IV.3 : Schéma de principe de fonctionnement d'un moteur.

IV.5. Les valeurs relatives des Indice d'octane des hydrocarbures

Les essences lourdes de distillation provenant directement des pétroles bruts sont riches en paraffines normales et contiennent peu d'aromatiques : leur indice d'octane est donc très faible. Par contre les essences de reformage catalytique (réformât) riches en aromatiques ont des indices d'octane très élevés Les essences de craquage catalytique contiennent une proportion notable d'aromatiques ainsi que des oléfines et des hydrocarbures à chaînes ramifiées. Leurs indices d'octane sont donc assez élevés.

Le tableau ci-dessous situe les valeurs relatives des indices d'octane des différentes familles d'hydrocarbures En fonction des proportions respectives des différentes familles chimiques d'hydrocarbures composant les essences, on obtient des coupes d'indices d'octane très variables ainsi :

Tableau IV.2. Les valeurs relatives des indices d'octane des différentes familles d'hydrocarbures

	←	Produits dans — les craquages			
	PARAFFINES		NAPHTÈNES	AROMATIQUES	OLÉFINES
	Paraffines normales en chaîne droite	Isoparaffines en chaîne ramifiée			
	~~~	$\stackrel{\checkmark}{\checkmark}$	\Diamond		^ ₩
Masse volumique à l'état liquide	faible	faible	moyenne	élevée	faible
Indice d'octane Recherche (RON)	trės faible	élevé	moyen	trės élevė	assez élevé
Sensibilité	très faible	très faible	faible	ėlevėe	très élevée

IV.6. Réglage du moteur et mesure

Pour effectuer des mesures sur le moteur, ce dernier doit être réglé. Pour cela on suit la procédure suivante :

- 1- Observer la pression atmosphérique et noter la correction à appliquer (si nécessaire) pour le réglage de la hauteur du cylindre. Noter la température de chauffage de l'air d'admission.
- 2- Prépare deux carburants de référence (isooctane+Mel80 ou isooctane+n-heptane) de façon à encadrer correctement l'échantillon (ex 94 ; et 96) suivant l'indice d'octane de l'échantillon.
- 3- Remplir la cuve n⁰1 du carburateur avec le carburant de référence le plus faible (94) et la cuve n⁰2 avec le carburant de référence le plus fort (96).
- 4- Régler la hauteur micrométrique du cylindre par rapport au carburant de référence ayant l'indice d'octane le plus faible.
 - Ex: 94=0.454± correction barométrique (si nécessaire).
- 5- Régler la hauteur de cuve n⁰1au niveau 1.7.positionner le robinet sélecteur du carbure sur (1) puis attendre la stabilisation de l'aiguille du knockmeter. Agir ensuite ; niveau par niveau ; en remontant la hauteur de la cuve (niveau visible dans la burette graduée correspondant à cette cuve) afin d d'obtenir une intensité de cliquetis maximum au knockmeter. Quand l'aiguille du knockmeter a atteint sa position maxi et qu'elle tend ensuite à « décrocher » ; revenir sur le niveau de cuve précédent (celui qui a permis d'obtenir la maximum de cliquetis) ; puis régler la position de l'aiguille du knockmeter sur « 50 » (±2) a l'aide du potentiomètre « Meter Reading » (situé sur la détonation meter).
- 6- Régler la hauteur de cuve n⁰2au niveau 1.7.positionner ensuite le robinet sélecteur sur «2» puis attendre la stabilisation de l'aiguille du knockmeter et

Procéder de la même façon que pour la cuve n⁰1 niveau par niveau ; en remontant la hauteur de cuve. Quand l'intensité maxi de cliquetis est atteinte pour la cuve n⁰2 ; **noter la position de l'aiguille du knockmeter ; sans faire le réglage de cette aiguille sur « 50 »**

Le moteur monocylindrique (CFR) est représenté sur la figure IV.4.



Figure IV.4: moteur monocylindrique (CFR)

IV.7. Calcule et contrôle du résultat

