

**MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE**

**UNIVERSITÉ KASDI MERBAH - OUARGLA -**

**FACULTÉ DES SCIENCES APPLIQUÉS**

**DÉPARTEMENT DE GÉNIE DES PROCÉDÉS**



**MEMOIRE**

*En vue de l'obtention du diplôme de Master Académique*

*Spécialité : Génie Des Procédés*

*Option : Analyse et Contrôle de Qualité*

**Présenté par :** ABOURI Roumaïssa et SIAGH Hadjer

**THÈME**

**Production de l'essence sans plomb par amélioration  
du procédé de reforming catalytique (RHM2)**

*Soutenu publiquement Le 30/06/2016*

*Devant le jury composé de :*

Mr.TABCHOUCHE AHMED	MAA	Président
Mr.CHAOUKI MOURAD	MCB	Examineur
M <sup>elle</sup> BOUZIANE KHADIDJA	MAB	Examinatrice
M <sup>elle</sup> CHAOUCH NOURA	MCA	Rapporteur

*Année Universitaire : 2015/2016*



## *Remerciement*

*Avant tout, nous remercions Dieu tout puissant, de nous avoir accordé la force, le courage et les moyens pour la réalisation de ce travail*

*Nous remercions vivement M. Tabchouche Ahmed, (M.A.A) et chef du département Génie des Procédés à la faculté des sciences appliquée à l'université Kasdi Merbah Ouargla de l'honneur qu'il nous a fait en acceptant de présider ce jury.*

*Nos chaleureux remerciements vont à M.<sup>elle</sup> Chaouch Noura (M.C.A) à l'U.K.M. Ouargla d'avoir accepté d'être notre encadreur ainsi que pour ses sérieux conseils et sa bonne orientation.*

*On remercie vivement l'ensemble des membres du jury :*

*M. CHAOUKI Mourad, (M.C.B) à l'U.K.M. Ouargla, qui nous a fait l'honneur de bien vouloir accepter d'examiner ce travail;*

*M.<sup>elle</sup> BOUZIANE Khadidja (M.A.B) à l'U.K.M. Ouargla, pour accepter de faire partie de ce jury ;*

*Une partie de ce travail s'est déroulée, au Laboratoire de la raffinerie RHM2. On tient donc à remercier M. TOUMI Mohamed Saïd (chef de laboratoire de la raffinerie RHM2) qui nous facilite notre travail. M. SALAMA (chef service de RHM2), et M. SAKER MORAD (ingénieur d'exploitation), M. BOUDAHANE MOHAMED, de nous avoir accueillis ainsi que l'ensemble du personnel de la raffinerie.*

*Ainsi à tous les enseignants qui nous ont suivis durant tout le cursus universitaire, et à tous les membres de l'administration de l'université KASDI Merbah qui nous ont aidés*

## *Merci infiniment*





*Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail  
A la mémoire de mes grands-parents et  
ma chère tante Karima (Kika)  
A mes très chers parents qui ont toujours  
été là pour moi.*

*A ma chère sœur Amira et son époux  
Kheireddine  
A mes chers frères Mouadh, Walid et Abd  
elrahmenne*

*A mes grands parents  
A mes chères tantes Nora, Azziza, Salima et  
Zahoua*

*A mes oncles et mes tantes, à toute la  
Famille ABOURI, MAABOUD*

*A mes chères amies: Ahlam, Hind, Hadjer,  
Imen, Halima, djihad, selma, Asma, Amina  
A mon encadreur Chaouch Noura, merci de  
Nous avoir aidés à réaliser ce travail*

*A toute la promotion 2011/2012  
Génie des procédés de  
L'U.K.M. Ouargla*

*Abouri Roumaïssa*





## *Dédicace*

*J'ai le grand honneur de dédier ce  
travail*

*A mon père.*

*A ma mère.*

*A mes frères : Amine, Elhadj.*

*Et mes sœurs : Radhia, Sarah.*

*A mes amis : Afaf, Asma, Chahinase,  
Chrifa, Hanane, Radja et Naïma.*

*A tous les enseignants et  
enseignantes du département de  
génie des procédés.*

*Siagh Hadjer*



## LISTE DES TABLEAUX

N°	Désignation	Page
<b>I.01</b>	Production du pétrole (en millions de tonnes).	04
<b>I.02</b>	Composition du pétrole brut.	05
<b>II.03</b>	Les caractéristiques d'essence éthyles.	09
<b>II.04</b>	Les caractéristiques des essences sans plomb.	10
<b>III.05</b>	Les propriétés physiques du catalyseur HR306.	11
<b>III.06</b>	Performance de catalyseurs RG451.	21
<b>III.07</b>	Caractéristique du catalyseur RG451.	22
<b>III.08</b>	Les bacs de stockage des produits fini et semi fini.	22
<b>IV.09</b>	Liste du matériel réactifs et appareils.	24
<b>IV.10</b>	Analyse de l'essence plombée.	27
<b>IV.11</b>	Analyse de l'essence sans plomb.	27
<b>IV.12</b>	Caractéristique des formulations d'essences.	27
<b>IV.13</b>	Caractéristiques des catalyseurs.	29
<b>IV.14</b>	Bulletin de performances des catalyseurs.	30
<b>IV.15</b>	Caractéristique du catalyseur RG682.A.1.2.	30
<b>IV.16</b>	Nature et propriété de la charge.	31
<b>IV.17</b>	Paramètres de marche de l'unité reforming catalytique avec catalyseur RG682.	31
<b>IV.18</b>	Répartition du catalyseur dans les trois réacteurs.	32
<b>IV.19</b>	Les volumes maximum supportés pour les réacteurs.	32
<b>IV.20</b>	Principales caractéristiques des additifs.	33
<b>IV.21</b>	Effet de l'injection des additifs sur la qualité de l'essence sans plomb.	33
<b>IV.22</b>	Effet de l'injection du butane sur la qualité de l'essence sans plomb.	34

## LISTES DES FIGURES

N°	Désignation	Page
I.01	Procédés de dessalage.	07
I.02	Procédés de distillation atmosphérique.	08
II.03	Procédés d'hydrodésulfuration.	10
II.04	Procédés de reformage catalytique.	11
II.05	La consommation des essences en Algérie en 2012.	16
III.06	Schéma de process de topping RHM2.	18
III.07	Schéma de process de présentation de Naphta.	19
III.08	Schéma de process de reforming catalytique.	20
III.09	Laboratoire centrale de RHM2.	23
III.10	Mesure de densité.	25
III.11	Mesure de TVR.	25
III.12	Distillation ASTM.	26
III.13	Mesure de l'indice d'octane.	26

## LISTE DES ABRÉVIATIONS

ALTEC	Société Algérienne d'Engineering.
ASTM	American Society for Testing and Materials.
CFPA	<a href="#">Centre de Formation Professionnelle et Apprentissage.</a>
C.F.R	Cooperative Fuel Research.
CIS	Complexe Industriel Sud.
DA203	Colonne de stabilisation.
$d_{\text{but}}$	Densité de butane
$d_{\text{ess}}$	Densité d'essence.
$d_{\text{gas}}$	Densité de gazoline.
$d_{\text{PTE}}$	Densité de plomb.
$d_{\text{ref}}$	Densité de reformat.
ENGTP	Entreprise Nationale des Grands Travaux Pétroliers.
GPL 1	Gaz pétrolière liquéfier 1.
GPL 2	Gaz pétrolière liquéfier 2.
H.E	Hydrocarbon Engineering.
Iso	International system organisation.
IFP	Institut Français du Pétrole.
K801	Réacteurs.
K802	Réacteurs.
K803	Réacteurs.
$M_{\text{PTE}}$	Masse de plomb.
$NO_{\text{but}}$	Nombre d'Octane de butane.
$NO_{\text{ess}}$	Nombre d'Octane d'essence.
$NO_{\text{gas}}$	Nombre d'Octane de gazoline
NOM	Nombre d'Octane Moteur.
$NO_{\text{ref}}$	Nombre d'Octane de reformat.
NOR	Nombre d'Octane Research.
PTE	Tétra-Ethyle de Plomb.
P.F	Point Final.

P.I	Point Initial.
Qtte	Quantité total.
RA1G	Raffinerie d'Alger.
RHM1	Raffinerie de Hassi-Messaoud 1.
RHM2	Raffinerie de Hassi-Messaoud 2.
SNREPAL	Société Nationale de Recherche et d'Exploitation de Pétrole en Algérie.
TVR	Tension de Vapeur Reid.
TVR <sub>but</sub>	Tension de Vapeur Reid butane.
TVR <sub>ess</sub>	Tension de Vapeur Reid d'essence.
TVR <sub>gas</sub>	Tension de Vapeur Reid gasoline.
TVR <sub>ref</sub>	Tension de Vapeur Reid de reformat.
U.R.S.S	<a href="#"><u>Union des Républiques Socialistes Soviétiques.</u></a>
UTBS	Unité de Traitement de Brut Sud.
VVH	La vitesse spatiale.
X <sub>but</sub>	Fraction molaire de butane.
X <sub>ess</sub>	Fraction molaire d'essence.
X <sub>gas</sub>	Fraction molaire de gasoline.
X <sub>ref</sub>	Fraction molaire de reformat.



# SOMMAIRE

Introduction générale.....	01
<b>Chapitre I: Notions fondamentale sur le pétrole</b>	
I.1.Pétrole brut.....	03
I.2.Historique.....	03
I.3.Origine de pétrole.....	03
I.4.Principales région productrice.....	04
I.5.La composition de pétrole brut.....	05
I.6.Caractérisation du pétrole.....	05
I.6.1.La densité.....	05
I.6.2.La viscosité.....	06
I.6.3.Le facteur de caractérisation $K_{UOP}$ .....	06
I.7.Raffinage de pétrole.....	07
I.7.1.Définition.....	07
I.7.2.Naissance de l'industrie de raffinage.....	07
I.7.3.Procédés de raffinage de pétrole.....	07
<b>Chapitre II : Généralité sur l'essence</b>	
II.1.Définition de l'essence.....	09
II.2. Caractéristiques des essences.....	09
II.3. Production des essences.....	10
II.3.1. Procédés d'hydrodésulfuration.....	10
II.3.2.Procédés de reformage catalytique.....	11
II.4. Catalyseur.....	11
II.4.1.Définition.....	11
II.4.2.Caractéristiques du catalyseur.....	11
II.4.3.Poisons catalytiques.....	12
II.4.4.Catalyseur de reforming catalytique.....	12
II.4.5.Propriétés catalytiques.....	12
II.4.5.1.Propriétés structurales.....	13
II.4.5.2.Propriétés texturales.....	13

<b>II.5.Additifs.....</b>	<b>13</b>
<b>II.5.1.Avantages du tétra-éthyle.....</b>	<b>13</b>
<b>II.5.2Inconvénients du tétra-éthyle.....</b>	<b>14</b>
<b>II.6. Consommation des essences en Algérie.....</b>	<b>15</b>

### **Chapitre III: Présentation de lieu de travail**

#### **III. Présentation de la nouvelle raffinerie de Hassi-Messaoud**

<b>(RHM2).....</b>	<b>17</b>
<b>III.1.1.Rappel historique.....</b>	<b>17</b>
<b>III.1.2.Unité de raffinage.....</b>	<b>17</b>
<b>III.1.2.1.Section 200 distillation atmosphérique.....</b>	<b>18</b>
<b>III.1.2.2.Section 300 prétraitement du naphta.....</b>	<b>19</b>
<b>III.1.2.3.Section 800 reforming catalytique.....</b>	<b>20</b>
<b>III.1.2.4. performance du catalyseur RG451.....</b>	<b>21</b>
<b>III.1.2.5.Section 900 stockage et utilités .....</b>	<b>22</b>
<b>III.1.2.6.Laboratoire centrale.....</b>	<b>23</b>
<b>III.2.Production d'essence actuel.....</b>	<b>24</b>
<b>III.3.Essais normalisées .....</b>	<b>24</b>
<b>III.3.1.Matériels.....</b>	<b>24</b>
<b>III.3.2. Techniques d'analyses.....</b>	<b>24</b>
<b>III.3.2.1.Mesure de la densité.....</b>	<b>25</b>
<b>III.3.2.2.Mesure de la tension de vapeur Reid (TVR).....</b>	<b>25</b>
<b>III.3.2.3.Distillation ASTM.....</b>	<b>26</b>
<b>III.3.2.4.Mesure de l'indice d'octane.....</b>	<b>26</b>

### **Chapitre IV: Résultats et discussions**

<b>IV.1. Situation actuelle de la production de l'essence au niveau de la nouvelle raffinerie.....</b>	<b>27</b>
<b>IV.1.1Affection de NO après l'élimination de PTE.....</b>	<b>27</b>
<b>IV.1.2.Formulation de l'essence sans plomb.....</b>	<b>27</b>
<b>IV.1.3.Méthodes à envisager.....</b>	<b>28</b>

