



**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE
EPOPULAIRE**

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITÉ KASDI MERBAH OUARGLA

Faculté des sciences appliquées

Département de Génie des procédés

Mémoire

MASTER ACADEMIQUE

Domaine: Sciences et Technologies.

Filière : Industries Pétrochimiques.

Spécialité : Génie du Raffinage

Présenté Par:

Kouacem safa

Thème:

**Une étude théorique de la production d'essence
(une étude comparative)**

Soutenu le:

Devant le jury composé de :

Sekirifa Med Lamine

Professeur (UKM Ouargla) Président

Baameur Lotfi

MCA (UKM Ouargla) Examineur

Sellami Med Hassen

Professeur (UKM Ouargla) Encadreur

Année universitaire: 2020/2021

Remerciement :

Je dédie cette remise de diplôme à celui qui a bu la coupe vide pour me donner une goutte d'amour, à celui qui a récolté des épines sur mon chemin, pour ouvrir le chemin de la connaissance pour moi, mon père et ma mère.

J'adresse mes sincères remerciements et mon appréciation à mon encadreur Pr. Sellami Mohamed Hassen pour tous les précieux conseils et informations qu'il m'a fourni, qui a contribué à enrichir le sujet de mon fin d'études dans ses divers aspects.

Je remercie également tous ceux qui ont aidé à mener à bien cette recherche et m'ont fourni de l'aide et un coup de main et m'ont fourni les informations nécessaires pour mener à bien cette recherche.

Je tiens à remercier également tous les membres de jury qui ont accepté à juger ce travail, et à tous les enseignants du département de génie des procédés à l'université d'Ouargla.

Dedicaces

*Dieu soit loué, cela suffit, et que les prières soient sur le bien-aimé
Mustafa, sa famille et ceux qui sont morts.*

*Louange à Dieu, qui nous a permis d'apprécier cette étape de notre
honorabile carrière universitaire, que Dieu les préserve et perpétue-les
comme une lumière sur mon chemin.*

*A toute la famille généreuse qui m'a soutenu et encore, des frères et
sœurs à mes compagnons de voyage, au département de génie des
procédés à l'Université de Ouargla, à tous ceux qui ont eu un impact
dans ma vie, à tous ceux que mon cœur aimé et la brise de ma plume.*

الملخص :

إن احتياجات الإنسان من الوقود عديدة لن تتوقف , و هذا ما يدفع العالم اليوم للبحث عن طاقات أو وقود بديل بخصائص مختلفة و جيدة تحافظ على البيئة و لا تنبعث منه غازات ملوثة.

الجزائر من بين الدول التي تستهلك الكثير من الوقود في المركبات و المحركات لكن المشكلة تبقى في نوع الوقود و طريقة إنتاجه . في هذه الدراسة قمنا بمقارنة نتائج وطرق إنتاج البنزين من بعض المذكرات التي كان هدفها إنتاج الوقود و تحسين نوعيته و كميته حيث كان البحث دوما عن بنزين محافظ على البيئة قليل التكلفة جيد العمل مع المحرك و إطالة عمره.

الكلمات المفتاحية :

الوقود – البنزين – البيئة - المحركات

Résumé :

Les besoins humains en carburant sont nombreux et ne s'arrêteront pas, et c'est ce qui pousse le monde aujourd'hui à rechercher des énergies alternatives ou des carburants aux bonnes caractéristiques et qui préservent l'environnement et n'émettent pas des gaz polluants.

L'Algérie fait partie des pays qui consomment beaucoup de carburant, mais le problème demeure dans le type de carburant et le mode de sa production.

Dans cette étude, nous avons comparé les résultats et les méthodes de production d'essence à partir de projets de Master dont le but était de produire du carburant et d'en améliorer la qualité et la quantité là où la recherche a toujours été d'une essence respectueuse de l'environnement, peu coûteuse, qui fonctionne bien avec le moteur et prolonge sa durée de vie.

Mots clés: Le carburant – l'essence – l'environnement – les moteurs

Abstract:

Human needs for fuel are numerous and will not stop, and this is what pushes the world today to look for alternative energies or fuels with the right characteristics and which preserve the environment and do not emit gases pollutant

Algeria is one of the countries that consume a lot of fuel, but the problem remains in the type of fuel and the mode of its production

In this study, we compared the results and methods of gasoline production from Master projects whose aim was to produce fuel and improve its quality and quantity where research has always been of interest. an environmentally friendly, inexpensive gasoline that works well with the engine and extends its life

Keywords: Fuel - gasoline - environment - engines

Liste des tableaux

Tableau	Titre	Page
---------	-------	------

Chapitre II

Tableau II.1	RON de quelque composés à 7 atomes de carbone.	7
--------------	--	---

Liste des figures

figure	titre	page
chapitre I		
fig .I.1	différentes opération unitaires dans le raffinages du pétrole	2
chapitre II		
fig II.1	le schéma simplifié de raffinage de pétrole	13

Liste des symboles & abréviations

Symbole

Signification

ASTM:	American Society for Testing and Materials
CFR:	Cooperative Fuel Research
GPL:	Gaz de pétrole liquéfié
MTBE:	méthyl tertio butyl éther
NO :	Indice d'octane
Pf:	Point final
PTE:	plomb tétraéthyle
PTM:	plomb tétraméthyle
RHM2:	la nouvelle raffinerie de HASSI-MESSAOUD
SP95:	Essence Super d'indice Octane 95
SP98:	Essence Super d'indice Octane 98
TVR:	Tension de Vapeur Reid

SOMMAIRE

Introduction générale **page**

Chapitre I : production l'essence

Introduction	1
I production l'essence.....	1
I .1.Distillation atmosphérique.....	1
I .2.Reformage catalytique.....	2
I .3.craquage catalytique.....	3
I .4.Alkylation.....	3
I .5.Isomérisation.....	4
I .6.Oligomérisation.....	4
I .7.polymérisation.....	4
I .8.La cokéfaction.....	5
I .9.Hydrocraquage.....	5

ChapitreII: caractéristiques des essences

Introduction.....	6
II. Caractéristique des essences.....	6
II.1. Indice d'octane.....	6
II.2.Tension de vapeur.....	7
II.3.La densité.....	8
II.4.Distillation ASTM.....	8
II.5.Teneur en gommes des essences.....	9
II.6.Teneur en soufre des essences	9
II.7.Teneur en plomb (PTE et PTM).....	10
II.7.1.Action de la température et de la pression (formation des radicausse)	10
II.7.2.formation des radicausse porosyde.....	10

II.7.3.formation des hydroperoxydes et de nouvelle radicaux.....	10
II.7.4.Décomposition des radicaux et les hydro peroxydes.....	10
II.8.Généralités.....	12
II.8.1Un combustible.....	12
II.8.2Un carburant.....	12
II.8.3Un comburant.....	12
II.9 l'essence.....	13
II.9.1 production des carburants par raffinage du pétrole.....	13
II.9.2 composition moyenne de l'essence.....	14
II.9.3 Additifs.....	14
II.10. Les Différents types de l'essence.....	15
II.11.procédés d'obtention et de formulation.....	17
II.12.propriétés recherchées pour l'essence.....	17

