



République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de L'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université 20 août 1955-SKIKDA

Faculté de Technologies

Département de pétrochimie

# Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de

## Master

Filière: Industries Pétrochimiques

Spécialité : Génie Pétrochimique

**Thème:**

**Amélioration du qualité d'essence (Indice d'octane) par injection  
de MTBE et de quantité de production par injection du butane  
au niveau de complexe RA1K Skikda**

**Soutenu le 30/06/2024**

**Réalisé par :**

*Rehamnia Abderrahim*

*Benoumechiara Raouf*

**Encadré par :**

*Bounezour Hichem*

**2023/2024**



# Remerciements

*Au terme de ce mémoire, on tient à remercier, en premier lieu le bon Dieu, le toutpuissant, qui nous a donné la force, le courage et la patience pour terminer ce travail.*

*Tout d'abord, nous tenons particulièrement à remercier notre encadrant **HICHEM BOUNEZOUR** pour leur encadrement, leur disponibilité, les discussions constructives et pour leurs encouragements durant la réalisation de ce mémoire.*

*Nos remerciements les plus vifs s'adressent à l'ensemble du jury présent lors de la soutenance pour avoir jugé notre travail.*

*Enfin, Nous tenons aussi à exprimer nos sincères remerciements à nos familles qui n'ont jamais arrêté de nous soutenir*



## DÉDICACES

### **RAOUF**

*Je dédie ce modeste travail: A ma source de bonheur :Mon père, ma mère pour leurs amour, leur bonté, leur sacrifice, leurs encouragements perpétuels, leur soutien, puisse Dieu prolonger leur vie dans le bonheur.*

*Ma grand mère, mon grand père Mes frères et tout la famille Benoumechiara, la famille Kribeche et toutes Mes amis.*

### **RAHIM**

*Je dédie ce modeste travail: ma mère ,Mon père, pour leurs amour, leur bonté, leur sacrifice, leurs encouragements perpétuels, leur soutien. puisse Dieu prolonger leur vie dans le bonheur.*

*Mes grands mère Mes grands père Mes frères Ma soeure Ma famille et Mes amis et tous les enseignants au long de mon parcours académique*

## Résumé:

La qualité de l'essence est largement déterminée par son indice d'octane, qui mesure sa résistance à l'auto-inflammation. Un indice d'octane élevé indique une meilleure capacité à résister au cliquetis moteur, permettant ainsi un fonctionnement plus efficace et une réduction des émissions nocives. Les carburants à haut indice d'octane sont souvent utilisés dans les moteurs à haute performance ou à haute compression pour optimiser leur rendement et leur fiabilité.

**Mots clé:** Essence. Indice d'octane. Autoinflammation. Rafinage. Moteur. Taux de compression. MTBE. Butane

## ملخص:

جودة البنزين تعتمد بشكل كبير على مؤشر الأوكتان، الذي يقيس قدرته على مقاومة الاشتعال الذاتي. كلما كان مؤشر الأوكتان أعلى، زادت قدرة البنزين على منع ظاهرة الانفجار الضار في المحرك، مما يساهم في تحسين كفاءة العملية وتقليل الانبعاث الضارة. ويستخدم الوقود ذو المؤشر العالي للأوكتان غالباً في المحركات عالية الأداء أو الضغط العالي لتحسين أدائها وموثوقيتها

## الكلمات المفتاحية:

البوتان. MTBE. بنزين. رقم الأوكتان. الاشتعال التلقائي. التكرير. المحرك. نسبة الضغط

## Abstract:

The quality of gasoline largely depends on its octane rating, which measures its resistance to self-ignition. A higher octane rating indicates greater ability to prevent harmful engine knocking, thereby enhancing efficiency and reducing harmful emissions. Fuels with higher octane ratings are often used in high-performance or high-compression engines to optimize performance and reliability.