<b>IV.2.Etude technique du scenario 1.....</b>	<b>29</b>
<b>IV.2.1.Choix de catalyseur .....</b>	<b>29</b>
<b>IV.2.2.Caractérisation du catalyseur RG682.....</b>	<b>30</b>
<b>IV.2.3.Influence du catalyseur RG682 A.1.2.....</b>	<b>31</b>
<b>IV.3.Etude technique du scenario 2.....</b>	<b>33</b>
<b>IV.3.1.Choix de l'additif.....</b>	<b>33</b>
<b>IV.3.2.Effet de l'injection des additives sur la qualité de l'essence sans plomb.....</b>	<b>33</b>
<b>IV.3.3.Effet de l'injection du butane sur la qualité de l'essence sans plomb.....</b>	<b>34</b>
<b>Conclusion.....</b>	<b>35</b>
<b>Références bibliographiques</b>	
<b>Annexes</b>	

# *INTRODUCTION GENERAL*

## **Introduction général**

L'utilisation des carburants a pris une grande importance dans le monde, c'est pour cette raison que les unités de production des carburants constituant le trait dominant du développement de l'industrie du raffinage et figurent parmi les premiers procédés utilisés à grande échelle dans cette industrie. [1]

Le programme de réhabilitation des raffineries en vue de la modernisation et l'adaptation de leurs installations et produits, aux normes internationales et l'augmentation de la capacité de production de l'essence sans plomb, constitue l'une des priorités du secteur pour satisfaire la demande du marché. [2]

L'élimination graduelle de l'essence plombée et la demande accrue d'essence à haut indice d'octane, influent fortement sur l'industrie du raffinage, Les industries pétrolières n'ont pas cessé d'améliorer la qualité des essences depuis l'apparition de l'automobile sur le marché. Les raffineurs ont travaillé de façon ardue et persévérante dans le but de satisfaire la demande croissante du marché en carburant de bonne qualité et quantité importante et répondre aux exigences des normes internationales tout en minimisant les effets nuisibles sur la faune, la flore et la santé humaine.[3]

En Algérie, l'essence plombée représente la majorité de la consommation nationale en essence. La prise de conscience mondiale concernant l'effet nocif du plomb tant sur l'environnement que sur la santé humaine a conduit les gouvernements à engager des études visant l'élimination du plomb de ces essences, en préservant une qualité d'essence convenable.

La présente étude s'inscrit dans ce cadre et est réalisée en collaboration avec la raffinerie de Hassi-Messaoud afin d'apporter des éléments de réponse concernant la procédure à adopter afin de réaliser ce changement. Les objectifs de cette étude, est d'abord l'application de la norme ISO14000. Il s'agit d'une norme environnementale qui exige l'élimination totale de PTE injecté dans les essences ainsi que la fabrication des essences sans plomb avec une quantité satisfaisant les besoins du marché et bien entendu l'économie du pays.

Notre étude portera sur la production d'essence sans plomb au niveau de la nouvelle raffinerie de Hassi-Messaoud (RHM2).

Cette étude est entamée par cette introduction qui donne une idée de l'importance du thème abordé tout en exposant clairement les objectifs visés.

Le premier et le deuxièmes chapitres présentent des généralités sur le pétrole et l'essence ;

Le troisième chapitre décrit les démarches expérimentales adoptées pour l'aboutissement de cette recherche ;

Le quatrième chapitre est consacré à la présentation des résultats obtenus et leurs interprétations en se basant sur les travaux similaires.

Enfin une conclusion récapitulant les principaux résultats ainsi que des recommandations que nous avons jugées utiles.

*chapitre I*

*Notions fondamentales sur le pétrole*

## I.1.Pétrole brut

Le pétrole est un liquide d'origine naturelle, une huile minérale composée d'une multitude de composés organiques, essentiellement des hydrocarbures, piégé dans des formations géologiques particulières. L'exploitation de cette source d'énergie fossile et d'hydrocarbures est l'un des piliers de l'économie industrielle contemporaine, car le pétrole fournit la quasi totalité des carburants liquides. Le pétrole dans son gisement est fréquemment associé à des fractions légères qui se séparent spontanément du liquide à la pression atmosphérique, ainsi que diverses impuretés comme le dioxyde de carbone, sulfure d'hydrogène, l'eau de formation et des traces métalliques. [4]

## I.2.Historique

L'humanité connaît le pétrole depuis les temps reculés. On l'emploie comme matière incendiaire (Babylonie, Byzance), on s'en enduit avant de se mettre en campagne (indiens).

Dès le XVIII<sup>e</sup> siècle, le pétrole lampant est utilisé pour éclairer les maisons et les rues. Enfin avec l'apparition du moteur à explosion en XIX<sup>e</sup> siècle le pétrole devient source de carburants pour les divers transports.

A partir de 1950 le pétrole brut est exploité d'abord en Roumanie, puis aux États-Unis, dans l'État de Pennsylvanie. Dès le début du XX<sup>e</sup> siècle, il devient une matière première mondialement stratégique aux niveaux économique et politique. La période entre 1950 et 1970 est imprégnée d'une série de grandes découvertes de gisements, principalement au Moyen-Orient, qui font la convoitise des grands pays consommateurs. [5]

## II.3.Origine de pétrole

Parmi les hypothèses de l'origine du pétrole on cite les plus importantes :

**Hypothèse 1 : l'origine minérale (non organique) :** l'hypothèse cosmique de *Sokolov* 1892 : L'apparition des hydrocarbures pétroliers à partir de carbone et d'hydrogène à l'époque de la formation de la terre et des autres planètes du système solaire. Lorsque la terre se consolidait, les hydrocarbures préalablement formés auraient été engloutis par le magma et, une fois le magma refroidi, auraient pénétré par les fissures et fractures dans les roches sédimentaires de l'écorce terrestre. Selon cette hypothèse, le pétrole du sous-sol de la terre serait donc un produit des transformations des hydrocarbures de l'espace que notre planète se serait appropriés avec d'autres éléments de la matière cosmique.

La théorie du carbure de *Mendeleïev* 1877 : la formation du pétrole se présentait à partir d'eau pénétrait à l'intérieure de la terre par des fissures profondes de plusieurs dizaines de



kilomètres. Les carbures métalliques du sous-sol entraînent en réaction avec cette eau et donnaient naissance aux hydrocarbures. [5]

**Hypothèse 2 : l'origine organique :** les preuves de l'origine organique du pétrole résident dans l'existence dans le brut, de molécules optiquement actives, qui ne peuvent avoir été synthétisées que par des être vivants, de porphyrines dérivant de celles de la chlorophylle des plantes ou de l'hémine du sang des animaux et de structures hydrocarbonées vestiges de molécules typiques de la matière vivante. [6]

#### I.4.Principales régions productrices

Les gisements pétroliers les plus importants se trouvent en Arabie Saoudite, au Koweït, en Irak, au Venezuela, en Algérie, en Iran. L'Union Soviétique possède d'importants gisements de pétrole dans le bassin de la Volga et de l'Oural, en Sibérie occidentale, au Caucase septentrional, dans la République autonome des Komis.

C'est en XIX<sup>e</sup> siècle que commence l'extraction industrielle du pétrole gisant dans le sous-sol terrestre. La production pétrolière connaît une croissance accélérée dans la seconde moitié du XX<sup>e</sup> siècle. Entre 1950 et 1975, la production mondiale doublait tous les dix ans (Tableau 1), mais au cours de ces dernières années on assiste à un ralentissement.

**Tableau I.01: Production du pétrole (en millions de tonnes). [5]**

Années	1950	1960	1972	1980*
<b>U.R.S.S</b>	39	148	402	603
<b>Etats-Unis</b>	266	347	467	429
<b>Canada</b>	4	26	73	89
<b>Venezuela</b>	73	149	168	113
<b>Arabie Saoudite</b>	27	62	286	495
<b>Iran</b>	33	52	252	74
<b>Koweït</b>	17	82	151	86
<b>Irak</b>	7	48	70	138
<b>Libye</b>	0	0	106	86
<b>Nigeria</b>	0	1	90	101
<b>Algérie</b>	0	9	50	45
<b>Indonésie</b>	7	21	54	78
<b>Total</b>	524	1060	2520	3071

\*avec le condensat de gaz

## I.5.Composition du pétrole brut

La composition initiale du pétrole dépend de sa provenance. Il s'agit bien entendu d'un mélange de plusieurs centaines de produits différents (tableau 02), allant du gaz méthane jusqu'au résidu bitumeux ayant des caractéristiques physico-chimiques différentes.

**Tableau I.02: Composition du pétrole brut. [7]**

Les composés			
Constituants purs			Chimiquement mal définis
Les hydrocarbures		Autres composés	
Composés	Formules	Organiques hétéroatomiques	Organométalliques
Paraffines	$C_nH_{2n+2}$	Soufrés	Nickel
Naphtènes	$C_nH_{2n}$	Oxygénés	Vanadium
Aromatiques	$C_nH_{2n-6}$	Azotés	

## I.6.Caractérisation du pétrole

La connaissance des caractéristiques physico-chimiques globales des pétroles bruts va conditionner le traitement initial (séparation des gaz associés et stabilisation sur le champ de production), le transport, le stockage, et bien entendu, le prix. [7]

### I.6.1.La densité

La densité est le rapport entre la masse volumique de l'hydrocarbure à 15°C et celle de l'eau à 4°C. On peut déterminer la densité à n'importe quelle température selon la formule :

$$d_4^{15} = d_4^t + \gamma (t - 15) \quad (I.1)$$

Ou :

- $d_4^t$  : densité à la température de l'essai.
- $\gamma$  : coefficient de dilatation volumétrique.
- $t$  : température de l'essai en degrés Celsius.

Généralement, les pétroles bruts sont classés en fonction de la densité en quatre grandes catégories :

- Les brutes légères :  $d_4^{15} < 0.825$ .
- Les brutes moyens :  $0.825 < d_4^{15} < 0.875$ .
- Les bruts lourds :  $0.875 < d_4^{15} < 1.000$ .
- Les bruts extra lourds :  $d_4^{15} > 1.000$ . [7]

### I.6.2. La viscosité

La viscosité traduit la résistance qu'apportent les molécules à une force tendant à les déplacer les unes par rapport aux autres.

$$\mu = \frac{F \, dx}{S \, dv} \quad (\text{I.2})$$

Ou :

- F : force.
- dx : longueur.
- S : surface.
- dv : vitesse. [8]

### I.6.3. Le facteur de caractérisation $k_{uop}$

Le facteur de caractérisation  $k_{uop}$  a été introduit par les chercheurs de la société "Universal Oil Products ". Il repose sur les constatations que la densité des hydrocarbures est liée à leur rapport H/C (donc à leur caractère chimique) et que leur point d'ébullition est lié à leur nombre d'atomes de carbone. Il a été ainsi défini un facteur de caractérisation  $k_{uop}$  pour les coups purs faisant intervenir uniquement leur point d'ébullition et leur masse volumique.

$$K_{uop} = \frac{\left(\frac{T}{1.8}\right)^{1/3}}{S} \quad (\text{I.3})$$

Ou :

- T : température d'ébullition en Kelvin.
- S: densité standard  $S = 1.002 \, d_4^{15}$ . [7]

Chaque famille d'hydrocarbure possède une valeur caractéristique de ce facteur :

- $K_{UOP} = 13$  : pour les paraffines et iso-paraffines.
- $K_{UOP} = 12$  : pour les hydrocarbures mixtes à cycles.
- $K_{UOP} = 11$  : pour les cyclanes et les aromatiques légèrement substitués.
- $K_{UOP} = 10$  : pour les aromatiques. [5]

## I.7.RAFFINAGE DU PETROLE

### I.7.1.Définition

Le raffinage du pétrole débute par la distillation, ou fractionnement, du pétrole brut en vue de le séparer en différents groupes d'hydrocarbures. Les produits obtenus dépendent directement des caractéristiques du brut traité. On transforme ensuite la plupart de ces produits de distillation en produits plus facilement utilisables, en modifiant leurs structures physique et moléculaire par craquage, reformage et par d'autres procédés de conversion, puis on soumet les produits obtenus à divers procédés de traitement et de séparation tels que l'extraction, l'hydrocraquage et l'adoucissement pour aboutir aux produits finis. [9]

### I.7.2.Naissance de l'industrie du raffinage

Au cours du XVIII<sup>e</sup> siècle le pétrole acquiert une valeur industrielle. En Russie, la première raffinerie fut construite en 1745 sur l'OUKHTA. En 1821-1823, les frères *Doubinine* créent une première distillerie industrielle aux alentours de la ville Mozdok (Caucase Nord). Aux Etats-Unis, la première distillerie apparaît en 1860 à Titusville (Pennsylvanie). [5]

En Algérie les deux premières raffineries d'Alger RA1G et Hassi-Messaoud RHM1 mise en service en 1964. [10] [11]

### I.7.3. Procédés de raffinage du pétrole

Le pétrole brut contient souvent de l'eau, des sels inorganiques, des solides en suspension et des traces de métaux solubles dans l'eau. La première étape du raffinage commence par le dessalage (déshydratation) pour réduire la corrosion, le colmatage et l'encrassement des installations et empêcher l'empoisonnement des catalyseurs dans les unités de production. [9]

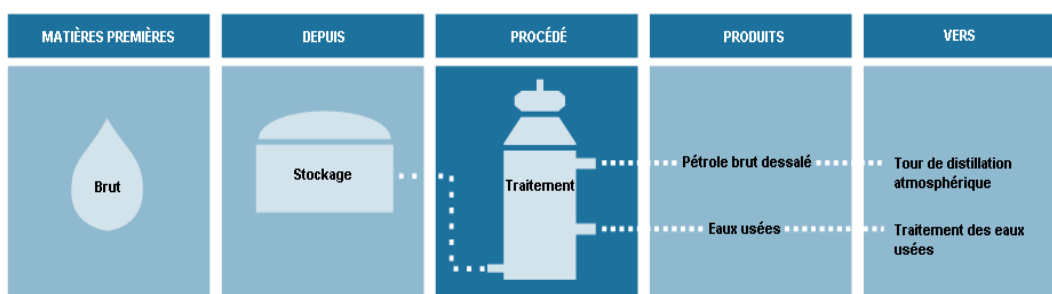


Figure I.01: Procédé de dessalage (prétraitement). [12]

Dans les tours de distillation atmosphérique, le pétrole brut dessalé est préchauffé en utilisant la chaleur recyclée provenant des procédés. Cette charge est ensuite acheminée vers un réchauffeur à chauffage direct, puis vers le bas d'une colonne de distillation verticale, à des pressions légèrement supérieures à la pression atmosphérique et à des températures allant de 343 °C à 371 °C, pour éviter tout craquage thermique indésirable qui se peut se produire à des températures plus élevées. Les fractions légères (à bas point d'ébullition) se diffusent dans la partie supérieure de la tour, d'où elles sont soutirées en continu et acheminées vers d'autres unités en vue de subir un traitement plus poussé avant d'être mélangées et distribuées.