Chapitre III : étude comparative et Discussion et Commentaire

III.1.1.Le binôme: Mr RAHMOUNT Mustapha et Mr TLHAOUI Soliman.....	18
III.1.2.Le binôme: HELLALI Naina et TRABELSI Ichrak.....	19
III.1.2.1.Additifs.....	21
III.1.3..L'étude de ZEULATI ABD ELGHANI.....	21
III.2.Discussion et Commentaire.....	23

conclusion

Introduction

Introduction générale

La demande mondiale en produits pétroliers issus du raffinage de pétrole brut a connu une évolution très importante, que ce soit sur le plan quantitative ou qualitative. [1]

Le pétrole brut, appelé aussi hydrocarbure, selon cette nomenclature, on distingue les deux mots hydrogène et carbone, qui sont les composants essentiels de tous les pétroles bruts, leurs teneurs sont de (83% -87%) pour le carbone et de (11% -14%) pour l'hydrogène. [2]

Le raffinage du pétrole permet l'obtention de plusieurs sous produits essentiels citons comme exemple les carburants (essences, gasoil, kérosène, fuel-oil). [3]

Le développement de l'automobile et du moteur à essence à taux de compression de plus en plus élevé, a entraîné une demande croissante en carburant à haut indice d'octane. Ce dernier mesure les propriétés antidétonantes du carburant, il dépend de la base hydrocarbonée et est amélioré par l'adjonction d'additifs tels que les dérivés organométalliques et notamment les dérivés d'alkyles de plomb [tétra méthyle de plomb (PTM), tétra éthyle de plomb (P.T.E)]. Les essences additionnées de cette matière s'appellent essences plombées. [4]

En Algérie, l'essence plombée représente la majorité de la consommations nationale en essence. la prise de conscience mondiale concernant l'effet nocif du plomb tant sur l'environnement (air+sol) 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 politique algérienne dans le secteur des hydrocarbures suit la même logique et projette l'élimination complète du plomb des essences à l'horizon 2009. [5]

Le but de cette étude est de comparer les résultats d'études de production d'essence et les méthodes afin, d'obtenir la meilleure production d'essence.

Chapitre I:

***Production de
l'essence.***

Introduction:

Le raffinage du pétrole est un processus industriel qui transforme le pétrole brut en divers produits finaux tels que l'essence, le fioul lourd ou le naphta. Mélange hétérogène de différents hydrocarbures (molécules composées d'atomes de carbone et d'hydrogène), le pétrole brut n'est pas utilisable tel quel (il existe plusieurs types de pétrole brut qui se distinguent entre autres par leur viscosité et leur teneur en soufre). Ses composants doivent être séparés afin d'obtenir des produits finaux directement exploitables.

I. Production l'essence :

I.1 Distillation atmosphérique :

La distillation atmosphérique est un procédé de distillation qui consiste à séparer les unes des autres les fractions d'hydrocarbures contenues dans le pétrole brut. C'est la première étape du raffinage du pétrole, et les toutes premières raffineries de pétrole se résument à peu près à une colonne de distillation.

Son fonctionnement est fondé sur la différence des températures d'ébullition de chacun des produits purs contenus dans le pétrole.

Il est réalisée entre 30°C et 380°C, il se produit alors les coups suivants :

- Entre 30°C et 70°C une fraction légère dont on extrait par la suite avec d'autres procédés des gaz (méthane, éthane, propane et butane) et une essence légère composée d'alcane en C5 et C6.

Entre 70°C et 205°C essence lourde.

Entre 205°C et 285°C kérosène.

Entre 285°C et 310°C gas-oil léger.

Entre 310°C et 350°C gas-oil lourd.

Entre 350°C et 380°C résidus.[6]-

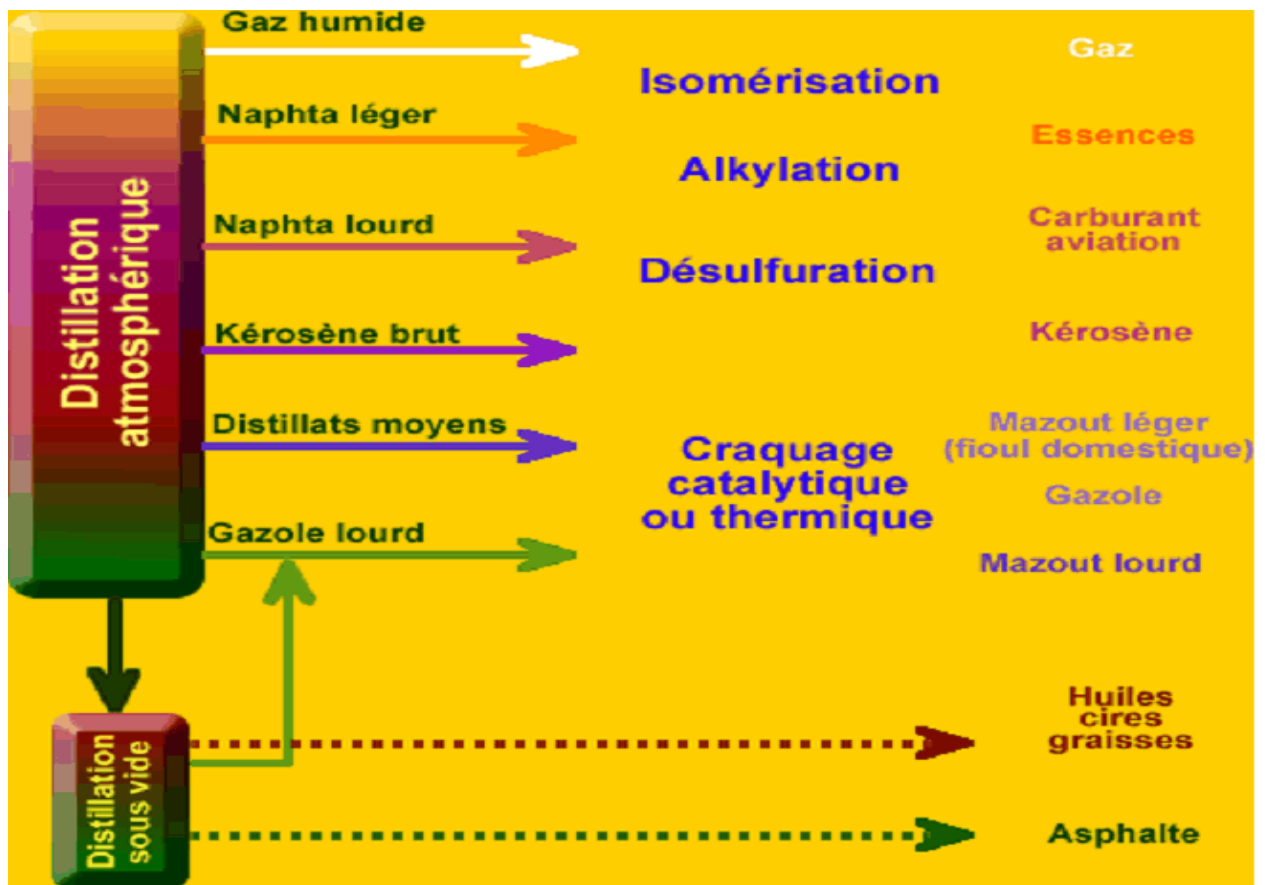


Fig .1.1 Différentes opérations unitaires dans le raffinage du pétrole [7].