Le tableau ci-dessous montre comparaison résultat entre échantillon après contrôle.

Tableau IV.3: Comparaison résultat entre échantillon après contrôle

	1 ^{er} lecture	2 ^{eme} lecture	moyenne
Echantillon	50	49	49.5
1 ^{er} carburant de référence (94)	69	70	69.5
2 ^{eme} carburant de référence (96)	41	41	41

Calcul:
$$(Moy. Ref1- Moy. E) \times 2 + IO Ref 1$$

 $(Moy. Ref1- Moy. Ref2)$

IO Ref 1= indice d'octane du carburant de référence le plus faible.

Moy .E = moyenne des lectures du knockmeter pour l'échantillon.

Moy. Ref1= moyenne des lectures du knockmeter pour le carburant de référence le plus faible.

Moy. Ref2= moyenne des lectures du knockmeter pour le carburant de référence le plus fort (96)

2= facteur invariable ; différence des deux points d'indice d'octane des carburants de référence (pour cet exemple).

Calcule final:

$$\frac{(69.5-49.5)\times 2}{(69.5-41)}$$
 $\Longrightarrow \frac{20\times 2}{28.5}$ $\Longrightarrow \frac{40}{28.5}$ $\Longrightarrow 1.4+94=95.4$

L'indice d'octane mesuré de l'échantillon est ici de 95.4.

Note:

Si on tient compte des « centièmes » ; 95.44 sera égale à 95.4 et 95.45 sera égal à 95.5.

Le tableau ci-dessous présente le NO des bases et essence finie produite au niveau de la RA1D

Tableau IV.4: le NO des bases et essence finie produite au niveau de la RA1D

produits	Nombre d'octane	% en poids	
Naphta charge reforming	48-52	40	
Blender essence	89 minimums	100	
commerciale			
Essence CRU	92-96	40	
Essence RFCC	89-91	50	
Essence Light Naphta	68-78	10	

Avant l'injection de la charge on voit que l'indice d'octane de naphta reforming est 48-52 et après le passage dans la section de prétraitement l'indice d'octane augmente jusqu'à 68-78 pour essence light naphta, à la fin de circuit on obtenue une charge essence CRU qui a un indice d'octane élevé de 92-96 sachant que l'indice d'octane de blender essence commerciale est 89 et l'essence de RFCC est 89-91.

IV.8. Arrêt du moteur

Pour faire l'arrêt du moteur CFR il faux suivre les étapes suivants :

- 1. débloquer le levier d'embase du cylindre (sauf moteurs équipés du variateur électrique de taux de compression).
- 2. décomprimer le cylindre jusqu'à la valeur de 0.600 au micromètre (581 à l'indicateur digital ; si le moteur est équipé du variateur électrique de taux de compression)
- 3. positionner le robinet sélecteur du carburateur entre deux cuves.
- 4. couper l'interrupteur de chauffage de l'air admission (AIR HEATER) sur off puis couper l'interrupteur d'allumage (IGNITION) sur off.
- 5. placer le piston au point mort haut compression à l'aide du volant moteur ou de la clé spéciale de vilebrequin ; à l'avant du moteur : tourner dans le sens de fonctionnement du moteur jusqu'a obtention d'une « résistance »(compression du cylindre)et à partir de ce moment ;placer la poulie sur 0 ou TDC (TOP DEAD CENTER)face à l'index fixe du carter ;ou positionner l'index de la poulie face au capteur magnétique (sous la poulie) si le moteur est équipé de l'indicateur digital d'avance à l'allumage. Dans cette position ; les deux soupapes sont complètement fermer et culbuteurs ne sont plus en contrainte.
- 6. fermer la vanne d'arrivée d'eau sur le moteur (sauf circuit d'eau de refroidissement équipé d'une électrovanne commandée par la mise en marche du moteur)
- 7. vidanger les cuves du carburateur.

IV.9. Conditions opératoires du moteur CFR

Pour assuré la marche normale du moteur CFR et avoir une bonne résultat il faux réglé les paramètres opératoires comme les valeurs suivants :

Vitesse du moteur : 600±6tr/mn (vitesse non ajustable)