Les fractions ayant les points d'ébullition les plus bas, comme le gaz combustible et le naphta léger, sont soutirées au sommet de la tour sous forme de vapeurs. Le naphta, ou essence de distillation directe, est repris à la partie supérieure de la tour comme produit de tête. Ces produits sont utilisés comme matières premières et de reformage, essences de base, solvants et gaz de pétrole liquéfiés.

Les fractions ayant un intervalle d'ébullition intermédiaire, dont le gazole, le naphta lourd et les distillats, sont soutirées latéralement dans la section médiane de la tour. Elles sont soumises à des opérations de finition en vue d'être utilisées comme kérosène, carburant diesel, mazout, carburateurs, matières premières des unités de craquage catalytique et essences de base. Certaines de ces fractions liquides sont débarrassées de leurs produits plus légers qui sont réinjectés dans la tour comme reflux descendants.

Les fractions plus lourdes à point d'ébullition plus élevé (appelées résidus, queues de distillation ou résidus de première distillation) qui se condensent ou qui restent dans la partie inférieure de la tour sont utilisées comme fiouls ou matières premières pour les unités de production de bitume ou de craquage, ou sont acheminées vers un réchauffeur et une tour de distillation sous vide pour subir un fractionnement plus poussé. [9]

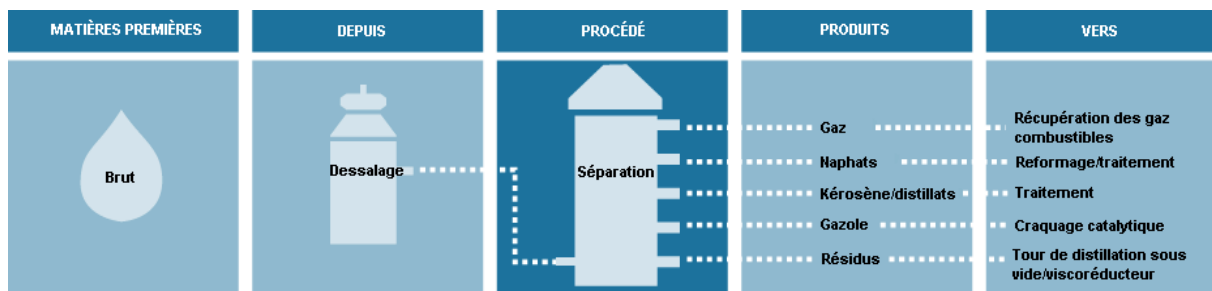


Figure I.02: Procédé de distillation atmosphérique. [12]

*chapitre II*  
*généralités sur l'essence*

## II.1.Définition de l'essence

L'essence est un liquide inflammable, issu de la distillation du pétrole, utilisé comme carburant dans les moteurs à combustion interne. C'est un mélange d'hydrocarbures, auxquels peuvent être ajoutés des additifs. On y trouve en moyenne :

- 20 % à 30 % d'alcane, hydrocarbures saturés ;
- 5 % de cycloalcanes, hydrocarbures saturés cycliques ;
- 30 % à 45 % d'alcènes, hydrocarbures insaturés ;
- 30 % à 45 % d'hydrocarbures aromatiques, de la famille du benzène. [13]

## II.2.Caractéristiques des essences

L'essence a longtemps été la partie la mieux valorisée du pétrole : on avait donc tendance à favoriser les bruts légers, conduisant facilement à des coupes à haut indice d'octane. Au contraire, les bruts lourds qui contiennent plus de composés à longue chaîne, étaient mal valorisés, et nécessitaient des traitements supplémentaires pour casser ces molécules et en faire des produits vendables. Les impuretés telles que le soufre sont particulièrement peu souhaitées, elles font donc l'objet de traitements spécifiques supplémentaires, ce qui ajoute au coût de traitement. Les spécifications de l'essence éthyle et de l'essence sans plomb sont représentées dans les tableaux suivants :

**Tableau II.03: Caractéristique de l'essence éthyle. [14]**

Caractéristiques moyennes	Essence normale	Supercarburant
Densité à 15°C	0.7259	0.7685
T.V.R. (Hiver/Été) bars à 37.8°C	0.6 5/0.80	0.65/0.80
Corrosion lame cuivre	1a	1a
Doctor Test	N	N
Gommes actuelles mg/100 cc	0.41	0.53
PTE % Poids	0.04	0.04
N.O.R.	90.0	96.4
Distillation ASTM P.I. °C	34	38
10%	51	62
20%	60	75
30%	68	89
50%	89	112
65%	107	128
70%	113	134
90%	148	157
95%	164	174
P.F	178	182
% distillé	98	98
% pertes	02	02
Teneur en soufre Ppm	100	100
Teneur en plomb g/l	0.4	0.4
Masse volumique Kg/m <sup>3</sup>	710- 765	730-770

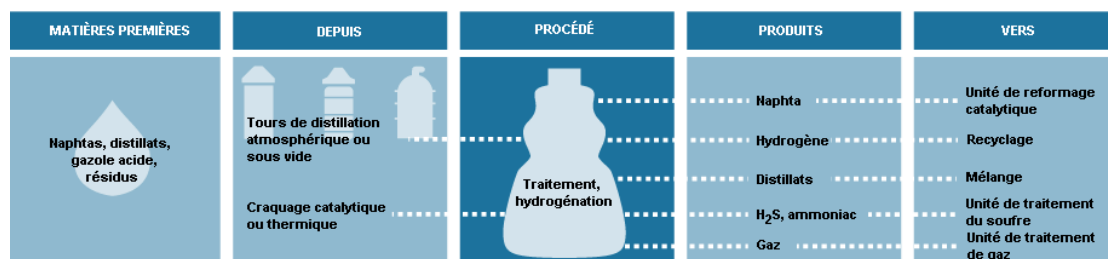
**Tableau II.04: Caractéristique de l'essence sans plomb. [15]**

Caractéristiques moyennes	Essence sans plomb
<b>Densité</b>	<b>0.65</b>
<b>Masse volumique</b>	725/ 780
<b>RON</b>	95
<b>MON</b>	85
<b>Benzène % Vol</b>	5
<b>T.V.R. (Hiver/Été) bars à 37.8°C</b>	0.65/ 0.8
<b>Distillation ASTM °C</b>	
<b>15%</b>	70
<b>40%</b>	100
<b>85%</b>	180
<b>90%</b>	210
<b>Point final</b>	215
<b>Teneur en soufre (ppm)</b>	100

## II.3. Production des essences

### III.3.1. Procédé d'hydrodésulfuration

Dans l'hydrodésulfuration catalytique, la charge est désaérée, mélangée à de l'hydrogène, préchauffée, puis introduite sous haute pression dans un réacteur catalytique à lit fixe. L'hydrogène est séparé et recyclé, puis le produit est stabilisé dans une colonne d'épuisement, dont on soutire les fractions légères. Au cours de cette opération, les composés soufrés et azotés présents dans la charge sont convertis en sulfure d'hydrogène ( $H_2S$ ) et en ammoniac ( $NH_3$ ). Le sulfure d'hydrogène et l'ammoniac résiduels sont enlevés par entraînement à la vapeur, passage dans un séparateur haute et basse pression ou lavage dans une solution d'amines, ce qui permet d'obtenir un mélange très riche en sulfure d'hydrogène dont il est possible d'extraire le soufre élémentaire. [9]

**Figure II.03: Procédé d'hydrodésulfuration. [12]**



### II.3.2. procédés de reformage catalytique

La charge de naphta désulfuré est acheminée dans l'unité de reformage catalytique où elle est chauffée jusqu'à vaporisation, puis envoyée dans un réacteur comportant un lit fixe de catalyseur métallique ou bimétallique contenant une petite quantité de platine, de molybdène, de rhénium ou d'autres métaux nobles. Les deux principales réactions qui se produisent sont la production de composés aromatiques à indice d'octane élevé, par élimination de l'hydrogène des molécules de la charge, et la conversion des paraffines linéaires en paraffines ramifiées ou iso-paraffines. [9]

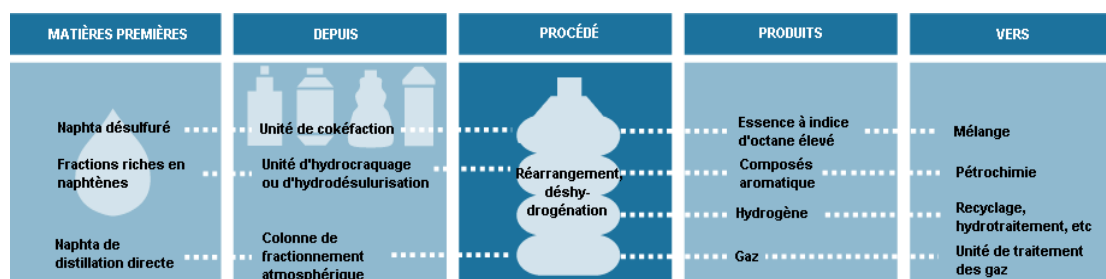


Figure II.04: Procédé de reformage catalytique. [12]

## II.4.Catalyseurs

### II.4.1.Définition

En chimie, un catalyseur est une substance qui augmente la vitesse d'une réaction chimique ; il participe à la réaction mais il ne fait partie ni des produits, ni des réactifs et n'apparaît donc pas dans l'équation bilan de cette réaction. [16]

### II.4.2.Caractéristiques du catalyseur

- ❑ **L'activité** : l'activité d'un catalyseur exprime sous différentes formes 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 opératoires peu sévères et notamment à une température relativement basse.
- ❑ **La sélectivité** : caractérise l'aptitude du 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 fait, ces propriétés évoluent plus ou moins vite dans le temps à cause de la désactivation du catalyseur. [17]

### II.4.3. Poisons catalytiques

En vue d'une bonne maîtrise du processus de production des essences, il est impératif de connaître les poisons qui peuvent endommager les catalyseurs. Il est très sensible à des poisons tels que :

- le soufre et l'azote qui doivent être éliminés préalablement.
- Le coke qui se dépose sur le catalyseur et réduit son efficacité. Le coke doit être éliminé périodiquement. [18]

Ces poisons peuvent se diviser en deux catégories principales :

- Les poisons qui endommagent de façon permanente le catalyseur.
- Les poisons qui endommagent de façon temporaire le catalyseur. [17]

### II.5. Catalyseurs de reforming catalytique

Dans les procédés de reforming catalytiques deux types de catalyseurs sont employés à savoir :

- ◆ Catalyseurs monométalliques comportent du platine sur alumine chloré ( $\text{Pt}/\text{Al}_2\text{O}_3$ ).
- ◆ Catalyseurs bimétalliques comportent du platine associé à un deuxième métal tel que le Rhénium (Rh), L'Iridium (Ir), le Germanium (Ge) ou L'étain (Et). [19]

### II.6. Propriétés catalytiques

- **Platine** : assure les fonctions hydrogénant et déshydrogénant sa proportion est établie de telle sorte à favoriser sa fonction principale et de minimiser les réactions parasites.
- **Rhénium** : assure en plus des fonctions hydrogénant et déshydrogénations une grande stabilité du catalyseur en lui conférant une plus grande résistance aux dépôts progressifs du coke. Ce qui contribue à l'augmentation de sa durée de vie.
- **Support acide** : c'est une alumine de type gamma avec une surface spécifique de  $200 \text{ m}^2/\text{g}$  et une teneur en chlore de 2% en poids. En effet, pour maintenir une acidité optimale du catalyseur un composé à base de chlore ( $\text{CCl}_4$ ) est injecté durant le cycle en amont des réacteurs afin de compenser la perte en charge. L'excès du chlore est corrigé par l'injection de l'eau en formant le groupe (OH). [19]