1.2 Reformage catalytique:

Le reformage catalytique constitue le trait dominant du développement de l'industrie du raffinage. Il sert à produire des bases pour carburant à haut indice d'octane ; cette amélioration de l'indice d'octane résulte essentiellement d'une forte augmentation de la teneur en aromatique. En plus du réformât, il fournit un sous produit important l'hydrogène.

La charge principale du reformage catalytique est l'essence lourde (80-180°C) de la distillation primaire, il traite également, si nécessaire, les essences issues des procédé de viscoréduction, de cokéfaction, d'hydro conversion.

Le procédé de reformage est hautement endothermique et les réactions chimiques qui interviennent sont déshydro cyclisation et la déshydrogénation.

Les catalyseur utilisés sont généralement composés d'alumine chlorée imprégnée de platine. Dans les technologies récentes ce procédé opère en régénération continue des catalyseurs, à basse pression (2 à 5 bar) et à haute température (510-530°C). [8]

1.3 Craquage catalytique:

Le procédé de craquage catalytique est un élément clé du raffinage dans la chaîne de la production des essences. Il est effectué à une température de 440°C et sous une pression légèrement supérieure à la pression atmosphérique, ou bien sous l'action combinée de température élevée et d'un catalyseur.

Les réactions impliquées dans le craquage sont très complexes, de longues molécules se décomposent en fragments, qui peuvent subir spontanément une modification ou se combiner avec d'autres fragments.

Dans les conditions normales, les principaux produits du craquage des huiles pétrolières sont des hydrocarbures de faible masse moléculaire dont la plus grande partie est constituée par une coupe essence allant de C₅⁺ présentant un indice d'octane élevé, principalement les composés insaturés.

Le craquage a acquis une grande importance dans l'industrie du raffinage du pétrole, c'est un moyen d'augmenter la production d'essence au pris des produits plus lourde et de moindre valeur tels que le kérosène et le fuel [8].

1.4 Alkylation:

L'alkylation est un procédé qui permet de produire, à partir d'oléfines légères (C₃, C₄, C₅) par addition d'iso paraffines (essentiellement l'isobutane) des paraffines ramifiées qui sont d'excellents composants des carburants du fait de leurs indices d'octane élevé. La réaction la plus typique est l'addition de l'isobutanes sur les butènes pour l'obtention de l'iso octane .

L'alkylation utilise comme charges les paraffines possédant un carbone tertiaire dont la plus utilisée industriellement est l'isobutane issu généralement des coupes C₄ de distillation directe du pétrole brut et de reformage catalytique et des oléfines qui proviennent le plus souvent du craquage catalytique.

L'alkylation est une réaction exothermique, elle se déroule en phase liquide, à basse température et à haut pression en présence des catalyseurs acides forts.

Industriellement les catalyseurs utilisés sont l'acide sulfurique (H₂SO₄) et l'acide fluorhydrique (HF) selon un mécanisme cationique [8].

1.5. Isomérisation:

L'isomérisation des alcanes connaît un nouvel intérêt, depuis que la législation a prévu, par souci de protection de l'environnement, la suppression des alkyls de plomb dans les essences et ce depuis 2005. Cette réaction catalytique permet, en partant des n- paraffines de faible indice d'octane, issue de la distillation directe du pétrole brut, d'obtenir des iso paraffines présentant un indice d'octane beaucoup plus élevé. Elle est thermodynamiquement favorisée à basse température et nécessite par conséquent l'utilisation des catalyseurs développant une acidité importante. Deux types de catalyseurs sont actuellement utilisés industriellement : les catalyseurs à base de platine sur alumine chlorée et les catalyseurs zéolythiques à base de platine sur mordenite [8].

1.6. Oligomérisation:

La réaction d'Oligomérisation a un certain intérêt en raffinage dans deux directions principales :

- › La valorisation des coupe C₂ et C₃ de craquage catalytique dans lesquelles l'éthylène et le propylène sont transformés en essence oléfinique.
- › La production de distillat moyen de haut qualité à partir d'oléfines légères.

La dimérisation du propène en isohéxène se déroule à une température d'environ 50°C et à basse pression des catalyseurs complexes dont l'effluent constitue une base intéressante pour la fabrication des essences (RON proche de 100) [8].

1.7. Polymérisation :

les réactions d'addition des oléfines sont connues depuis fort longtemps et exploitées industriellement pour la production des polymères liquide essentiellement. Ce procédé a beaucoup contribué à la fabrication de quantité massive de carburant d'aviation pendant la 2^{ème} guerre mondiale.

De nos jours, ce procédé a été délaissé à d'autres. Toutefois en pétrochimie il est devenu un des points clés de la fabrication des polymères solides : caoutchoucs, plastique.....

1.8.La cokéfaction :

L'objectif principale de procédé est la conversion des résidus lourds en produits blancs, le coke est alors utilisé comme combustible. Les unités de cokéfaction sont généralement alimentées par des résidus lourds, tel que :

- › Résidu sous vide ;
- › Résidu de craquage catalytique ;
- › Résidu de viscoréduction ;
- › Asphalte ou extraits d'huiles lubrifiantes.

1.9.Hydrocraquage :

L'hydrocraquage est un procédé permettant de convertir les fractions lourdes de pétrole en coupes légères à haut valeur marchande. Ce procédé met en œuvre, sous température de l'ordre de 250 à 450 °C, une forte pression d'hydrogène (entre 50 et 150 bars).

A cette température, il y a craquage des molécules longues et apparition des molécules oléfiniques. Mais en présence d'hydrogène sous haute pression, il y a hydrogénation partielle de ces oléfines et aussi des aromatiques formés, des intermédiaires lourdes qui sont à l'origine de la formation du coke .

Il faut signaler également qu'avec ce procédé, la consommation d'hydrogène est assez importante, de l'ordre de 200 à 700 m³ de H₂/m³ de charge.[8]

Chapitre II:
caractéristiques
des essences.

Introduction :

L'essence désigne les carburants, les combustibles liquides et volatiles utilisés dans les moteurs à allumage par étincelle (essence moteur). Elle n'est généralement pas une fraction simple obtenue en raffinerie; mais un mélange de produits provenant de divers procédés auxquels on ajoute des additifs pour leur permettre de satisfaire les exigences du marché. Les essences produites en raffineries sont des liquides incolores fortement inflammables. Ce sont des fractions du pétrole de température d'ébullition comprise entre 30°C et 200°C allant de C₄ à C₁₀. Elles sont obtenues à partir de divers procédés qui en donnent différentes qualités.[8]

II .Caractéristique des essences :

II.1 Indice d'octane :

L'indice d'octane est une caractéristique essentielle qui détermine la qualité de l'essence et ces conditions optimales d'utilisation sont liées au rendement thermodynamique du moteur qui lui, augmente quand le taux de compression augmente. Mais ce rendement a une limite au-delà de laquelle il y'a apparition d'un cognement appelé cliquetis « Knock ».

Il caractérise les propriétés antidétonantes d'une essence. La détermination de l'indice d'octane est obtenue avec un moteur d'essai monocylindrique (CFR) dans lequel le carburant de référence est un mélange d'isooctane et de n-heptane.