## Keywords:

Gasoline. Octane number. Autoignition. Refining. Engine. Compression ratio. MTBE. Butane

## *Sommaire*

Le titre	N°. page
<b>Introduction general.</b>	<b>01</b>
<b>Chapitre I: Présentation du complexe RA1K Skikda</b>	
<b>I.1</b> Situation géographique	<b>03</b>
<b>I.2</b> Historique de construction	<b>03</b>
<b>I.2.1</b> Début de construction	<b>03</b>
<b>I.2.2</b> Projets de réhabilitation et adaptation de la raffinerie de Skikda	<b>04</b>
<b>I.2.3</b> Plan et programme de réhabilitation	<b>06</b>
<b>I.3</b> Organisation de la raffinerie	<b>07</b>
<b>I.4</b> Présentation des différentes unités de production	<b>09</b>
<b>I.4.1</b> unités de distillation atmosphérique U10-11	<b>09</b>
<b>I.4.2</b> unités de platforming U100 et 103	<b>10</b>
<b>I.4.3</b> unité d'extraction des aromatique U200	<b>10</b>
<b>I.4.4</b> unité de séparation du paraxylène U400	<b>10</b>
<b>I.4.5</b> unité de production de bitume U70	<b>10</b>
<b>I.4.6</b> unités de séparation et traitement des gaz U30-31-104	<b>11</b>
<b>I.4.7</b> L'unité d'isomérisation du naphta léger A Référé aux unités 700-701-702-703	<b>11</b>
<b>I.5</b> Présentation des utilités	<b>11</b>
<b>I.5.1</b> unité melexe U600	<b>11</b>
<b>I.5.2</b> centrale thermoélectrique	<b>12</b>
<b>I.6</b> Formulation des essences de la raffinerie de Skikda ra1k	<b>12</b>
<b>Chapitre II : Généralités sur les essences</b>	

II Introduction	<b>15</b>
II.1 Définition	<b>15</b>
II.2 Composition d'essence	<b>15</b>
II.3 Caractérisation des essences	<b>17</b>
II.3.1 Caractérisation physiques	<b>17</b>
II.3.1.1 La masse volumique (densité)	<b>17</b>
II.3.1.2 Volatilité	<b>18</b>
II.3.1.3 Courbe de distillation	<b>18</b>
II.3.1.4 : La Tension de vapeur REID	<b>19</b>
II.3.2 : Caractérisation chimiques	<b>19</b>
II.3.2.1 La couleur	<b>19</b>
II.3.2.2 La corrosion à la lame de cuivre	<b>19</b>
II.3.2.3 L'indice d'octane	<b>19</b>
II.4 Les types et les spécification des essences	<b>22</b>
II.4.1 Les types des essences	<b>22</b>
II.4.1.1 essence normal 89	<b>22</b>
II.4.1.2 essence sans plomb 95	<b>23</b>
II.4.1.3 essence Super plomb 96	<b>23</b>
II.4.1.4 essence sans plomb 91	<b>24</b>
II.4.2 Spécifications des essences	<b>24</b>
II.4.2.1 en Algérie	<b>25</b>
II.4.2.2 en France	<b>26</b>
II.5 L'indice d'octane et l'antidétonnage	<b>27</b>

II.5.1 L'autoinflammation	<b>27</b>
II.5.2 Les carburants de références	<b>27</b>
II.5.3 Mesure de l'indice d'octane	<b>28</b>
II.5.4 Procédures de Mesure	<b>29</b>
II.6 Les moteurs à combustion interne	<b>30</b>
II.6.1 Les principes de fonctionnement	<b>30</b>
II.6.2 Moteur à gazoil	<b>32</b>
II.6.3 Moteur à essence	<b>34</b>
II.6.4 Taux de compression	<b>35</b>
II.6.5 Effet de l'indice d'octane sur les performances de moteur	<b>36</b>
Conclusion	<b>37</b>
<b>Chapitre III : Procédés et additifs améliorent l'indice d'octane</b>	
III Introduction	<b>39</b>
III.1 Procédés améliorent l'indice d'octane	<b>39</b>
III.1.1 Le craquage	<b>39</b>
III.1.1.1 Le craquage thermique	<b>39</b>
III.1.1.2 Le craquage catalytique	<b>40</b>
III.1.2 Le reformage catalytique	<b>41</b>
III.1.3 Isomérisation	<b>43</b>
III.1.4 L'alkylation	<b>43</b>
III.2 Additifs améliore l'indice d'octane	<b>44</b>
III.2.1 Le plomb	<b>45</b>