### II.6.1. Propriétés structurales

Le rapport Pt/Rh : dans le cas d'un catalyseur bimétallique, ce rapport est déterminé à partir de la nature de charge, en général :

- Pt/Rh = 1 pour les charges non sulfurées.
- Pt/Rh < 1 pour les charges sulfurées. [17]

### II.6.2. Propriétés texturales

- **Diamètre des grains** : pour faciliter l'accès des réactifs aux sites actifs répartis sur la surface des pores de la particule, la diminution de diamètre des grains est le moyen le plus efficace.
- **Surface spécifique** : pour avoir un transfert de masse équilibré entre la charge et la surface des grains, la surface d'échange doit être élevée. [17]

### II.7. Additifs

Les essences contiennent toujours des additifs en faible quantité – entre quelques dizaines et quelques centaines de parties par million (ppm). Ce sont notamment :

- ◆ Des colorants (4 mg/l) permettant de distinguer les produits entre eux et d'éviter des mélanges frauduleux.
- ◆ Des anti-oxydants, assurant la bonne conservation des essences au stockage, même si celui-ci est toujours bref (quelques semaines au maximum).
- ◆ Des produits détergents ou surfactants empêchant la formation de dépôts dans le circuit d'admission (injecteurs, tubulure, soupapes) et les chambres de combustion du moteur. Les phénomènes d'encrassement doivent en effet être évités en raison de leurs inconvénients potentiels (perte d'agrément de conduite, augmentation de consommation de carburant et d'émission de polluants, accroissement de la tendance au cliquetis).
- ◆ Des additives anti-récessions des sièges de soupapes dont le plus important est le tétra-éthyle de plomb qui fera l'objet des détails ci-après. [20]

#### II.7.1. Avantages du tétra-éthyle de plomb

Le tétra-éthyle de plomb est ajouté à l'essence, pour deux raisons. Il sert à lubrifier les soupapes des moteurs et surtout a un rôle d'antidétonant, en évitant que le mélange air-essence n'explose trop tôt. Cette caractéristique est symbolisée par «l'indice d'octane». Avec l'évolution des moteurs à essence, la demande en indice d'octane a augmenté (plus l'indice d'octane est élevé, meilleures sont les capacités d'accélération) et l'additif de plomb est devenu de plus en plus nécessaire.

Avant les années 30, l'essence ne contenait pas de plomb, ce qui nécessitait de rectifier les sièges de soupapes (les frettes) et de roder les soupapes tous les 15000 km. L'adjonction de plomb a supprimé cette contrainte. Les particules de plomb se déposant sur les frettes agissaient comme des coussins amortisseurs. L'usure provoquée par le choc soupape/siège avait diminué de manière importante.

Noter que le plomb a également permis d'augmenter l'indice d'octane autorisant ainsi des taux de compression plus élevés et donc de meilleurs rendements des moteurs.

### **II.7.2. Inconvénients du tétra-éthyle de plomb**

L'essence au plomb est un poison pour les pots catalytiques qui permet de convertir les gaz nocifs (hydrocarbures imbrûlés, monoxyde de carbone et oxydes d'azote) en vapeur d'eau, en dioxyde de carbone et en azote. [21]

L'inhalation du plomb peut avoir divers effets toxiques aigus et chroniques [34]. En effet ce métal est un toxique cumulatif. [22] [23] [24]

Généralement 10 % du plomb des solutions aqueuses sont absorbés par voie intestinale chez l'adulte mais peut être supérieure à 50 % chez l'enfant de moins de 5 ans.

Une fois absorbé, 90 % du plomb pénétré dans le sang s'accumule dans le tissu osseux où il prend la place du calcium et de la vitamine D. [22][25][26]

La libération progressive de ce métal dans le corps provoquera des troubles plus ou moins graves, les principaux organes touchés sont les systèmes nerveux, sanguin et rénal. [25][26][35]

Les enfants exposés de manière prolongée à des faibles doses de plomb peuvent développer le saturnisme, Maladie qui se traduit par des troubles cliniques, des anomalies biologiques et des altérations histopathologiques variées. Le plomb perturbe la biosynthèse de l'hémoglobine et diminue la durée de vie des globules rouges par altération de la membrane. Il provoque des douleurs abdominales, constipations, encéphalopathie avec baisse de performances aux tests psychométrique, déficiences intellectuelles, syndromes d'hyperexcitations, anémie et stagnation de la courbe de croissance. [27] [28]

Chez les adultes, des fortes doses de plomb peuvent induire des troubles de reproduction, des insuffisances rénales qui se manifeste par des urémie et créatinémie, l'affection du foie, des anorexies, des anémies, des encéphalopathies et des troubles

neurologiques, visuels et digestifs (vomissements et crampes abdominales).[29][25]  
[26][23][28][33][32]

Lorsque le plomb bloque les groupes thiols libres des enzymes, il en résulte une maladie du sang qui se manifeste par une fatigue, une perte d'appétit, des coliques douloureuses, une blancheur de la peau, un affaiblissement des muscles, des convulsions, une hypercinésie, des états de psychoses et parfois une liserée plombique c'est-à-dire dépôt de sulfure de plomb au bord des gencives. [22][30][28]

Le plomb traverse facilement la barrière placentaire et s'accumule dans l'os foetal, il augmente par conséquent l'incidence des fausses couches et la toxicité foetal. Une consommation journalière de 1 mg de plomb peut provoquer avec le temps la mort subite de l'homme. [27]

Chez les animaux, un taux élevé de plomb provoque une augmentation de l'urée, la créatinine et le glucose dans les urines, une baisse du poids des reins et du poids corporel. [31]

La vie aquatique peut être perturbée à partir de 0.1 mg/l de plomb car des effets toxiques peuvent se manifester chez les poissons à partir d'une concentration de 1 mg/l, toutefois l'action toxique est variable selon l'espèce et le degré de minéralisation de l'eau. A fortes doses, ce métal provoque l'asphyxie des poissons, effet qui diminue avec le taux de calcium dans l'eau. L'activité des bactéries aérobies est complètement arrêtée à des doses supérieures à 0.1 mg/l. [27]

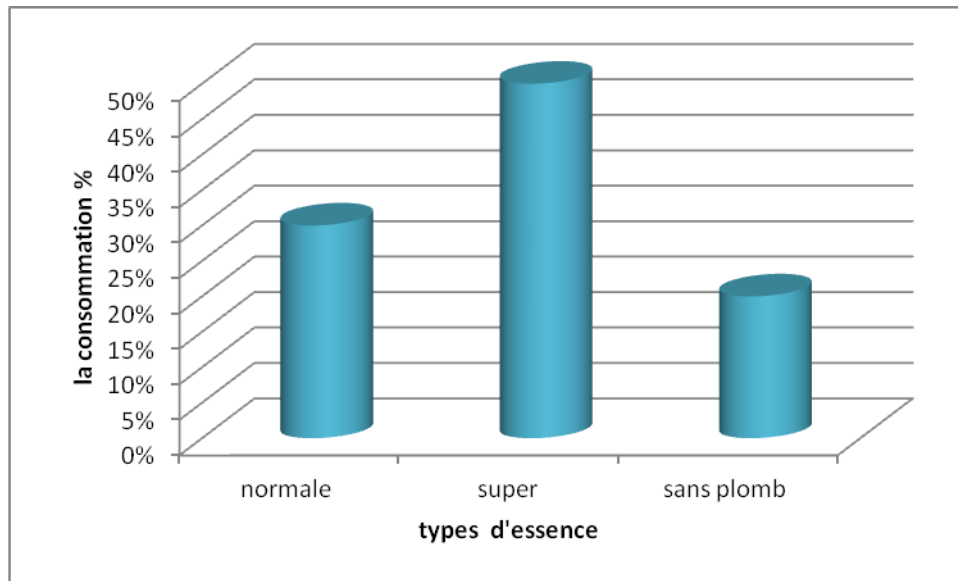
Chez les plantes, des concentrations élevées de plomb peuvent inhiber la croissance cellulaire et empêcher la synthèse de la chlorophylle. [22] [27]

On conçoit donc l'importance des recherches dont la notre menées dans le sens de la production des essences sans plomb.

### **II.8.Consommation des essences en Algérie**

En 2012, Le marché Algérien consomme 3 millions de Tonnes/An d'essences (figure 05), sous trois formes de produits :

- Essence Normale RON 89, éthyliée (900 000 Tonnes / An soit 30 % du marché).
- Essence Super RON 96, éthyliée (1,5 Million Tonnes / An soit 50 % du marché).
- Essence Sans plomb, RON 95 (600 000 Tonnes / An soit 20 % du marché).



**Figure II.05 : Consommation des essences en Algérie, année 2012. [15]**

*chapitre III*  
*Matériels et méthode*

### III.1.Présentations de la nouvelle raffinerie de Hassi-Messaoud (RHM2)

#### III.1.1.Rappel historique

En 1956, la découverte et l'exploitation du champ par les deux compagnies françaises CFPA ( Centre De Formation Professionnelle Et Apprentissage). Au nord et la SNREPAL (Société Nationale de Recherche et d'Exploitation de Pétrole en Algérie). Au sud, a engendré la création de deux centres de production.

Au départ ces centres regroupaient uniquement des installations de séparation, de traitement, de stockage et expédition du pétrole brut, par la suite, d'autres unités de traitement de gaz et de réinjection sont venues s'y greffer pour étendre davantage les centres de production.

L'activité raffinage s'est également développée par la construction de la raffinerie dont le rôle est l'approvisionnement du Sud Est algérien en carburants.

En 1976, l'étude de la Raffinerie RHM2 à été confiée a ALTEC (Société Algérienne d'Engineering) et H.E France (Hydrocarbon Engineering). Le montage a été réalisé par ENGTP (Entreprise Nationale des Grands Travaux Pétroliers).

La RHM2 est conçue pour traiter le brut de provenant du sud de Hassi-Messaoud. Les dates de mise en service des unités de distillation atmosphérique et de reforming catalytique sont Mai et Octobre 1979 respectivement. Elle comporte en plus de l'unité de raffinage un laboratoire central qui assure le contrôle de qualité des différents produits finis. [11]

#### III .1.2.Unité de raffinage

La RHM2 est alimentée en brut à partir de l'unité traitement sud UTBS ou de complexe industriel sud CIS, elle traite annuellement 1 070 000 tonnes (design) pour assurer l'approvisionnement du Sud-est Algérien en carburants : Essences, Kérosène et Gasoil.

La capacité de production design est :

- ◆ Essence super : 42 000 tonnes /an.
- ◆ Essence normale : 42 000 tonnes /an.
- ◆ Kérosène : 40 500 tonnes /an.
- ◆ Gasoil : 412 000 tonnes /an.

La raffinerie se compose des sections suivantes :

- ◆ **Section 200** : Distillation atmosphérique "Topping".
- ◆ **Section 300** : Prétraitement du Naphta.
- ◆ **Section 800** : Reforming catalytique.



◆ **Section 900** : Stockage et utilités. [11]

**III.1.2.1. Section 200** : Distillation atmosphérique "Topping"

L'alimentation de cette unité se fait à partir de brut de Hassi- Messaoud provenant du traitement de complexe industriel sud CIS ou de l'unité de traitement brut sud UTBS où il est déjà traité, la charge entre à température ambiante et à une pression de 4.4 bars et possède une densité d'environ 0.790 – 0.800.