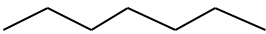
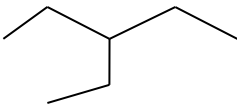
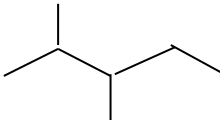
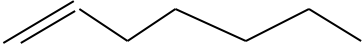
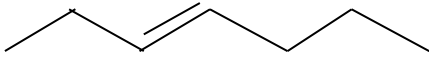


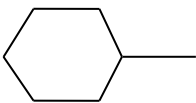
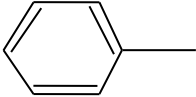
- › L'isooctane (2,2,4-tri méthyle pentane) : pas détonant NO=100.
- › N-heptane : très détonant NO=0. [9]

On dira qu'une essence à un NO =X si dans ce moteur elle se comporte au point de vue détonation comme un mélange étalon composé de X% volumique d'isooctane et de (100-X%) de n-heptane.

Une analyse plus approfondie peut être faite en considérant les nombres d'octane (RON) recherche et moteur des hydrocarbures à 7 atomes de carbones (tableau II.1).

Seules les paraffines et les oléfines très branchées ainsi que les aromatiques ont de valeur de RON satisfaisantes pour les essences actuelles ; (RON 95). Les paraffines faiblement branchées et les naphènes ont des indices trop faibles.

Tableau II.1 : RON de quelque composés à 7 atomes de carbone

	Composés	NOR
Paraffines C7 H16		0
		65
		91
Oléfines C7H14		54
		94
		105
Naphtènes C7H14		-
		75
Aromatiques C6 H5 –CH3		120

II.2. Tension de vapeur :

Elle caractérise la volatilité de l'essence et par conséquent la teneur en éléments légers. Ces derniers favorisent le démarrage en hiver mais risquent en été de provoquer la formation de bouchon de vapeur, et donc l'arrêt du moteur.

TVR= 0.650 kg / cm² en été.

TVR= 0.800 kg / cm² en hiver.

La TVR conditionne directement les fuites et les pertes pendant le stockage.[9]

II.3.La densité :

La densité est le rapport du poids d'un certain volume d'échantillon à une température T°C au poids du même volume d'eau à une température standard.

Elle caractérise dans une certaine mesure la puissance du moteur et la consommation en carburant. Si la densité diminue, la consommation spécifique augmente inversement.

Pour l'essence super on prend la densité de 0.77 et pour la normale 0.73 ; hors de ces limites la puissance diminue. [9]

II.4.Distillation ASTM :

La distillation ASTM s'effectue au laboratoire. La température à laquelle distille un certain volume d'essence, nous permet d'obtenir des points qui se réunissent entre eux en donnant la courbe de distillation ASTM.

La courbe de distillation ASTM donne une idée suffisante des proportions relatives d'hydrocarbures légers, moyen, et lourds contenus dans un produit.

La courbe ASTM de l'essence caractérise la composition de ce dernier à savoir les facilités des démarrages du moteur et la dilution de l'huile de carter et l'usure des chemises. Le mélange carburant composé de 15 à 16 parties d'air et une partie de vapeur d'essence est injecté dans le cylindre du moteur. Pour former ce mélange, l'essence doit être vaporisée dans les conditions de température qui existent dans le carburateur. Mais ces conditions sont différentes au moment du démarrage et au moment du plein régime du moteur.

Au démarrage du moteur, la température de l'air dans le carburateur est très basse en hiver, mais l'essence doit avoir une bonne vaporisation.

Pour assurer la formation du mélange carburé :

- Le Pont 10% distillé d'essence d'après l'ASTM, varie entre 50 et 70°C, ce qui correspond à une teneur minimale en fraction léger ayant une bonne vaporisation qui doit assurer le démarrage à froid du moteur.

Si le point 10% distillé est plus bas, la formation des bouchons tampons à lieu dans le circuit d'alimentation et l'essence n'est pas injectée dans le carburateur et le moteur s'arrête.

Si le point 10% est plus élevé, l'essence se vaporise insuffisamment, et le moteur ne démarre pas (l'essence risque de ne pas se vaporiser et elle n'est pas injecté dans le carburateur.

- Le point 50% distillé assure une bonne combustion permettant de tirer le maximum de puissance. Ce point de 50% varie entre 100 et 140°C.
- Le point 95% à distillé est avant 195°C, le PF \leq 205°C et le résidu doit être \leq 3% (2,5%), si non, on aura une mauvaise vaporisation de la queue de l'essence, une combustion donnant lieu à un important dépôt charbonneux et une dilution de l'huile de carter.[9]

II.5.Teneur en gommes des essences :

On distingue :

- les gommes actuelles ;
- les gommes potentielles.

L'opération d'un échantillon d'essence à 160°C sous un courant d'air chauffé, laisse un résidu d'aspect verni. Le poids de ce résidu rapporté au volume de l'échantillon représente la teneur en gommes actuelles qui doit être inférieure à 10mg/100cm² (inférieure à 4 mg pour essence d'aviation et inférieure à 5 mg pour l'essence auto). Ce sont des molécules condensées par oxydation des oléfines. La conséquence serait la formation d'un point chaud des tubulures d'admission et sur les tiges de soupape. Le réservoir peut se tapisser d'une pellicule plus ou moins importante qui, en se détachant risque de boucher les conduites d'essence. La mesure de la teneur en gommes actuelle s'effectue juste avant l'emploi. Dans le cas ou on envisage de stocker l'essence pendant plusieurs mois on détermine la teneur en gommes potentielle (teneur en produits de polymérisation et oxydation susceptible de s'y former en stockage prolongé). [9]

II.6.Teneur en soufre des essences :

Elle se détermine par brûlage de l'essence dans une petite lampe ou dans un tube à combustion. On dose l'anhydride sulfureux formé par oxydation en anhydride sulfurique et précipitation à l'état de sel de baryum.

La présence de l'anhydride sulfureux et sulfurique en présence de vapeur d'eau forme le H₂SO₄ qui est très corrosif. Pendant le fonctionnement du moteur, les fumées acides et

nocives polluent l'atmosphère. A l'arrêt du moteur quand la température diminue, et par condensation, les produits acides attaquent le métal (chemise). Enfin le soufre diminue la susceptibilité du PTE (Plomb Tétra Ethyle) : $Pb (C_2H_5)_4$ qui améliore l'indice d'octane de l'essence. [10]

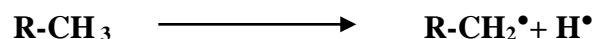
II.7.Teneur en Plomb (PTE et PTM) :

Les agents chimiques PTE et PTM ou le mélange des deux ont la propriété d'inhiber la formation des peroxydes et de retarder la détonation du carburant sa combustion dans le cylindre du moteur. Ces additifs ont la détonation.

- Le PTE est un liquide toxique et polluant, insoluble dans l'eau avec une $T^{\circ}C_{eb} = 200^{\circ}C$ et densité = 1,6. il est ajouté sous forme de mélange fabriqué et distribué par éthyle fluide.
- Le PTM : la $T_{éb} = 100^{\circ}C$, est un composé plus léger dont l'action est plus sensible sur les parties légères de l'essence ce qui permet un meilleur équilibrage de NO le long de la ASTM.
- La densité de l'éthyle fluide pour autos est de 1,585 pour les avions elle est de 01,745.