III.2.2 Additifs oxygènes	<b>46</b>
II.2.2.1 Additifs oxygènes de type éthers	<b>48</b>
II.2.2.2 Les additifs oxygènes de type alcools	<b>50</b>
III.2.3 Les produits a basse de manganèse pour améliorer l'indice d'octane	<b>52</b>
Conclusion	<b>53</b>
<b>Chapitre IV : Analyse et optimisation de bilan essence</b>	
IV.1 Identification des données	<b>55</b>
IV.1.1 : Caractérisation des Bases formant l'essence	<b>44</b>
IV.1.2 Bilan d'essence 2023	<b>56</b>
IV.1.3 Principe de calcul des mélanges d'essence	<b>56</b>
IV.2 Partie Calcule	<b>58</b>
IV.2.1 Calcule des fractions volumiques	<b>58</b>
IV.2.2 Formulation de 2 qualités d'essence SP95 40% et SP91 60%	<b>59</b>
IV.2.2.1 Essence SP95 (Bilan d'ete)	<b>59</b>
IV.2.2.2 Essence SP91 (Bilan d'été)	<b>62</b>
IV.2.2.3 Essence SP95 (Bilan d'hiver)	<b>63</b>
IV.2.2.4 : Essence SP91 (bilan d'hiver)	<b>65</b>
IV.2.3 : Augmentation de la quantité de production par injection de butane	<b>66</b>
IV.3 Comparaison de résultats	<b>67</b>
IV.4 Avantages de nouveau bilan d'essence	<b>67</b>
Conclusion générale	<b>68</b>

## Liste des figures

<b>Numéro</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>Figure I.1</b>	Vue aérienne de la zone industrielle de Skikda	<b>03</b>
<b>Figure I.2</b>	Schéma du raffinage à la RA1 après réhabilitation	<b>06</b>
<b>Figure I.3</b>	Organigramme de la raffinerie de Skikda RA1/K	<b>08</b>
<b>Figure II.1</b>	les compositions de moteur à combustion interne.	<b>30</b>
<b>Figure II.2</b>	principe de fonctionnement de moteur à combustion interne	<b>31</b>
<b>Figure II.3</b>	principe de fonctionnement de moteur à combustion interne	<b>32</b>
<b>Figure II.4</b>	un moteur à gasoil	<b>33</b>
<b>Figure II.5</b>	moteur à essence	<b>34</b>
<b>Figure III.1</b>	schéma du procédé de craquage catalytique	<b>41</b>
<b>Figure III.2</b>	procédé de reformage catalytique	<b>42</b>
<b>Figure III.3</b>	Exemples des réaction d'alkylation	<b>44</b>
<b>Figure III.4</b>	Manganèse	<b>52</b>

## Liste des tableaux

<b>Numéro</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>Tableau I.1</b>	Dates de démarrage des unités et leurs capacités	<b>04</b>
<b>Tableau I.2</b>	Capacités de traitement/production: avant & post réhabilitation	<b>05</b>
<b>Tableau I.3</b>	plan de réhabilitation des unités de la RA1K	<b>07</b>
<b>Tableau II.1</b>	RON de quelque composé à 7 atomes de carbone	<b>21</b>
<b>Tableau II.2</b>	Les spécifications des essences (en Algérie)	<b>25</b>
<b>Tableau II.3</b>	Les types et les spécifications des essences (en France)	<b>26</b>
<b>Tableau II.4</b>	Fonctionnement des moteurs a 4 temps	<b>35</b>
<b>Tableau III.1</b>	les propriétés du plomb	<b>45</b>
<b>Tableau III.2</b>	des exemples de additifs oxygènes et leur propriété	<b>47</b>
<b>Tableau III.3</b>	Les additifs oxygènes de type éthers et leur formule	<b>49</b>
<b>Tableau III.4</b>	les additifs oxygènes de type alcools et leur formule	<b>51</b>
<b>Tableau IV.1</b>	Propriétés des bases disponible au RA1K Skikda	<b>55</b>
<b>Tableau IV.2</b>	Bilan d'essence RA1K Skikda 2023	<b>56</b>
<b>Tableau IV.3</b>	Les fractions volumiques des bases (bilan d'été)	<b>58</b>
<b>Tableau IV.4</b>	Les fractions volumiques des bases (bilan d'hiver)	<b>59</b>
<b>Tableau IV.5</b>	Composition d'essence SP95 (bilan d'été)	<b>61</b>
<b>Tableau IV.6</b>	Composition d'essence SP91 (bilan d'été)	<b>62</b>
<b>Tableau IV.7</b>	Composition d'essence SP95 (bilan d'hiver)	<b>64</b>
<b>Tableau IV.8</b>	Composition d'essence SP91 (bilan d'hiver)	<b>65</b>