La colonne de distillation produit les coupes suivantes :

- Gazoline.
- Naphta.
- Kérosène.
- Gasoil.
- Résidu. [11]

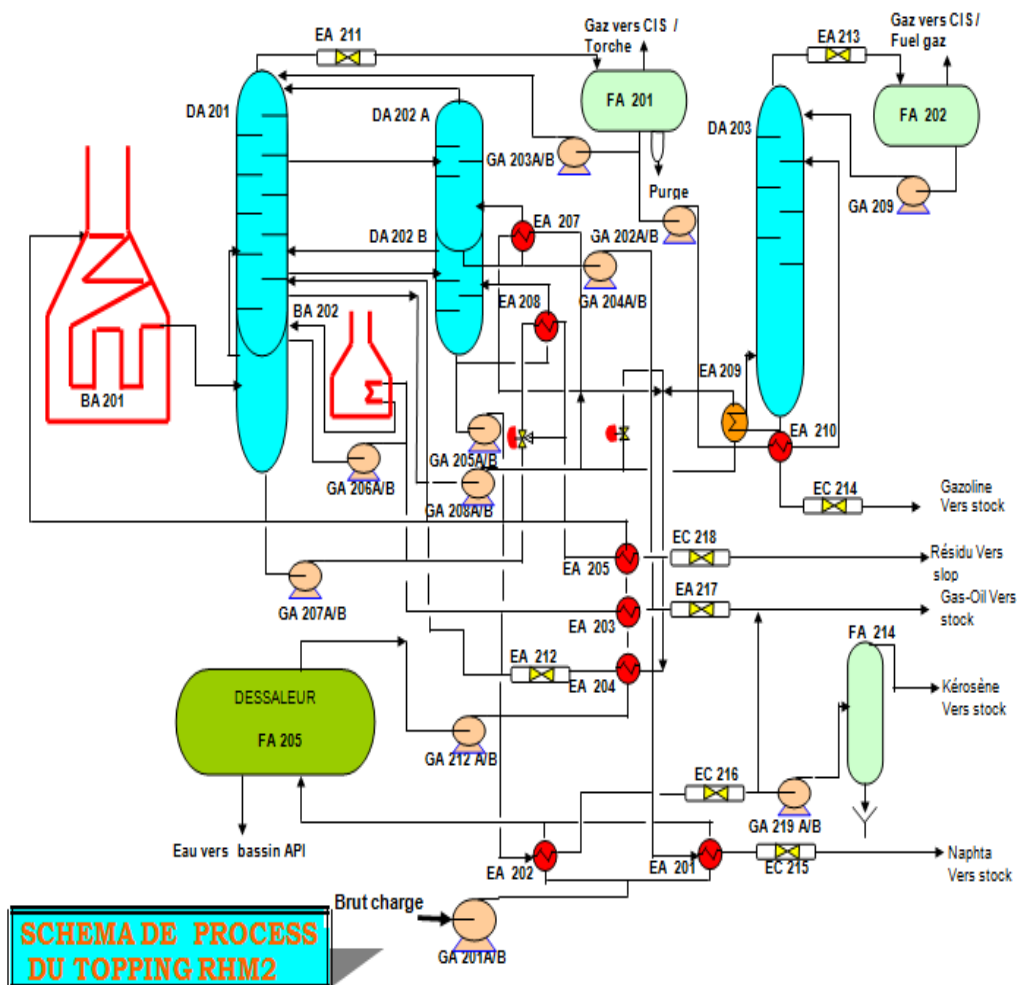


Figure III.06 : Schéma du procédé du topping de RHM2. [11]

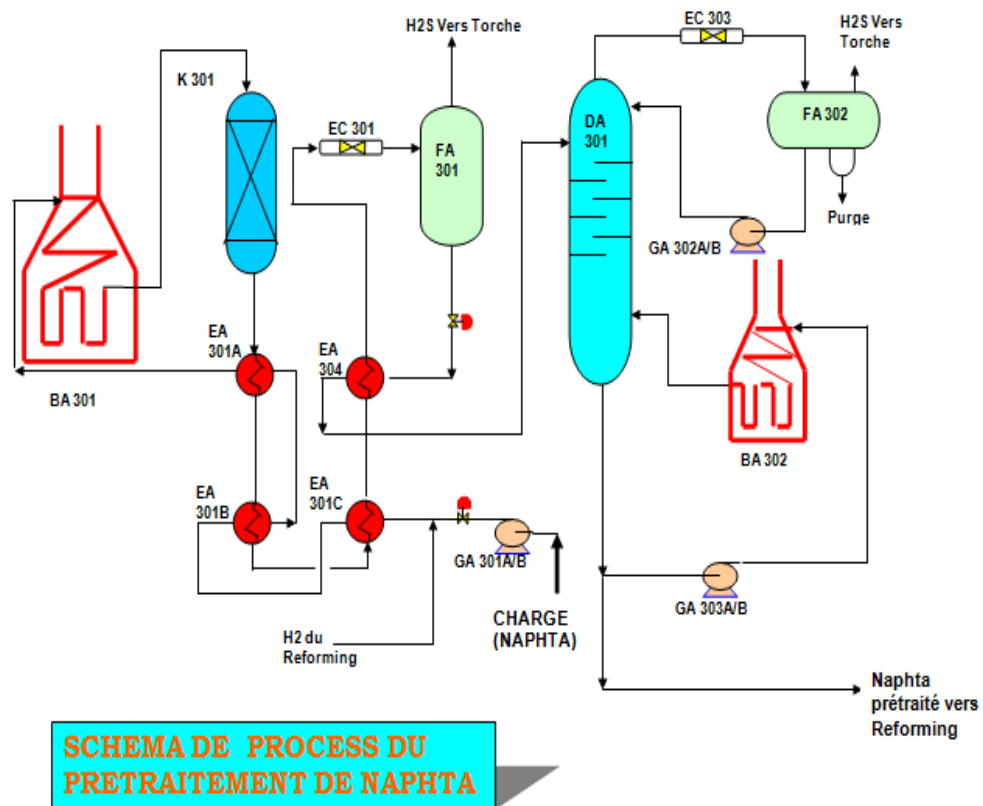
**III.1.2.2.Section 300 : Prétraitement du Naphta**

Le but du prétraitement du naphta (Figure 07) est d'éliminer les principaux polluants contenus dans la charge (composés soufre, composés azotés, oxygène, arsenic etc...) afin de prolonger la durée de vie du catalyseur du reforming. Ces poisons sont transformés en produits éliminatoires ou retenus sur le catalyseur du prétraitement.

Le catalyseur choisi pour cette unité est le catalyseur PROCATALYSEHR HR306 dont les caractéristiques sont regroupées dans le tableau ci-dessous. [11]

**Tableau III.05: Propriétés physiques du catalyseur HR306. [34]**

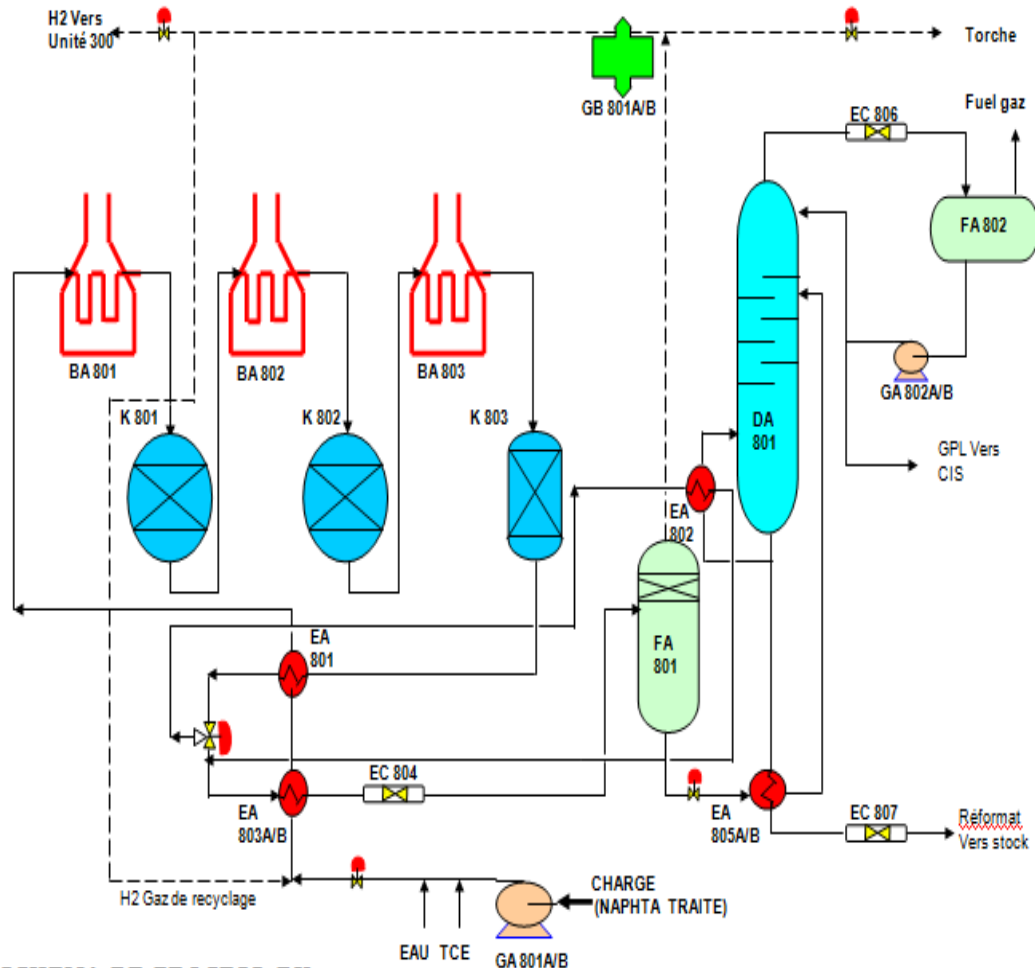
Densité moyenne de remplissage (g/cm <sup>3</sup> )	0.75
Surface spécifique (m <sup>2</sup> /g)	180
Volume poreux total (cm <sup>3</sup> /g)	0.43
Résistance moyenne à l'écrasement (kg/cm <sup>2</sup> )	10
Composition minimale en MoO <sub>3</sub> (% pds)	14
CoO	3



**Figure III.07: Schéma du procédé de prétraitement de naphta de RHM2. [11]**

### III.1.2.3. Section 800 : Reforming catalytique

La figure 08 représente le schéma technologique de la section Reforming catalytique. La capacité annuelle de production de la section reforming (design) est de 100 000 tonnes de reformat.



**Figure III.08 : Schéma du procédé de reforming catalytique de RHM2. [11]**

Le but du reforming catalytique est de transformer les hydrocarbures ayant un nombre d'octanes bas en hydrocarbures à nombre d'octanes élevés.

Le nombre d'octanes d'une essence est une caractéristique fondamentale pour un carburant, son augmentation permet d'augmenter le rapport de compression des moteurs, et donc d'améliorer leurs performances.

Les réactions mise en jeu dans les trois réacteurs sont :

- ◆ La déshydrogénation des naphènes.
- ◆ L'isomérisation des paraffines et des naphènes.
- ◆ L'hydrocraquage des paraffines et des naphènes.
- ◆ La déshydrogénation des paraffines en aromatiques. [11]

En raison de ces vitesses décroissantes on peut localiser comme suit le phénomène :

**1<sup>er</sup> réacteur :**

- Déshydrogénation.
- Isomérisation.

**2<sup>eme</sup> réacteur :**

- Déshydrogénation.
- Isomérisation.
- Hydrocraquage.
- Deshydrocyclisation.

**3<sup>eme</sup> réacteur :**

- Hydrocraquage.
- Deshydrocyclisation. [37]

#### III.1.2.4. Performance du catalyseur RG451

Le tableau ci-dessous montre la limite de performance du catalyseur RG 451 par rapport au cas recherché.

**Tableau III.06 : Performance du catalyseur RG 451. [34]**

	<b>Actuel</b>	<b>Design</b>	<b>Recherché</b>
<b>NO du reformat</b>	87-89	96	$\geq 98$
<b>Durée de cycle</b>	11 mois	10 mois	$\geq 10$ mois

Le catalyseur utilisé actuellement à la raffinerie RHM2 pour le reforming catalytique est PORCATALYSE RG 451, qui comporte :

- un élément de déshydrogénation, hydrogénation qui soit actif et stable à des températures supérieures à 450°C. la concentration de cet élément devra être contrôlée pour diminuer les réactions de déméthanisations. Cet élément est le platine.
- un élément acide d'isomérisation des hydrocarbures, qui soit stable et actif à des températures supérieures à 450°C, cette fonction acide du catalyseur est due au support et à l'addition d'un composé halogène, elle devra être contrôlée pour éviter des réactions d'hydrocraquage trop importantes.

Les caractéristiques techniques de ce catalyseur sont mentionnées dans le tableau 07 suivant :

**Tableau III.07: Caractéristique du catalyseur RG 451. [34]**

Forme	Bille
Diamètre (mm)	1.8
Densité de remplissage (Kg/l)	0.7 ± 0.05
Teneur en platine (% Massique)	0.35
Métaux lourds (ppm)	125
Support	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
NO (design)	96

**III.1.2.5. Section 900 stockage et utilités**➤ **Stockage**

Seize (16), est le nombre des réservoirs installés pour satisfaire à cette opération. Il s'agit uniquement du stockage des produits de la raffinerie, la charge brute d'alimentation provient directement du centre (CIS) sans être stockée.

**Tableau III.08 : Les bacs de stockage des produits fini et semi fini. [11]**

Bac (RS)	Volume (m <sup>3</sup> )	Toit	Contenu
903	2520	Flottant	Reformat
904	--- '---	--- '---	Gasoline
905	--- '---	--- '---	Naphta
906	--- '---	--- '---	Reformat
907	--- '---	--- '---	--- '---
908	--- '---	--- '---	--- '---
909	--- '---	--- '---	Ess.Nor.
910	--- '---	--- '---	--- '---
911	--- '---	--- '---	Reformat
912	--- '---	--- '---	Ess.Super
913	--- '---	--- '---	Kérosène
914	--- '---	--- '---	--- '---
915	16620	Fixe	Gas-oil
916	--- '---	--- '---	--- '---
917	--- '---	--- '---	--- '---
918	2520	Flottant	Kérosène

Un groupe de pomperiez assure :

- ❖ Le transfert entre bacs ;
- ❖ Le brassage (formulation de l'essence) ;
- ❖ Remplissage des citernes. [3]

➤ **Utilités**

La zone utilités comprend la production d'air service et instrument (compresseurs alternatifs), le réseau de fuel gaz et la production de l'eau distillée et une chaudière pour la vapeur d'eau.