Tout d'abord, nous étudierons le mécanisme de l'oxydation des HC dans le moteur:

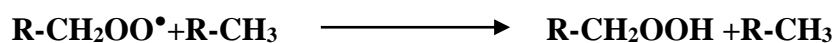
II.7.1.Action de la température et de la pression (formation des radicaux) :



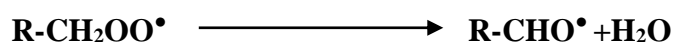
II.7.2.Formation des radicaux peroxyde :



II.7.3.Formation des hydro peroxydes et de nouveaux radicaux:

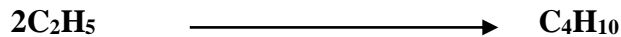
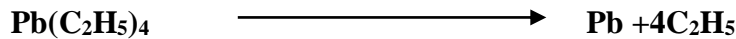


II.7.4. Décomposition des radicaux et les hydro peroxydes :

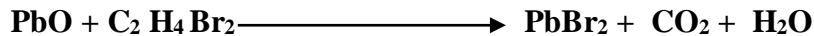
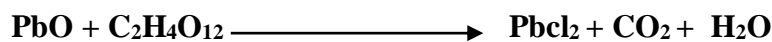


Les hydroperoxydes s'accumulent dans le mélange carburant et catalysent les réactions d'oxydation. La décomposition de ces hydroperoxydes donne beaucoup de chaleur. C'est pourquoi, la $T^{\circ}C$ de la partie non brûlée augmente vite et provoque une forte explosion.

Le mécanisme de la réaction du TPE sur la détonation dans le moteur se produit comme suit :



Dépôt sur le cylindre



Très volatile (Gaz d'échappement)

Le PbO non volatile qui se forme toujours donne un dépôt qui provoque l'autoallumage du mélange carburé et risque de bloquer les soupapes et les détruit. Il est éliminé par $\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$ et $\text{C}_2\text{H}_4\text{Br}_2$.

Remarque:

la teneur en PTE est limitée par la pollution de l'atmosphère en ville $\leq 0.63\text{g}$ de PTE par 1L d'essence :

$\leq 0.8\text{g/Kg}$ d'essence-auto.

$\leq 3.2\text{g/Kg}$ d'essence-avion.

$\leq 0.6 \%$ de PTE par 1L d'essence.

L'augmentation de NO par le PTE est en fonction de NO initial, nature chimique de l'essence et teneur en soufre dans l'essence.

II.8.Généralités:

II.8.1.Un combustible :

Est un composé chimique qui, avec un comburant (comme le dioxygène) et d'énergie, se consume dans une réaction chimique générant de la chaleur: la combustion.

Les combustibles se répartissent en trois grandes catégories selon leur état physique dans les conditions standard de température et de pression. On distingue:

- Les combustibles solides (charbon, bois, paille...);
- Les combustibles liquides (GPL, FOD, fioul lourd et produits assimilés), tous issus du pétrole brut et parfois, pour une très faible part, de la biomasse(dérivés d'huiles végétales);0
- Les gaz combustibles, le gaz naturel constituant, à lui seul, une source d'énergie primaire importante.

II.8.2. Un carburant :

On appelle « carburants » les substances dont la combustion permet le fonctionnement des moteurs thermiques. L'énergie chimique contenue dans le carburant est donc destinée à être convertie en énergie mécanique. (Un carburant est un combustible qui alimente un moteur à combustion interne).[11]

II.8.3 Un comburant :

Est une substance chimique qui a pour propriété de permettre la combustion d'un combustible .

Les Principaux comburants sont :

Le dioxygène O₂, Ozone O₃, Peroxydes (un composé chimique contenant un groupe fonctionnel de formule générale R-O-O-R'), Eau oxygénée H₂O₂, Persulfates(le peroxomonosulfate SO₅²⁻et leperoxodisulfateS₂O₈²⁻) Halogènes (di fluor, di chlore, di brome, di iode), Hypochlorite(composé chimique contenant l'anion hypochlorite, de formule brute ClO⁻) et autre hypo halogène, chlorite, chlorate, perchlorate et autre composé oxydé d'halogènes, Acide nitrique, Nitrate de potassium KNO₃, Oxydes d'azote, Oxydes métalliques(notamment oxydes de fer ou de cuivre). [11]

II.9 L'essence :

Est un mélange de nombreuses espèces chimiques : plusieurs dizaines d'hydrocarbures principalement composé de carbone et d'hydrogène mais également d'hétéroatomes tels que le soufre, l'azote ou l'oxygène. En plus il contient des additifs en faibles proportions introduits pour donner des propriétés particulières au mélange. [11]

$\rho = 0,72$ à $0,78$ Kg/dm à 15°C ; Très volatile (hydrocarbures légers) : T° d'ébullition -30 à 190°C .

II.9.1 Production des carburants par raffinage du pétrole :

La principale voie d'obtention des carburants les plus courants est le raffinage du pétrole.

Ce dernier regroupe l'ensemble des opérations visant à transformer le pétrole brut extrait du gisement en produits utilisables : combustibles, carburants, produits de base de l'industrie chimique...

Le schéma suivant donne une vision simplifiée de la chaîne de raffinage : le pétrole brut contient toujours une certaine quantité d'eau salée, elle est extraite au cours de l'étape de dessalage. Il subit ensuite une séparation de ses constituants par distillation fractionnée sous pression atmosphérique. Les colonnes utilisées peuvent atteindre soixante mètres de haut le long desquelles la température varie entre 370 et 70°C . Elles sont conçues pour que les produits puissent être retirés à différentes hauteurs ; on parle des « coupes de distillation ». [11]

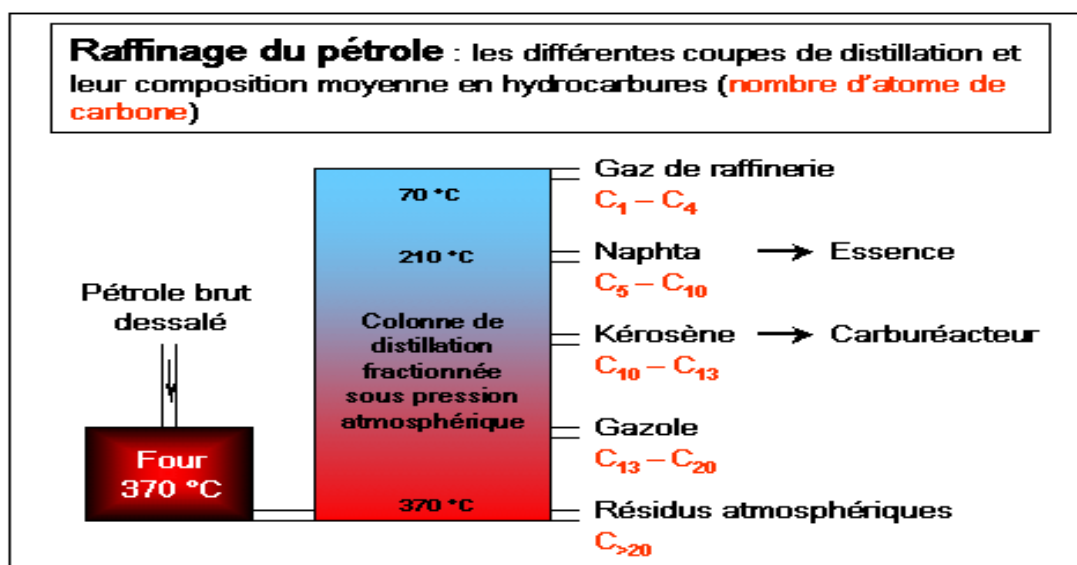


Figure II.1 le schéma simplifié de raffinage de pétrole.