<b>Tableau IV.9</b>	Nouvelles caractérisation et production après les modifications	<b>66</b>
<b>Tableau IV.10</b>	Propriétés et production d'essence avant et après les modifications	<b>67</b>

## Symbols et abbreviations

<b>Symbole</b>	<b>Signification</b>
GPL	Gaz Petrolier Liquifier
DCS	Direction Control Salle
(*)	Rénoé
(**)	Nouveau
(#)	déplaé et rénové
(C. T. E)	Centrale Thermique Electrique
BRI	Brut Réduit Importé
TVR	Tension de Vapeur Reid
ERL	Essence Reformat Leger
FCC	Craquage Catalytique Fluide
t	Température(C°).
$\rho_t$ et $\rho_{15}$	masse volumique respectivement à t° C et 15°C.
k	Coefficient qui dépend de la température
API	American Petroleum Institute
(PF)	Point Final

(PI)	Point Initiale
RON	Research Octane Number
MON	Motor Octane Number
Vb	Volume maximal
Vh	Volume minimal
MTBE	Méthyl Tert-Butyl Ether
ETBE	Ethyl Tert-Butyl Ether
PP	Le service Planning et Programme

### Introduction générale :

L'énergie occupe une place importante dans la vie humaine. Le développement technologique a aidé à l'homme de découvrir de nouvelles sources d'énergie, c'est-à-dire tous les produits à vocation énergétique que nous avons cités :

Le pétrole et le gaz naturel sont les seuls à pouvoir répondre à la demande énergétique toujours croissante.

Le pétrole brut du puits ne peut pas être utilisé tel quel car il s'agit d'un mélange assez complexe de divers composants hydrocarbonés. Différents processus de transformation et de conversion doivent être utilisés pour tirer pleinement parti des produits à haute valeur commerciale. Toutes ces transformations constituent le raffinage du pétrole.

À la fin des années 60, le raffinage du pétrole a subi des changements importants et s'est développé rapidement, ce qui était lié à la demande croissante de produits légers, en particulier de produits lourds. La raffinerie doit répondre aux objectifs suivants :

Améliorer la qualité de certaines pièces pétrolières, comme l'augmentation du nombre d'octane d'essence.

Ajuster le rendement de divers produits pétroliers obtenus à partir de minerais transformés pour qu'il corresponde aux exigences du marché. Le reformage catalytique est la caractéristique principale de ce développement et est l'un des premiers procédés à grande échelle de l'industrie car il s'agit d'un procédé indispensable. L'indice d'octane est un facteur clé de la qualité des carburants autos. Il distingue la capacité du carburant à brûler sans problèmes de moteur à étincelles. Définit les qualités de combustion du combustible et est étroitement lié au concept d'efficacité. L'efficacité thermodynamique du cycle du moteur augmente lorsque le taux de compression augmente, c.-à-d. le rapport de la taille du cylindre lorsque le piston est dans le centre mort inférieur à celui correspondant au centre mort supérieur.

**CHAPITRE I :**  
**Presentation du complex**  
**RA1K Skikda**

### I.1 Situation géographique :

Cette raffinerie est située dans la zone industrielle à 7 Km à l'est de Skikda et à 2 Km de la mer, elle est aménagée sur une superficie de 190 hectares avec un effectif à l'heure actuelle de 1280 travailleurs environ. Elle est alimentée en brut algérien par le brut venant de Hassi Messaoud. Le transport du pétrole brut est réalisé à l'aide d'un Pipe-line à une distance de champs pétroliers jusqu'à le complexe de 760 Km.