### III.1.2.6.Laboratoire centrale

Le laboratoire central de la raffinerie (Figure 09) travaille en étroite collaboration avec le service exploitation, son rôle est :

- ◆ Le contrôle de la qualité des produits chimiques et l'évolution du procédé.
- ◆ Le contrôle de la corrosion des installations.
- ◆ L'établissement des certificats de qualité conforme aux spécifications liées aux normes internationales.



**Figure III.09 : Laboratoire central de RHM2.**

### III.2. Production d'essence actuel

L'essence normale est préparée au sein de la RHM2 en faisant un mélange de deux constituants de base reformât et gazoline et une quantité de plomb tétra-éthyle (PTE) pour obtenir un nombre d'octane bien déterminé (un exemple de préparation est présenté en annexe D).

- Reformât : c'est le produit obtenu après réformation de la coupe naphta du topping par le reforming catalytique.
- Gazoline : c'est la phase hydrocarbure liquide obtenue après condensation du gaz de tête de la colonne de stabilisation DA203 afin d'ajuster sa TVR.
- Tétra-éthyle de plomb: utilisé comme additifs, permis d'augmenter l'indice d'octane autorisant ainsi des taux de compression plus élevés.

### III.3. Essais normalisées

On utilise les valeurs de chaque essai pour la réalisation des scénarios.

#### III.3.1. Matériels

Le matériel employé dans cette étude est recensé dans le tableau ci –dessous

**Tableau III.09: Liste du matériel, réactifs et appareils.**

Essais	Appareils	Réactif	matériels
<b>Densité</b>	Aéromètre Thermomètre		Éprouvette (250 ml)
<b>Tension De Vapeur Reid (TVR)</b>	Appareil TVR Bain marie Bain thermostatique.		
<b>Distillation ASTM</b>	Source de chaleur. Thermomètre.		Ballon à fond rond (125cm <sup>3</sup> ). Plaque support. Grille. Eprouvette (100 ml) Pierre ponce. Condenseur
<b>L'indice d'octane</b>	Moteur CFR (cooparative fuel rearsrh)	heptane-normal Isooctane	

#### III.3.2. Techniques d'analyses

Dans les paragraphes qui suivent, nous avons décrit les modes opératoires relatifs à chacun des paramètres analysés dans le cadre de cette étude.

**III.3.2.1. Mesure de la densité**

- Remplir l'éprouvette avec le produit à analyser et introduire un aéro-mètre adéquat et un thermomètre (Figure 10).
- Noter la valeur de la densité et la température correspondante.
- Convertir la valeur à 15°C en utilisant les tables de correction.



**Figure III.10: Mesure de la densité.**

**III.3.2.2. Mesure de la Tension de Vapeur Reid (TVR)**

- Remplir la chambre à carburant avec le produit à analyser.
- Relier la chambre à air et la chambre à carburant et les fermer.
- Agiter en exerçant une pression sur l'appareil.
- Plonger l'appareil dans le bain thermostatique 37,8°C (100°F) et ouvrir le robinet pointeau pour permettre au manomètre de mesurer la pression due aux vapeurs émis par l'échantillon (Figure 11).
- Déduire la TVR en bar ou en psi.

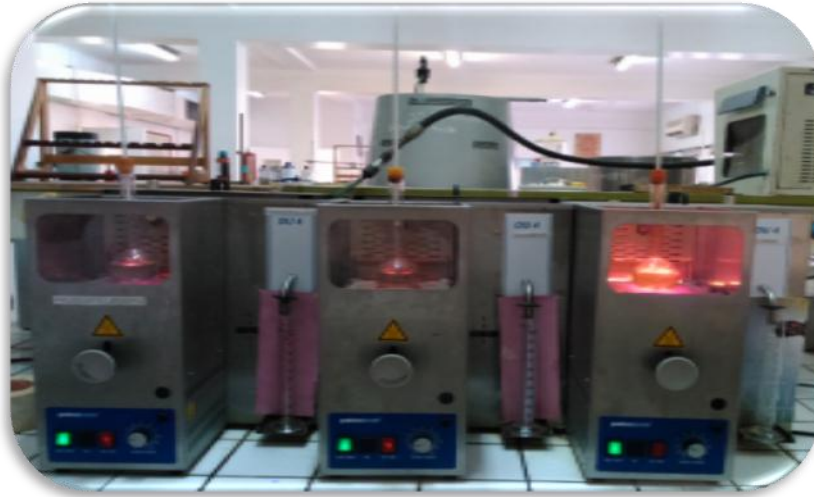


**Figure III.11: Mesure de la TVR**



### III.3.2.3. Distillation ASTM

- Verser 100 ml de produit (essence) dans le ballon contenant de la pierre ponce.
- Allumer la source de chaleur.
- Observer la première goutte (PI) et noter la température correspondante.
- Noter la température pour des pourcentages déterminés et celle de point final (Figure 12).



**Figure III.12: Distillation ASTM.**

### III.3.2.4. Mesure de l'indice D'octane

- Préparer un mélange de 2 carburants étalons : 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 (Figure 13).



**Figure III.13 : Mesure de l'indice d'octane**

*chapitre IV*  
*Résultats et discussions*

## IV.1.Situation actuelle de la production de l'essence au niveau de la nouvelle raffinerie

### IV.1.1.Affection de NO après l'élimination de PTE

La formulation de l'essence s'effectue à partir du mélange (reformat/gazoline) auquel est additionnée du PTE, si ce dernier est éliminé ; il est impossible d'obtenir une essence sans plomb de NO = 95. Les tableaux ci-dessous illustrent clairement l'influence de cet additif sur le nombre d'octane. La solution envisagée consiste à modifier la qualité des produits de base pour la formulation d'une essence de qualité.

**Tableau IV.10: Analyse de l'essence plombée.**

	Densité	TVR	NO
Cas été	0.75003	0.65	90
Cas hiver	0.75021	0.80	90

**Tableau IV.11: Analyse de l'essence sans plomb.**

	Densité	TVR	NO
Cas été	0.75003	0.65	80.425
Cas hiver	0.75021	0.80	80.425

### IV.1.2.Formulation de l'essence sans plomb

Actuellement les caractéristiques du reformat et la gazoline ne conviennent pas à la formulation de l'essence sans plomb. De ce fait une modification qualitative et quantitative des constituants de base s'impose afin d'obtenir une essence avec un NO = 95. Le tableau ci-dessous regroupe 7 formulations possibles.

**Tableau IV.12: Caractéristiques des formulations d'essences sans plomb.**

CAS	X <sub>ref</sub>	X <sub>gaz</sub>	NO <sub>gaz</sub>	NO <sub>ref</sub>	NO <sub>ess</sub>
1	1	0	-	95	95
2	0	1	68.2	-	
3	0.95	0.05	68.2	96.4	95
4	0.9	0.1	68.2	97.9	95
5	0.8	0.2	68.2	101.7	
6	0.75	0.25	68.2	104	
7	0.7	0.3	68.2	106.4	

D'après le tableau ci-dessus on peut déduire que pour produire une essence sans plomb ; il nous faut un reformat avec un indice d'octane de 98 au minimum ; donc ça nécessite des modifications sur la qualité des produits de base.

- Pour les cas 1 et 2, les résultats montre qu'on ne peut pas utiliser le reformat ou la gazoline seuls comme une essence.
- Pour le cas 3, la quantité de la gazoline est négligeable par rapport à celle du reformat, ce qui réduit la TVR du mélange.
- Pour les quatre cas restants, ces mélanges permettent de produire une essence sans plomb.

#### **IV.1.3.Méthodes à envisager**

Dans ce qui suit, nous allons tenter d'apporter une solution adéquate à la problématique exposée précédemment par la vérification de l'efficacité technico-économique des deux scénarios suivant :

- Scénario 1** : Amélioration de la qualité du reformat par changement du catalyseur du reforming catalytique.
- Scénario 2** : Addition d'autres additifs moins dangereux que le PTE.

## IV.2.ETUDE TECHNIQUE DU SCENARIO 1

### IV.2.1.Choix de catalyseur

Le catalyseur utilisé dans la procédé de reforming de naphta, nous donne un reformat avec un indice d'octane de 96 au maximum (cas design), cette valeur nous ne permet pas de produire une essence sans plomb avec un indice d'octane de 95, ce qui nous oblige à changer le catalyseur par un autre plus performant et plus rentable. Le tableau ci-dessous regroupe les principaux caractéristiques des catalyseurs les plus employés dans ce domaine.

**Tableau IV.13: Caractéristiques des catalyseurs. [34]**

	<b>Diamètre (mm)</b>	<b>Surface spécifique (m<sup>2</sup>/g)</b>	<b>Volume poreux totale (cm<sup>3</sup>/g)</b>	<b>Teneur en Pt (%)</b>	<b>Teneur en Rh (%)</b>	<b>Densité de remplissage (kg/l)</b>
<b>RG 482 1.2</b>	1.20	220	0.60	0.30	0.30	0.60
<b>RG 482 1.6</b>	1.60	220	0.60	0.30	0.30	0.60
<b>RG 492</b>	1.20	210	0.60	0.30	0.60	0.60
<b>RG 582 1.2</b>	1.20	210	0.60	0.30	0.30	0.60
<b>RG 582 1.6</b>	1.60	210	0.60	0.30	0.30	0.60
<b>RG 682 1.2</b>	1.10 -1.30	100-350	0.50 -0.62	0.70	0.40	0.67

On a déduit précédemment que pour produire les essences sans plomb, il nous faut au minimum un indice d'octane supérieur à 98, le choix du catalyseur dans les étapes suivantes est fait de tel sorte a produire un reformat d'un indice d'octane de 100, par mesure de sécurité et pour ne pas avoir une essence dans les limites de spécifications inférieures.

On doit faire une sélection technico–économique entre les catalyseurs PROCATALYSE proposés par l'IFP. Le tableau ci-dessous montre la performance de chaque catalyseur mentionnée par un caractère :

- ◆ pour performant : 1
- ◆ non performant : 0

**Tableau IV.14: Bulletin de performance des catalyseurs.**

		RG 482 1.2	RG 482 1.6	RG 492	RG 582 1.2	RG 582 1.6	RG 682 A1.2
<b>La charge</b>	<b>Sulfurée</b>	0	0	1	0	0	1
<b>Produit</b>	<b>NO &gt; 95</b>	1	1	1	1	1	1
	<b>NO ≥ 100</b>	0	0	0	0	0	1
<b>Paramètre opérateur</b>	<b>450 - 540 °C</b>	1	1	1	1	1	1
	<b>25 Bars</b>	1	1	1	1	1	1
<b>Morphologie</b>	<b>Ø de grain</b>	1	0	1	1	0	1
	<b>Surface spécifique</b>	1	1	0	0	0	1
<b>Durée de cycle</b>	<b>10 -12 mois</b>	0	0	0	0	0	1

Il ressort d'après le tableau, que le catalyseur le plus performant est le RG 682 A 1.2.

#### IV.2.2.Caractérisation du catalyseur RG682.

Les caractéristiques principales du catalyseur bimétallique le RG 682 A 1.2 sont regroupées dans le tableau ci-dessous :

**Tableau IV.15: Caractéristique du catalyseur RG 682 A 1.2. [34]**

<b>Propriétés physiques</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>	<b>Unité</b>
Densité de remplissage	0.63	0.71	Kg/l
Surface spécifique	100	350	m <sup>2</sup> /g
Volume poreux total	0.5	0.62	cm <sup>3</sup> /g
Tension superficielle	0.9	-	Dyn/mm
Durée de cycle	-	40	mois
Indice d'octane	92	105	-
<b>Composition chimiques</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>	<b>Unité</b>
Platine	0.25	0.29	% massique
Rhénium	0.38	0.42	% massique

### IV.2.3. Influence du catalyseur RG 682 A 1.2 sur le processus de reforming

#### ➤ Composition de la charge (Naphta)

La composition chimique du Naphta employé ainsi que les propriétés physique nécessaire pour notre étude sont rassemblés dans le tableau suivant :

**Tableau IV.16: Nature et propriétés de la charge (Naphta).**

Composition chimique				Propriétés physiques	
Paraffine (%)	Naphtène (%)	Aromatique (%)	Soufre (%)	ASTM	d <sub>4</sub> <sup>15</sup>
60	30.00	10.00	des traces	80 – 170	0.743

#### ➤ Conditions opératoires recherchées

Les paramètres de marche de l'unité reforming avec le nouveau catalyseur sont regroupés dans le tableau ci-dessous :

**Tableau IV.17: Paramètres de marche de l'unité reforming avec le catalyseur RG682 A1.2.**

Débit de charge	12 T/ an
Pression de service	25 bars
Pression de séparation	20 bars
Température au début de cycle	496 °C
Température à la fin de cycle	510 °C
H <sub>2</sub> /HC (fraction molaire)	7
Volume total des catalyseurs	9.02 m <sup>3</sup>
Quantité totale du catalyseur	6.0913 tonne
VVH★	1.97 h-1

★ La vitesse spatiale VVH : le temps de séjour des gaz au travers du catalyseur (Gaz/catalyseur).