II.9.2.Composition moyenne de l'essence :

L'essence est composée d'un mélange complexe d'hydrocarbures comprenant des paraffines, des composés aromatiques, des oléfines et des composés soufrés. Elle est formée en partie par un mélange de fractions liquides légères, appelées aussi naphta, provenant de la distillation atmosphérique directe. [12]

Aux alentours de 40°C la première goutte de distillat liquide apparaît de brut ; environ 190 °C pour l'essence légère et à environ 205°C lourde (spécial pour l'industrie), cette fraction correspond à la fraction des essences. [12]

De nombreux types d'essence sont fabriqués et sont disponibles, ont une composition variable, on y trouve en moyenne :

- › Entre 20% à 30% d'alcane, hydrocarbures saturés de formule C_nH_{2n+2}
- › Vers 5% de cyclo alcane, hydrocarbures saturés cycliques ;
- › Entre 30% à 45% d'alcènes, hydrocarbures insaturés ;
- › Entre 30% à 45% d'hydrocarbures aromatiques, de la famille du benzène, etc.

II.9.3.Additifs: [13. 14]

Les essences contiennent toujours des additifs en faible quantité (de quelques dizaines à quelques centaines de parties par million (ppm). Qui sont spécialement :

- › 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 de 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 (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»

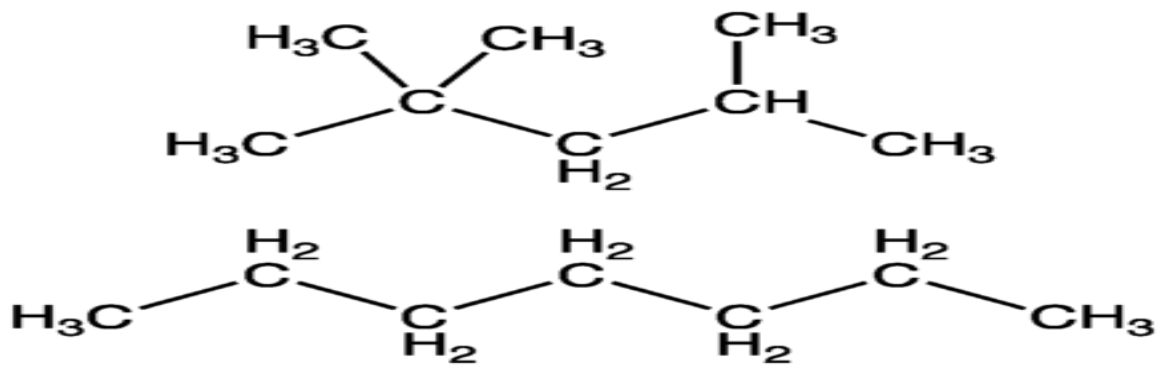
II.10. Les Différents types de l'essence :

Les différents types d'essences présentent généralement des caractéristiques physiques proches les unes des autres, mais diffèrent par leur composition chimique et leur teneur en additifs.

Rappelons qu'un carburant :

un mélange de différents hydrocarbures, à différents dosages. Et ces hydrocarbures ont des particularités techniques, une fois mélangés vont retarder (mélange d'octane) ou accélérer (mélange d'heptane) le moment de l'inflammation spontanée du mélange essence + air. Le rapport entre ce taux d'octane et d'heptane s'appelle indice d'octane, exprimé en %. [15]

Le n-heptane dont la formule brute est C_7H_{16} à un indice d'octane égale à zéro, alors que 2,2,4-Tri méthyle pentane connue sous le nom: iso-octane, dont la formule brute est (C_8H_{18}) et la formule développée est $(CH_3)_3CCH_2CH(CH_3)_2$, caractérisé par un indice d'octane égal à 100.



n-heptane Iso -octane

Alors la qualité d'une essence est définie par son indice d'octane, qu'il mesure le pouvoir antidétonant des carburants, c'est-à-dire qu'il détermine l'aptitude d'une essence à ne pas s'auto-enflammer (phénomène de "cliquetis"). En effet, l'indice d'octane d'une essence est égale au pourcentage d'isooctane en volume dans un combustible de référence qui a la même qualité antidétonante que l'essence à éprouver. Le combustible de référence est un mélange d'isooctane C_8H_{18} très détonant (IO = 100) et de n-heptane C_7H_{16} très peu détonant (IO = 0).

Il exprime la détonation et le bruit de l'explosion dans un moteur. Les indices d'octane ne sont pas donc des indicateurs du contenu énergétique des carburants. Ils sont simplement, une mesure de la tendance du carburant à brûler d'une manière contrôlée, plutôt que d'exploser de manière incontrôlée.

Deux valeurs de l'indice d'octane existent:

- › **l'indice d'octane «recherche»** (RON, Research Octane Number) caractérise le comportement d'un carburant à bas régime ou lors des accélérations ; l'indice d'octane déterminé dans des conditions d'essais très éloignées de la réalité de fonctionnement des moteurs thermiques.
- › **l'indice d'octane «moteur»** (MON, Motor Octane Number) évalue la résistance d'un carburant au cliquetis à haut régime. Indice d'octane plus sévère et plus juste car il est

déterminé dans des conditions plus proches de la réalité de fonctionnement des moteurs. L'indice d'octane moteur est inférieur d'environ 10 points à l'indice recherche. [15]

Alors on trouve : pour l'essence automobile

✓ **Essence ordinaire :**

initialement très utilisée dans l'automobile, a progressivement été supplantée par le supercarburant. caractérisé par un indice d'octane moteur minimal de 81 et un indice d'octane recherche minimal de 91.

✓ **Essence super :**

Le supercarburant (« super ») offre un pouvoir détonnant supérieur à l'essence ordinaire, qu'il a progressivement remplacée en raison des meilleures performances qu'il offrait. Son pouvoir détonnant amélioré résidait dans l'ajout d'Alkyls de plomb.

✓ **Le sans plomb :**

comme son nom l'indique à remplacer le plomb par du potassium qui assure l'ajustement de l'indice d'octane (mais ne lubrifie pas les queues de soupapes lubrifiées par l'huile sur les moteurs modernes, pour les moteurs anciens il faut rajouter un additif appelé substitut plomb qui assure cette lubrification). Il y a deux types de sans plomb :

- › Sans plomb 98 – indice d'octane de 98 – qui comporte donc 98% d'octane et 2% d'heptane.
- › Sans plomb 95 – indice d'octane de 95 – qui comportent 95% d'octane et 5% d'heptane.

(C'est la norme Européenne).

Notons que, la sélection des indices d'octane disponibles à la pompe peut varier considérablement d'une région à l'autre.