Température d'huile carter : 135 ± 15 ${}^{0}\mathbf{F}$ (57±8 ${}^{0}\mathbf{C}$)

Pression d'huile : 25 à 30 psi (1.7à2.1 bar)

Température eau de refroidissement cylindre : $212\pm3^{\circ}$ **F** ($100\pm2^{\circ}$ **c**)

Température air admission : variable suivant pression atmosphérique[15].

IV.10. Conclusion

La mesure des indices d'octane s'effectue au moyen d'un moteur de référence appelé **CFR** (*Coopérative Fuel Research*). Celui-ci présente une structure très robuste afin de résister sans incident à un cliquetis prolongé. Le principe de la méthode consiste à augmenter progressivement le taux de compression du moteur CFR jusqu'à l'obtention d'une intensité «Standard » de cliquetis repérée par un détecteur de pression implanté dans la chambre de combustion. Le taux de compression critique ainsi enregistré est comparé à deux valeurs relevées avec deux mélanges binaire heptane-isooctane de compositions voisines.

Conclusion Générale

Conclusion générale

Touts les procédés de reformage comportent une section de prétraitement afin d'éliminer les composés de la charge nocifs au catalyseur; soufre, azote, métaux. Il s'agit d'une désulfuration, dénitrification, désoxygénation qui se déroule en présence de catalyseurs à base de cobalt, nickel et molybdène sur alumine, à une température de l'ordre de 280 à 320°C, sous une pression 1.9 MPa, avec des VVH de 5 à 7 h-1 (débit volumique horaire par unité de volume de catalyseur) et des taux de recyclage d'hydrogène de 50% en volume.

Le moteur CFR est un moteur monocylindre à allumage commandé et à taux de compression variable. Son dessin et ses caractéristiques de fonctionnement ont été déterminés pour mettre le carburant dans des conditions favorisant l'apparition du cliquetis . il est conçu de façon à supporter en permanence la détonation du carburant.

La mesure de l'indice d'octane d'un carburant sur moteur CFR, consiste à comparer l'intensité de cliquetis de deux carburants de référence dans les conditions ou le carburant à mesurer cliquette à une intensité dites standard.

Références Bibliographiques

Références Bibliographiques

- [1]J .P.WAUQUIER: Procédés de séparation, Editions TECHNIP 1998 Paris.
- [2] P. TROMBOUZE: MATERIELS ET EQUIPEMENTS Editions TECHNIP 1999-Paris.
- [3] A. ROJEY: LE GAZ NATUREL, production, traitement, transport. Editions TACHNIP 1994-Paris.
- [4] Manuel opératoire de l'unité de traitement de Rhoude-Nouss.
- [5] P. WUITHIER: Raffinage et génie chimique, Tome 2eme édition 1972 Paris.
- [6]P. WUITHIER: Raffinage et génie chimique, Tome II 2eme édition 1972 Paris.
- [7] Cours de Raffinage -I- FHC (IGCR02, IGCP02), Boumèrdès 2005-2006.
- [8] Moteur de recherche Google.com (les mots clés : le gaz naturel...).
- [9] A.ROJEY, B.DURAND, C.JAFFRET, S. JULLIAN, M. VALAIS ,Gaz naturel, production, traitement et transport, Publication IFP, édition technip 1994
- [10] Engineering PERRY HAND BOOK, Edition 1972.
- [11] Engineering DATA BOOK NINTH, Edition 1972.
- [12] P.WUITHIER «Le pétrole, raffinage et génie chimique 2»; Edition Technip-Paris; 1972
- [13] Proceeding du Séminaire sur le GPL (Développement, promotion); Alger; Avril 1999.
- [14] Z.HANICHI ; «Optimisation des paramètres de fonctionnement d'une débutaniseure» ; Mémoire de fin d'étude université de BOUMERDES ; 2005.
- [15] A. GOURI, mémoire, Simulation d'un train de traitement de gaz l'aide des outils HYSYS et PRO II, école nationale supérieure polytechnique 2009
- [16] B. Cherief, cours traitement du gaz, IAP (école de Boumerdès, 2013)
- [17]Fiche technique de la département intervention, Raffinerie d'Adrar RA1D