#### ➤ La quantité du catalyseur utilisé pour les trois réacteurs

Le tableau 18 donne la répartition exacte de la charge catalytique dans les réacteurs K801, K802, K803.

**Tableau IV.18: Répartition du catalyseur dans les trois réacteurs.**

Réacteurs	K801	K802	K803
Répartition	15 %	25 %	60 %
Quantité totale	6091.3 Kg		
Quantité du catalyseur (kg)	913.7	1522.8	3654.8

➤ **Le volume occupé par le catalyseur**

Par mesure de sécurité, il est impératif de connaître les quantités du catalyseur nécessaire et les capacités des réacteurs employés. D'après le tableau ci-dessous, on remarque que les réacteurs peuvent supporter les volumes de ce nouveau catalyseur.

**Tableau IV.19: Les volumes maximaux supportés par les réacteurs.**

Réacteurs	K801	K802	K803
Volume Max (m <sup>3</sup> )	2.7	4.41	7.52
Volume du catalyseur (m <sup>3</sup> )	1.36	2.27	5.45

Pour fabriquer une essence sans plomb de NO = 95, il nous faut un reformat de NO >100.

L'obtention de ce reformat n'est possible qu'avec la régénération continue du catalyseur RG 682A 1.2. Cependant, on peut produire un reformat ayant un NO  $\geq$  100 avec ce nouveau catalyseur si on augmente la température à l'entrée des réacteurs : une augmentation de la température de 2.4 °C entraîne une augmentation de l'indice d'octane de 1, c'est-à-dire : si on fixe les paramètres cités précédemment, l'obtention de reformat d'un NO = 100 nécessite une température à l'entrée du réacteur égale à 512.2°C au début de cycle et 531.2°C à la fin de cycle.

Bien que cette solution soit économiquement rentable, son application technique est difficile en raison de la régénération continue du catalyseur qui influe considérablement sur sa durée de vie et impose un régime haut sévérité de l'unité. Ainsi nous recommandons l'injection d'autres additifs moins dangereux que le PTE dans l'essence ce qui nous mène vers le deuxième scénario.



### IV.3.Etude technique du scenario 2

#### IV.3.1.Choix de l'additif

Dans cette partie du travail nous avons procédé au test des additifs (oxygénés et non oxygénés) dont les principales caractéristiques sont présentées dans les tableaux suivants :

**Tableau IV.20: Principales caractéristique des additifs. [38]**

Caractéristiques	MTBE	Méthanol	Butane
Densité	0.746	0.793	0.570
Température d'ébullition (°C)	55.3	64.7	0
Pression de vapeur (bar)	0.550	5.240	5.2
Pouvoir calorifique (kj/l)	26 260	15 870	49.51 (mj/kg)
Chaleur d'évaporation (kj/kg)	337	1 100	385.2
Teneur en oxygène (% massique)	18.2	49.9	0

#### IV.3.2.Effet de l'injection des additifs sur la qualité de l'essence sans plomb

Les résultats des calculs de la quantité d'additifs nécessaire pour la production de l'essence sans plomb, avant et après le changement du catalyseur sont regroupés dans le tableau ci-après :

**Tableau IV.21: Effet de l'injection des additifs sur la qualité de l'essence sans plomb.**

	Reformat	Gazoline	Butane	MTBE	Méthanol	Essence S.P	Conforme
<b>Mélange M5 (%Vol)</b>	<b>SANS CHANGEMENT DE CATALYSEUR (CAS HIVER)</b>						
	60.0000	8.6000	7.0500	12.3500	12.0000	<b>100.0000</b>	
<b>TVR (bars)</b>	0.4500	0.6700	5.2000	0.5487	0.3169	<b>0.8000</b>	●
<b>NO</b>	88.0000	64.5000	97.2400	115.0000	130.0000	<b>95.0049</b>	●
<b>Densité</b>	0.7600	0.6800	0.5700	0.7450	0.7959	<b>0.7422</b>	●
<b>Mélange M6 (%Vol)</b>	<b>SANS CHANGEMENT DE CATALYSEUR (CAS ÉTÉ)</b>						
	62.9000	7.9400	4.7600	12.0000	12.4000	<b>100.0000</b>	
<b>TVR (bars)</b>	0.4500	0.6000	4.5000	0.5487	0.3169	<b>0.6500</b>	●
<b>NO</b>	88.0000	64.5000	97.2400	115.0000	130.0000	<b>95.0219</b>	●
<b>Densité</b>	0.7600	0.6768	0.5660	0.7450	0.7959	<b>0.7468</b>	●
● <b>Conforme.</b> ○ <b>Non conforme.</b>							

Le butane est disponible au niveau du centre industriel sud (CIS) car il est produit au niveau de l'unité de GPL1 et GPL2. Ainsi, nous le proposons comme additif.

### IV.3.3.Effet de l'injection du butane sur la qualité de l'essence sans plomb

Le tableau ci-dessous récapitule les résultats qui montrent simultanément l'efficacité du butane et le catalyseur RG 682A 1.2.

**Tableau IV.22: Effet de l'injection du butane sur la qualité de l'essence sans plomb.**

	Reformat	Gazoline	Butane	Essence S.P	Conformité
<b>Mélange M<sub>1</sub></b> (% Vol)	<b>SANS CHANGEMENT DE CATALYSEUR (CAS HIVER)</b>				
	78.2300	15.1000	6.6700	<b>100.0000</b>	
<b>TVR (bars)</b>	0.4500	0.6700	5.2000	<b>0.8000</b>	●
<b>NO (Actuel)</b>	88.0000	64.5000	97.2400	<b>85.0678</b>	○
<b>Densité</b>	0.7600	0.6800	0.5700	<b>0.7352</b>	●
<b>Mélange M<sub>2</sub></b> (% Vol)	<b>SANS CHANGEMENT DE CATALYSEUR (CAS ÉTÉ)</b>				
	81.7100	14.0800	4.2100	<b>100.0000</b>	
<b>TVR (bars)</b>	0.4500	0.6000	4.7000	<b>0.6500</b>	●
<b>NO (Actuel)</b>	88.0000	64.5000	97.2400	<b>85.0802</b>	○
<b>Densité</b>	0.7600	0.6768	0.5660	<b>0.7401</b>	●
<b>Mélange M<sub>3</sub></b> (% Vol)	<b>AVEC CHANGEMENT DE CATALYSEUR (CAS HIVER)</b>				
	80.0000	13.2450	6.7550	<b>100.0000</b>	
<b>TVR (bars)</b>	0.4500	0.6700	5.2000	<b>0.8000</b>	●
<b>NO</b>	100.0000	64.5000	97.2400	<b>95.1116</b>	●
<b>Densité</b>	0.7700	0.6800	0.5700	<b>0.7446</b>	●
<b>Mélange M<sub>4</sub></b> (% Vol)	<b>AVEC CHANGEMENT DE CATALYSEUR (CAS ÉTÉ)</b>				
	81.7100	14.0800	4.2100	<b>100.0000</b>	
<b>TVR (bars)</b>	0.4500	0.6000	4.7000	<b>0.6500</b>	●
<b>NO</b>	100.0000	64.5000	97.2400	<b>95.3619</b>	●
<b>Densité</b>	0.7700	0.6768	0.5660	<b>0.7483</b>	●
● Conforme.                      ○ Non conforme.					

D'après les résultats obtenus, la production d'une essence sans plomb avec le butane comme additif est possible.

*CONCLUSION*

### **Conclusion**

A la fin de ce travail de recherche, on constate que la fabrication de l'essence sans plomb à la raffinerie de Hassi-Messaoud RHM2 peut être réalisée par différentes méthodes, les solutions que nous avons proposées sont acceptables et réalisables.

Ainsi, nous pouvons tirer les conclusions suivantes :

- L'impossibilité de produire une essence sans plomb avec la charge catalytique actuelle.
- Le changement du catalyseur actuel par un nouveau catalyseur RG 682 A 1.2 compatible avec l'installation en place est possible mais l'unité sera obliger de travailler a haut sévérité.
- L'injection du butane comme additif est une solution de choix qui permet de produire une essence sans plomb qui ne présente aucun effet néfaste sur l'homme et l'environnement malgré que l'unité de reforming doive conserver toujours un régime haut sévérité.

# *REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES*

## REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

- [1] ROB COX;" Élimination du plomb, Stratégies et ressources aval en matière d'élimination progressive de l'essence plombée". IPIECA 2003.
- [3] K. SEBAI, Article de " DJAZERIES " Publié dans Le Temps d'Algérie le 13 - 06 – 2009.
- [4] BLON; Collège Catholique KIRMANN d'Abengourou – Côte d'Ivoire – EDIA TANAUD STEPHANE INNOCENT.
- [5] PRSOKOURIAKOV et A.DRABKINE; La chimie de pétrole et du gaz ; Edition Moscou, 1983.
- [6] G Lefebre Chimie des hydrocarbures, Edition technique, 1978.
- [7] JEAN-PIERRE WAUQUIER; Produits pétrolières Edition Technip-Paris (tome1) 1994 pp 96 – 324
- [8] JEAN-CLAUDE GUIBET : Caractéristiques des produits pétroliers, Technique de l'ingénieur
- [9] RICHARD S. KRAUS : Encyclopédie de sécurité et de santé au travail chapitre 78 : Le raffinage du pétrole.
- [11] Anonyme : Présentation de la direction exploitation hassi-messaoud, mai 2002.p 07
- [12] Anonyme : Occupational Safety and Health Administration (OSHAS), 1996.
- [13] BELHADRI FATIMA : Étude de la production de l'essence sans plomb Mémoire de Master, Université de mohamed boudiaf Oran.
- [14] Anonyme : ACTIVITE AMONT -DIVISION Technologies & Développement Boumerdès (Algérie).
- [15] Journée d'études sur la médiatisation de l'essence sans plomb SONATRACH – Division Raffinage Production des Essences sans Plomb Post-Réhabilitation des Raffineries 23 Mai 2012.
- [17] PIERRE LEPRINCE : Procédés de transformation (tome 3) Edition Technip-Paris 1998.
- [18] IFP training- 2005 ENSPM formation industrie.
- [19] LATTAMN SARA ; Rapport de stage, 2015.
- [22] B.PERRAUD : Chimie de l'environnement (2001) 477 p.
- [23] J.BONTOUX : Introduction à l'étude des eaux douces (1983) 169 p.

- [24] A.JUSOH and al: A simulation study of the removal efficiency of granular activated carbon on cadmium and lead. *Desalination* 206 (2007) 9 - 16.
- [25] M.DI BENEDETTO : Les métaux lourds (1997) 49 p.
- [26] J.L.POTELON : Le guide des analyses de l'eau potable (1998) 253 p.
- [27] J.RODIER : L'analyse de l'eau (1984) 1353 p.
- [28] A.K.MEENA and al: Removal of heavy metal ions from aqueous solutions using carbon aerogel as an adsorbent. *Journal of Hazardous Materials B122* (2005) 161-170.
- [29] Anonyme : Quand les toxiques se jettent à l'eau. Guide technique (2002) 1-13.
- [30] E.AROD : Se désintoxiquer des métaux lourds, une approche alimentaire globale (extrait d'un article paru dans biocontact) (2002) 1 - 17.
- [31] K.MOUSTAID et al : Évaluation comparée de la toxicité des moules de deux sites du littoral atlantique marocain sur les souris. *Comptes.Rendus Biologies* 328 (2005) 281 - 283.
- [32] O.GERCEL and al: Adsorption of lead (II) ions from aqueous solutions by activated carbon prepared from biomass material of *Euphorbia rigida*. *Chemical Engineering Journal* 132 (2007) 289 - 297.
- [33] F.ROZADA and al: Adsorption of heavy metals onto sewage sludge derived materials. *Bioresource Technology* 99 (2008) 6332- 6338.