Figure I.1 : Vue aérienne de la zone industrielle de Skikda

### I.2 Historique de construction :

#### I.2.1 Début de construction :

La raffinerie a été construite en janvier 1976 à la suite d'un contrat signé le 30 avril 1974 entre le gouvernement algérien et le constructeur italien SNAM PROGETTI et SAIPEM. Le démarrage du chantier a commencé le 02 janvier 1976, jusqu'au mars 1980, le démarrage progressif des unités de production est comme suit :

**Tableau I.1 : Dates de démarrage des unités et leurs capacités**

Unité	Capacité T/an	Date
Topping (U10)	7.500.000	1980
Topping (U11)	7.500.000	1980
Séparation GPL (U30)	306.500	1980
Séparation GPL (U31)	283.000	1980
Reforming catalytique (U-100)	1.165.000	1980
Extraction et fractionnement des aromatiques (U200)	285.000	1980
Cristallisation du para xylène	430.000	1980
Distillation sous vide et oxydation de bitume (U70)	277.000	1980
Reforming	1.165.000	1993
Séparation GPL (U104)	96.000	1993
Parc de stockage (U600)	2.700.000 m <sup>3</sup>	1980 et 1993
Centrale thermoélectrique		1980 et 1993

**I.2.2 Projets de réhabilitation et adaptation de la raffinerie de Skikda :**

Le projet de réhabilitation comprend :

Réhabilitation des unités de distillation atmosphérique existantes par l'augmentation des capacités de traitement de 20% pour le brut de la RA1K et 25% de plus pour le traitement du HBNS. Réhabilitation des deux unités de séparation des GPL.

Reconfiguration de la chaîne de production des aromatiques par : le revampions de l'unité de récupération du benzène et du toluène, la construction d'une unité de cristallisation du paraxylène et l'installation d'une unité d'isomérisation des xylènes.

## CHAPITRE I :Presentation du complex RA1K Skikda

Réhabilitation des utilités et des off-sites. Modernisation du réseau électrique, de l'instrumentation par l'installation d'un système numérique de contrôle commande et la construction d'une nouvelle salle de contrôle centralisée & DCS.

Remise à niveau de l'unité de reformage catalytique (reforming 1) et réalisation de deux unités d'isomérisation des naphthas permettant de disposer d'une base à haut indice d'octane.

**Tableau I.2 : Capacités de traitement/production: avant & post réhabilitation**

	Avant Réhabilitation	Post Réhabilitation	Quantités Additionnelles	
<b>Traitement</b>				
<b>Pétrole Brut</b>	15 000 000	16 500 000	10500 000	10%
<b>Brut Réduit importé</b>	277 000	277 000	-	-
<b>Production</b>				
<b>GPL</b>	608 000	747 768	139 768	23%
<b>Essences</b>	1 718 000	2 135 400	417 400	24%
<b>Naphta</b>	1 943 000	2 009 120	66 120	3%
<b>Kérosène</b>	1 500 000	1 500 000	-	-
<b>Gasoil</b>	3 622 000	4 713 968	1 091 968	30%
<b>Fuels</b>	5 038 000	4 777 664	-290 336	-6%
<b>Benzène</b>	90 000	197 100	107 100	119%
<b>Toluène</b>	5 000	16 900	11 900	238%
<b>Paraxylène</b>	38 000	220 100	182 100	479%
<b>Bitumes</b>	145 000	145 000	-	-