II.11.Procédés d'obtention et de formulation

Est une science très complexe, les hydrocarbures obtenus en raffinerie n'ont bien souvent que des indices médiocres qu'il faut relever en utilisant des additifs parfois produit dans le traitement du pétrole. On peut préparer des mélanges riches en composés aromatiques dont le RON est ajustable entre 95 et 115, ou ajouter des composés oxygénés du type ether -oxyde dont l'indice RON dépasse 110 et qui peuvent être utilisés dans la limite de 15 %. Ce sont le MTBE(2-méthoxy-2-méthyle propane) et le ETBE(2-éthoxy-2-méthyle propane).

II.12.Propriétés recherchées pour l'essence

Les carburants usuels n'ont pas une composition bien définie. Ce sont des mélanges d'hydrocarbures qui varient avec l'origine géographique du pétrole utilisé et les procédés de raffinage appliqués. En fait le mélange ne peut être commercialisé que s'il vérifie des contraintes

très strictes sur les propriétés physiques (densité, volatilité) énergétiques (pouvoir calorifique) et chimiques (indice d'octane, limitation des teneurs en certains composants). [14]

En Algérie, Normes algériennes homologuées des produits pétroliers, impose les spécifications :

NA 8108 pour l'essence normale et essence super

NA 11042 pour l'essence sans plomb

Evolution du marché national

La consommation de produits pétroliers pour l'année 2007, le marché algérien des produits pétroliers se présente comme suit :

La consommation en carburants est de 9,85 million de tonnes, dont :

- › Essences : 2,06 million tonnes environ, dont 214.843 tonnes pour l'essence sans plomb.
- › Gasoil : 6,74 million de tonnes
- › GPL carburant : 330.940 tonnes
- › Aviation et marine : 721.149 tonnes

Chapitre III :

étude comparative & Discussion et Commentaires

III.1 L'étude comparative :

III.1.1.Le binôme : Mr RAHMOUNI Mustapha et Mr TALHAOUI Soliman.

Ont entamé un sujet de contribution à l'augmentation de la production de l'essence au niveau de la raffinerie RHM2 dont le thème est : « Etude théorique du procédé de fabrication des essences (cas reforming catalytique) »

Dans cette mémoire ont estimé de faire une étude théorique de procédé de reformage catalytique au niveau du laboratoire pour la production d'essence a haut indice d'octane.

Le mémoire a commencé par des sources d'énergie et leur types nucléaire fossile et renouvelé avec l'histoire de l'énergie en Algérie et ou ils ont été exploité avec la mise a jour de l'exploitation de raffinage. [16]

Dans le deuxième chapitre, ils ont parlés de les opérations unitaires dans le raffinage de pétrole d'obtention des bases pour l'essence comme la distillation de pétrole el leur méthode de fonctionnement, le reformage et le craquage catalytique, l'alkylation , isomérisation, Oligomérisation et l'hydrocraquage. [16.2]

Après ils ont parlés de les caractéristiques des essences qui détermine la qualité de l'essence. [14]

La tension de vapeur qui caractérise la volatilité de l'essence et pour conditionne directement les fluides et les pertes pendant le stockage. [11]

La densité qui caractérise le rapport de poids d'un certain volume d'échantillon a une température au poids du même volume à une température standard. [11]

La distillation ASTM s'effectuée au laboratoire, cette opération nous permet d'obtenir des points qui se réunissent entre eux en donnant la courbe de distillation ASTM et cette courbe donne une idée suffisante des proportions relatives d'hydrocarbures légers, moyen et lourd contenus dans un produit. Cette opération définit la démarche du moteur et la dilution de l'huile de carter et la vaporisation de l'essence. [11]

Teneur en gommes et en soufre des essences, ces deux paramètres pour la qualité de l'essence. La teneur en plomb (PTE et PTM) ; Les PTE et PTM sont des agent chimique ont la propriété d'inhiber la formation des peroxydes et de retarder la détonation du carburant sa combustion dans le cylindre du moteur. [11,12]

Après ils ont parlé de l'unité de pré traitement et leur variables comme la pression dans le réacteur, la qualité de la charge, la température, la vitesse spatiale et le rapport H₂/HC.2 Ensuite ils ont parlé de l'unité de platforming et leurs variables de procédé sont :

- › La température de réacteur.
- › Débit de charge.
- › Pression de réacteur.
- › Rapport molaire H₂/HC.
- › Propriétés de la charge de l'alimentation.
- › Type de catalyseur.

Après les expériences et les essais, ils ont obtenus plusieurs types de l'essence à savoir :
[17]

- › Essence normale.
- › Essence super plombée.
- › Essence super sans plomb SP95.
- › Essence super sans plomb SP98.

Dans cette étude théorique, on conclut que :

- › On peut produire une base essence avec un nombre d'octane élevé
- › L'utilisation des additifs très importants comme PTE et PTM.
- › La charge naphène va subir en reformage catalytique, alors que les fractions lourdes et légères sont laissées pour autres utilisation.

III.1.2 Le binôme : HELLALI Naima et TRABELSI Ichrak.

Elles ont entamé un sujet de contribution à l'augmentation de la production de l'essence au niveau de la raffinerie RHM2 dont le thème est : « Production de l'essence sans plomb a la nouvelle raffinerie de Hassi Messaoud ».

Dans leur sujet elles ont étudié le problème de l'adaptation de l'utilisation de l'essence plombée au niveau nationale de l'Algérie et pour chercher des méthodes pour obtenir d'essence sans plomb pour augmenter leur indice d'octane et pour obtenir un essence approuvé par les normes internationales.

Pour réaliser leur étude, elles ont testées quatre méthodes :

- 1- Changement des paramètres de marche de l'unité reforming jusqu'à atteindre la haute sévérité.
- 2- Changement de catalyseur de la section reforming.
- 3- Recherche d'autres additifs que les substances plombées susceptible d'apporter les mêmes avantages que PTE.
- 4- Voir la possibilité d'installation d'une unité d'isomérisation pour produire des hydrocarbures ramifiés.

Après les tests des méthodes précédentes elles ont trouvées :

1. La fabrication d'essence sans plomb nécessite l'élimination totale de PTE complète avec indice d'octane 95. La performance du catalyseur RG451 limite la durée de vie de catalyseur avec le respect de la norme ISO 14000 environnemental qui exige l'élimination complète de PTE à cause de leur impact toxique pour fabriquer l'essence sur les normes .
2. Le choix économique qui joue un rôle très important dans l'opération de production l'essence sans plomb en tout minima cout. L'ajoutant des additifs que PTE au reformat gazoline.
3. L'amélioration de qualité de gazoline par l'isomérisation. Le changement de température et le débit de charge et quantité de catalyseur conduite à l'augmentation de la sévérité de marche de l'unité.
4. Le changement de débit et la température à l'entrée de réacteur, mais elles ont trouvées le problème de craquage et trouvé l'apparence des réactions indésirables chimiquement et économiquement la consommation très élevée de (fuel gaz) plus augmentation de quantité des catalyseurs par contre la diminution de production (nombre d'arrêts)
5. Après elles ont diminuées le débit, et elles ont trouvées les réactions poly cyclisation avec une augmentation d'indice d'octane avec une courte durée de cycle à cause de formation des cokes.
6. Ensuite elles ont fait une augmentation de charge ce qui en résultant une augmentation de l'indice d'octane et une diminution de la durée de cycle moins que 10 mois.
7. Dans le choix de catalyseur elles ont trouvés la gazoline qui contienne une quantité de C5 et C6 (72.28 %) permet d'obtenir une bonne qualité d'isomérisation et après le calculs ils ont ajoutées une quantité de butane au (reformat gazoline) est trouvé que le choix de procédé

d'isomérisation pas une solution parce que cette opération est sans recyclage et n'est pas adéquate puisque NO diminué inférieure à 85 % . [18]