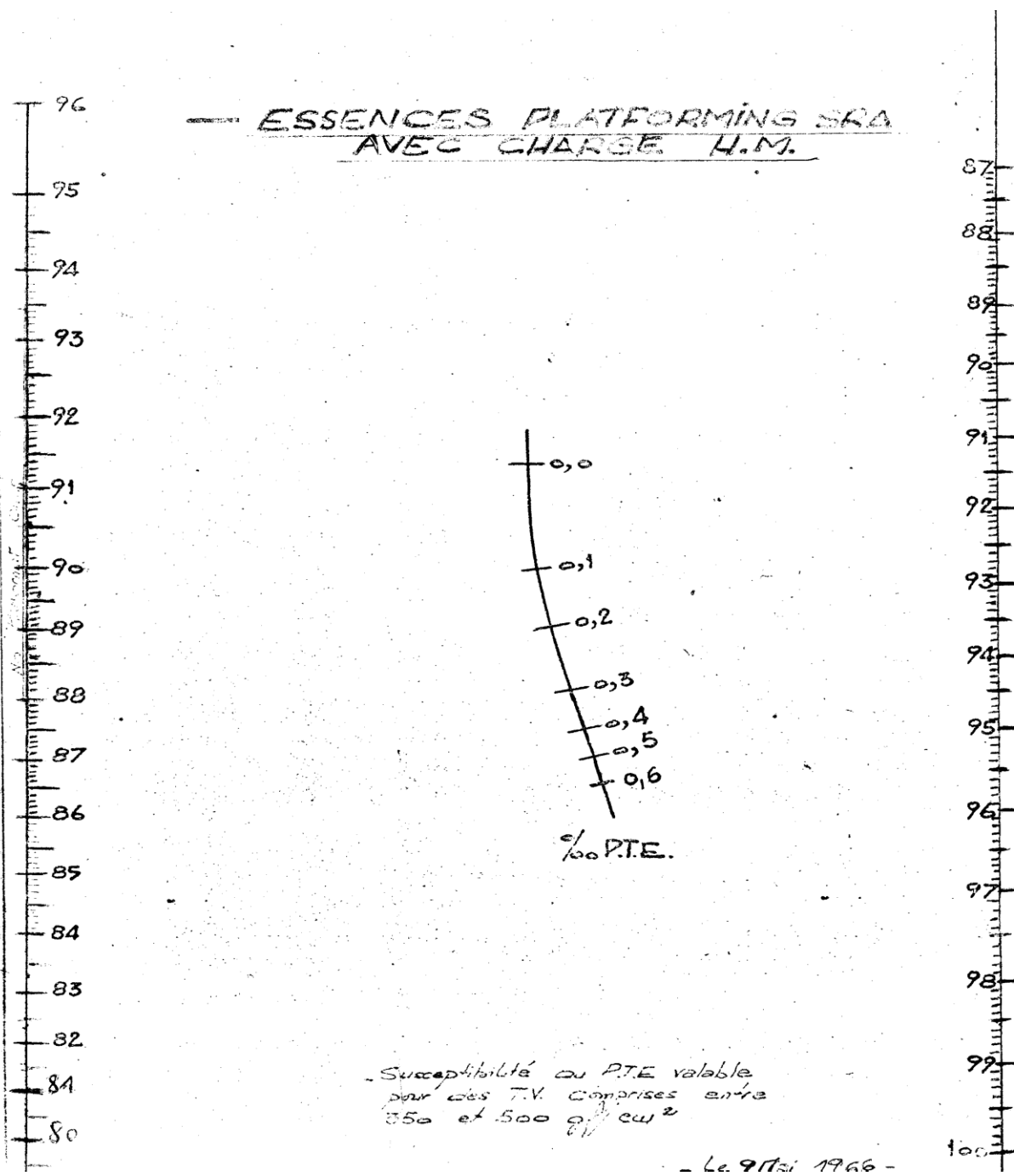
## **SITES WEB**

- [2] <http://www.energy.gov.dz/francais/index.php?page=introduction-de-l-essence-sans-plomb>. Mars 2016.
- [10] <https://raffinagecar.wordpress.com/presentation-de-ra1g/>. 21 Juill 2008.
- [16] [http://gwenaelm.free.fr/Physique/Physchim/capes/Doc/Julien\\_Durero/C9%20-%20Catalyse.pdf](http://gwenaelm.free.fr/Physique/Physchim/capes/Doc/Julien_Durero/C9%20-%20Catalyse.pdf). 2016.
- [20] <http://cbhg.org/wp-content/uploads/2008/06/carburants-eu.pdf> . 26 janv. 2016.
- [21] <http://www.linternaute.com/science/environnement/pourquoi/05/essence-sans-plomb/essence-sans-plomb.shtml>. Décembre 2005.
- [34] [www.axens.net](http://www.axens.net). 4 Avril 2016.

*ANNEXES*



Annexe A :



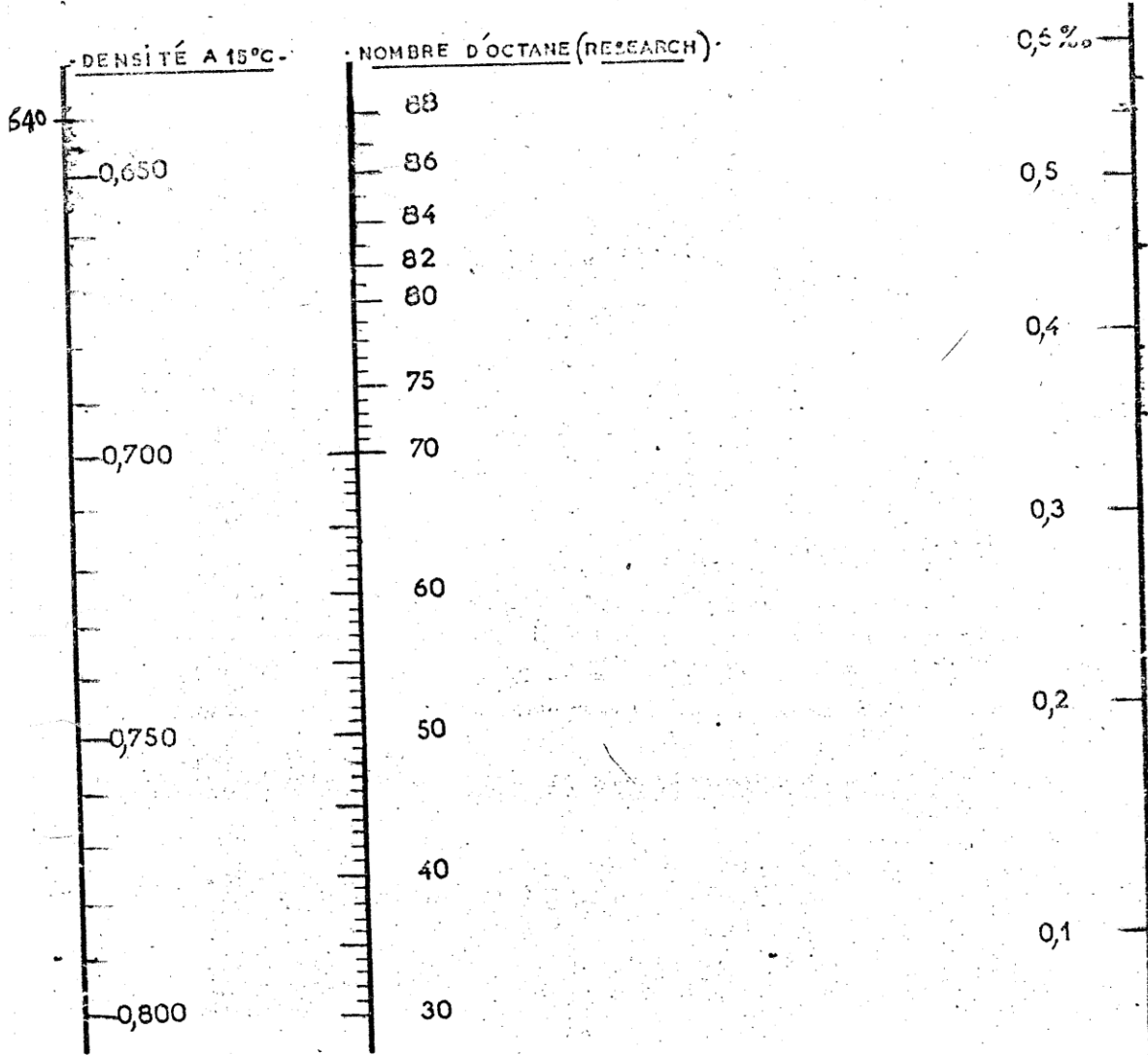
Annexe B:

RAFFINERIE D'ALGER

ESSENCE STRAIGHT-RUN HASSI-MESSACUD

SUSCEPTIBILITE AU PLOMB

— % P.T.E. —



T.V. LIMITE : 850 G/CM<sup>2</sup>

13-5-64 . F.C.

CLAIR

Annexe C :



## Annexe D : Exemple de préparation d'une essence

Soient : Le volume d'essence à préparer :  $V_{\text{ess}} = 2281 \text{ m}^3$  et L'indice d'octane du reformat :  $\text{NO}_{\text{ref}} = 84.5$

- À partir de l'abaque I (Annexe A), l'indice d'octane de reformat éthylié à 0.4 ‰ est de  $\text{NO}_{\text{ref/eth}} = 93.3$
- À partir de l'abaque II (Annexe B), la gazoline de densité  $d = 0.68$  éthylié à 0.4 ‰ nous donne un indice d'octane :  $\text{NO}_{\text{gas/eth}} = 78$ .
- Selon la loi linéaire du mélange, et les fractions volumiques on a :

$$\text{NO}_{\text{ess}} = X_{\text{ref}} * \text{NO}_{\text{ref}} + \text{NO}_{\text{gas}} * X_{\text{gas}}$$

Donc :

$$\begin{cases} X_{\text{ref}} + X_{\text{gas}} = 1 \\ \text{NO}_{\text{ref/eth}} * X_{\text{ref}} + \text{NO}_{\text{gas/eth}} * X_{\text{gas}} = \text{NO}_{\text{ess}} \end{cases} \Leftrightarrow \text{NO}_{\text{ess}} = 89.2 \text{ C'est l'indice d'octane voulu.}$$

Alors:

$$\begin{cases} X_{\text{ref}} + X_{\text{gas}} = 1 \dots\dots\dots (1) \\ 93.3 X_{\text{ref}} + 78 X_{\text{gas}} = 89.2 \dots\dots\dots (2) \end{cases}$$

À partir de (1) et (2) on déduit :

$$\begin{matrix} X_{\text{ref}} = 0.73 \\ X_{\text{gas}} = 0.26 \end{matrix}$$

Pour les volumes de reformat  $V_{\text{ref}}$  et le volume de gazoline  $V_{\text{gaz}}$  à ajouter, on peut les déterminer par :

$$\begin{cases} V_{\text{ref}} = X_{\text{ref}} * V_{\text{ess}} \dots\dots\dots (3) \\ V_{\text{gaz}} = X_{\text{gas}} * V_{\text{ess}} \dots\dots\dots (4) \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} V_{\text{ref}} = 0.73 \times 2281 = 1665.13 \text{m}^3 \\ V_{\text{gaz}} = 0.26 \times 2281 = 593.09 \text{ m}^3 \end{cases}$$

À partir de (Annexe C) on trouve la masse de PTE

On a la masse de PTE à ajouter :  $M_{\text{PTE}} = 2448.67 \text{ kg}$ , la densité de PTE  $d_{\text{PTE}} = 1.587$

Donc le Volume de PTE :

$$\begin{aligned} V_{\text{ref}} &= 1665 \text{ m}^3 \\ V_{\text{gas}} &= 593.09 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$V_{\text{PTE}} = \frac{M_{\text{PTE}}}{d_{\text{PTE}}} = \frac{2448,67}{1.587} = 1542.95 \text{ l.}$$

$$V_{\text{PTE}} = 1542.95 \text{ l}$$

## • Résumé

A cause de la nouvelle réglementation qui impose l'élimination complète de l'essence plombée dans le monde, le souci de l'élaboration d'une essence sans plomb ayant des propriétés convenable devient une nécessité urgente.

Notre travail est réalisé au niveau de la raffinerie de Hassi- Messaoude RHM2 lors de la présente étude qui s'inscrit dans cette optique, nous avons testé deux scénarios susceptibles de nous fournir de l'essence sans plomb sans pour autant affecter les propriétés chimiques et physiques de l'essence.

Il s'agit en l'occurrence de changer le catalyseur de reforming, de la substitution des dérivés plombés par d'autres additifs et de l'installation d'une unité d'isomérisation.

Les conclusions de cette étude ont montré qu'il est possible de réaliser la substitution de l'essence plombée par une essence sans plomb moyennant un changement dans le procédé de fabrication. La solution la plus adéquate serait le remplacement du catalyseur RG 451 actuellement en marche pour le RG 682 plus performant, remplacement du PTE par du butane.

**Mots clés :** pétrole, raffinage, reforming catalytique, et essence sans plomb

## • ملخص

نظرا لصدور قوانين جديدة تنص على انهاء التعامل الكلي للبنزين المحتوي على الرصاص لكون هذا الاخير يتسبب في تلويث البيئة وفي اخطار جسمية قمنا بدراسة علي مستوي محطة التكرير بحاسي مسعود رقم 2 . لان انتاج الوقود غير المحتوي على رصاص اصبحت ضرورة حتمية وعلى هذا الاساس قمنا بدراسة طريقتان لإنتاج بنزين غير محتوي على الرصاص ذو جودة نوعية و المتمثلة في دراسة حول امكانية معالجة الوضع الحالي عن طريق تغيير المحفز الحالي (RG451) بأخر اكثر فاعلية و هو (RG682) و استبدال الرصاص بمركب اخر يسمح لنا بإعطاء نفس ميزات الرصاص.

**الكلمات المفتاحية :** بترول, تكرير, بنزين بدون رصاص.