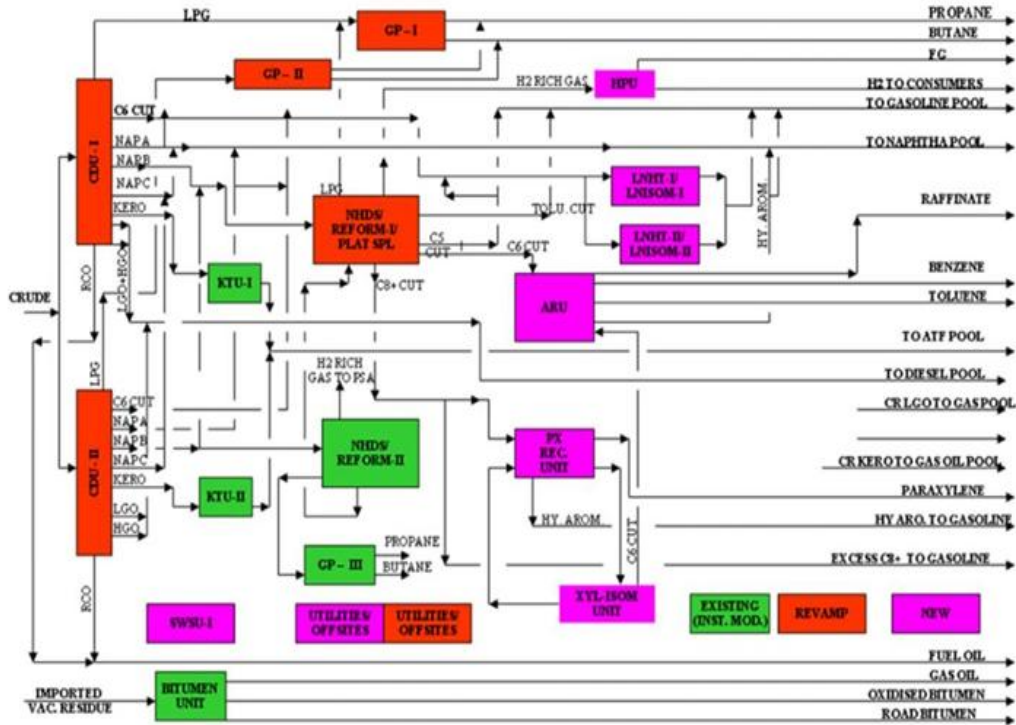


Figure. I. 2: Schéma du raffinage à la RA1 après réhabilitation.

### I.2.3 Plan et programme de réhabilitation :

Le tableau regroupe le plan et le programme de réhabilitation successivement des Unités principales et des utilités.

(\* )= rénové

(\*\*)=Nouveau

(#) = déplacé et rénové

**Tableau I. 3 : plan de réhabilitation des unités de la RA1K**

<b>N°</b>	<b>Unités</b>	<b>Désignation</b>	<b>Capacité avant réhabilitation (kg/hr)</b>	<b>Capacité après réhabilitation (kg/hr)</b>
<b>1</b>	Topping-1(*)	10	7 500 000	9 375 000
<b>2</b>	Topping -2(*)	11	7 500 000	9 375 000
<b>3</b>	Gas Plant-1(*)	30	306 500	339 500
<b>4</b>	Gas Plant-2(*)	31	283 000	339 500
<b>7</b>	Reforming I(*)	100	1 165 000	1 174 600
<b>8</b>	Section Splitter Platformât (**)	100	-	989 950
<b>9</b>	Extraction des aromatiques (*)	200	285 000	627 100
<b>10</b>	Extraction du Paraxylène (#)	400	430 000	1 782 800
<b>11</b>	Isomérisation du Xylène (**)	500	-	1 380 400
<b>12</b>	Purification d'Hydrogène (**)	900	-	27 200
<b>11</b>	Stripper des eauxacides II (*)	10	33 530	28 000
<b>13</b>	Stripper des eauxacides-1(**)	12	-	17 070

### **I.3 Organisation de la raffinerie :**

La structure hiérarchique de la gestion de la raffinerie de Skikda prévoit à son sommet un Directeur de quel dépend cinq services, techniques de ligne, plus deux de staff comme le montre l'organigramme suivant :