8. En suite fait le procédé de recyclage partiel qui répond aux normes avec une bonne rentabilité.

III.1.1.2 Additifs :

Dans cette partie ils ont essayé de remplacer le PTE par des additifs organométallique ou des alcools ou des éthers mais le manque des données a empêché de trouvé le résultat voulu.[15] D'autre part elles sont obtenues des remarques que le reformat gazoline + un seul additif ne donne pas un essence aux normes donc elles ont ajoutées un mélange d'additifs comme le GPL et testé encore une fois dans le cas d'été et dans le cas d'hiver avec le respecte de tous les contraintes de chaque additif (environnemental et financière) .

Après les essayes apportés qu'un mélange contient 1.84 % de éthanol, 1.84 % méthanol, 3.84 % butane, 87.856 reformat et 4.624 gazoline constitue une bonne essence a NO =95.002 dans le cas d'hiver mais toutefois ce mélange relativement cher à cause de coût élevé du méthanol et éthanol.

Dans le cas d'été elles ont traité, de la même manière sauf qu'elles changées les caractéristiques de gazoline et après l'analyse trouvés que le mélange qui contient 2.09 % éthanol, 2.09 % méthanol, 4.11 % butane, 87.1245 % reformat et 4.5855 % gazoline pour préparer un bon essence sans plomb avec NO=95

Elles conclu que l'utilisation de méthanol et éthanol comme additifs à la place de PTE et très couteuse.

III.1.3. L'étude de ZEULATI ABD ELGHANI.

Une étude de la contribution à l'augmentation de l'essence et son sujet « Condition de craquage catalytique »

L'objectif de mon travail est la mise en application du procédé de craquage catalytique pour la production d'essence à haut indice d'octane, le catalyseur modifie profondément le mécanisme des liaisons entre atomes de carbone et augmente la vitesse de transformation.

Il permet d'abaisser la sévérité des opérations, donc d'éliminer la majorité des réactions secondaire qui, au détriment de l'essence, produisent du gaz, du coke et des résidus lourds.

Le premier chapitre concerne les essences. Dans le second chapitre renferme une généralité sur le craquage catalytique. Je me suis intéressé à la représentation de l'unité de craquage catalytique de Sbaa, Adrar dans le troisième chapitre et enfin une partie calcul sur l'unité de craquage catalytique par une méthode simplifiée du bilan matière et thermique de l'unité en se basant sur les débits de réacteur .

III.2.Discussion et Commentaires

Dans l'étude de TRABELCI Ichrak et HELLALI Naima

On trouve que la fabrication de l'essence sans plomb nécessite l'élimination totale de PTE a cause de son impact toxique, d'autre part, l'ajout de PTE au reformat gazoline ça coute cher.

En plus, le remplacement de PTE par des additifs organométallique ou des alcools est aussi très cher.

On conclu que l'utilisation des additifs comme méthanol et éthanol efficace pour donner une essence en bon état avec les normes mais il est très couteuse.

L'étude de RAHMOUNI Mustapha et TALHAOUI Souliman

On remarque que cette étude théorique faite au niveau de raffinerie RHM2 de procédé de reformage catalytique qui doit être faite au laboratoire.

En conclusion, les additifs comme PTE et PTM sont très importants a la production d'essence au nombre élevé d'octane Finalement, pour le choix de la bonne procédé, il faut observer le coté financier et le coté de rondement soit on qualité et en quantité.

CONCLUSION

Conclusion :

En conclusion de la présente étude, il apparaît que l'objectif de notre étude est l'occurrence de fabrication de l'essence par différentes méthodes selon le temps et les moyens disponibles. La bonne production de l'essence consiste en le choix de quelques caractères comme les paramètres opératoires, le choix de catalyseur qui permet d'améliorer l'indice d'octane du reformat, et par conséquent l'élimination de PTE.

Cette méthode est possible par l'injection de butane pour l'ajustement de la TVR. On trouve que, le changement de PTE par d'autres additifs oxygénés est intéressant pour fabriquer une essence conforme aux normes internationales.

Ce n'est également un secret pour personne que l'aspect économique est l'un des aspects les plus importants qui contrôlent les processus de production d'essence ; plus le rendement est élevé et plus le cout est bas, c'est mieux.

Bibliographie :

[1] **Raouf BADA ROU** , Catherine SEDD Raffinage du et spécifies techniques de l'essence Evolution des Consommations actuelles d'essence, passage a essences sans plomb et répercussion pour les Raffinage," Ministère des Mines de l'Energie et de l'Hydraulique du Benin".

[2] **P. wuithier; Rffinage et génie chimique**; Tome I, Edition technip; 1972. [

[3] **J.P.Wauquier** ; le raffinage , Procédés de. Séparation; Tome 2; Edition technip; Paris 1999.

[4]" **E'limination du plomb Stratégies et ressources aval en matière d'élimination progressive de l'essence Plombée**" IPIECA Association international de l'industrie pétrolière pour la Sauvegarde de l'environnement (2003)

[5]" **mythes et réalité de l'élimination progressive de l'essence au plomb**" format de fichier.PDF /Adobe Arobat-Version HTML WWW. Globalleadnet. Org/ Pdf /mr.pdf.

[6] **P. WuITHiER, Raffinage et génie que, Editions the chimique paris 1972, TOME 1.2.**

[7]**Web. Wiki dia.**

[8] **TRAMBUOZ** ,Réaction chimique, Zdition the chimique; 1977.

.[9] **PIERRELE PRINCE**, procédé de transformation, Edition technique, 1998, TOME 3.

[10] **M.Khanfar**; Etude de la production des essences sans plomb à HMD.

[11] **Jean pierre Wauquier** . "le raffinage du pétrole brut, produits pétroliers". Séchames de fabrication, Edition thechnip 1994 paris, France.

[12] **J.C Guibet**" carburants et moteurs: technologies/ énergie, environnement" , Edition Technique 1997. Parise .France.

[13] "**les carburants alternatifs pour les transports**", les travaux de recherche de l'IEP, communication – 101001, IEP- centre de résultats Raffinae – pétrochimie , 15 pages , France WWW ifpenergiesnouvelles.fr.

[14] **Catherine ALIGROT**, Thèse de doctorat, "Etude expérimentale et théorique du délai d'auto-inflammation de différents carburants dans une chambre de combustion volume constant, l'école centrale de lyon", Ecole Doctorale : M.E.G.A.1994.

[15] présentation de la nouvelle raffinerie de Hassi Messaoud, RHM2.

[16] Mémoire Boumer dès , Etude théorique de craquage catalytique, 2007-2008.

[17] ANONIME, reformage catalytique ENSPM, formation industrie, 1986.

[18] p. Leprince (Raffinage de pétrole) tomp 3- procédé transformation Ed. Technique (1994).