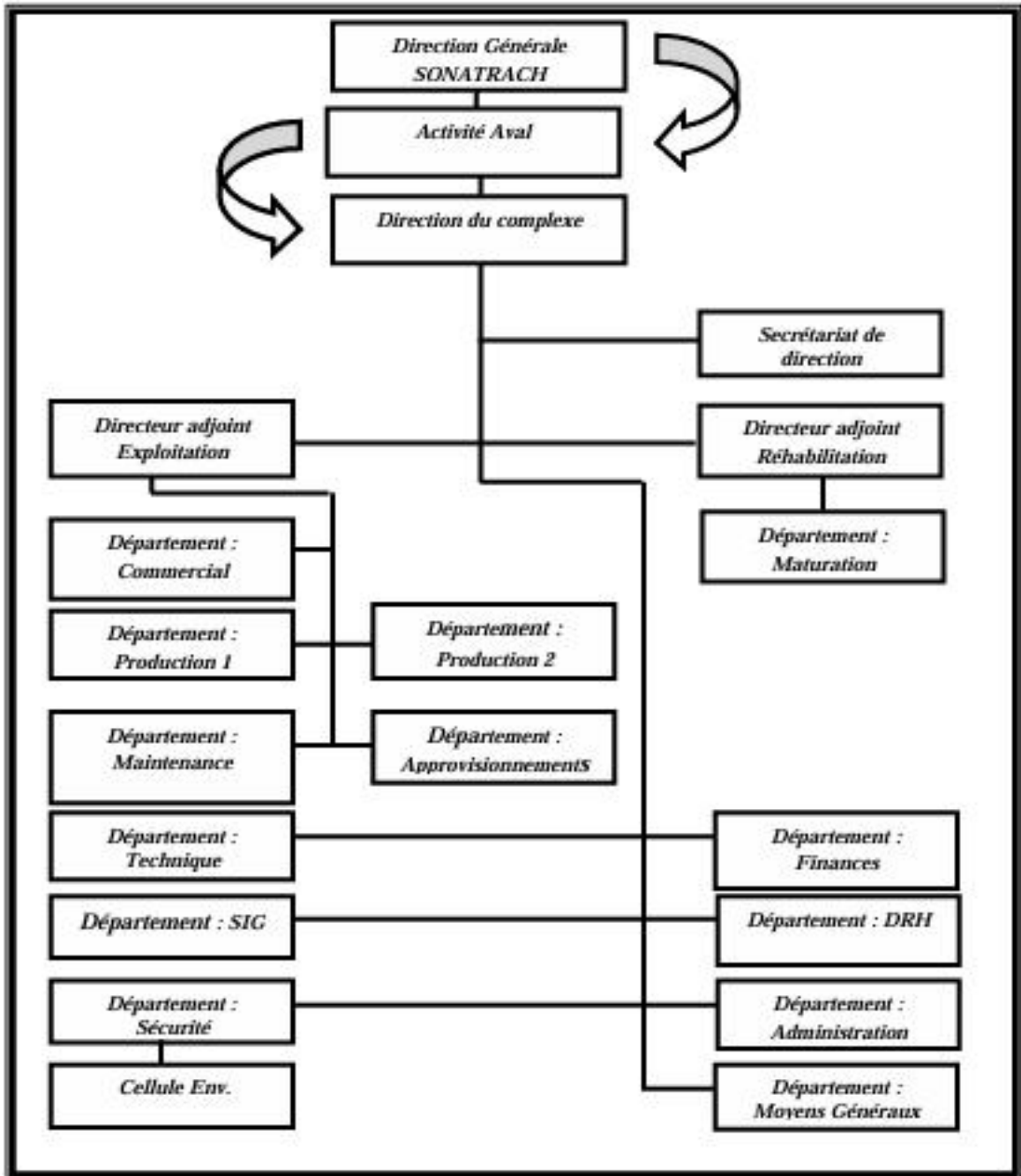


Figure I.3: Organigramme de la raffinerie de Skikda RA1/K [1]

La raffinerie est équipée des installations suivantes :

- *Unité 10/11*: distillation atmosphérique (TOPPING).
- *Unité 100*: prétraitement et de reformage catalytique (MAGNAFORMING); (avant réhabilitation).
- *Unité 101/103*: prétraitement et de reformage catalytique (PLATFORMING).
- *Unité 30/31 et 104*: traitement et séparation des gaz (GPL).
- *Unité 200*: extraction des aromatiques.
- *Unité 400*: cristallisation et séparation du para xylène.
- *Unité 500*: isomérisation de m, ortho xylène en para xylène.
- *Unité 700/701/702/703*: isomérisation du naphta léger A.
- *Unité 70*: distillation sous vide (Production des bitumes)

Les utilités sont :

- *Unité 600*: stockage, mélange et expédition (MELEX).
- *Unité 62*: déminéralisation des eaux.
- *Unité 1050*: centrale thermique électrique et utilités (C. T. E).
- *Unité 900*: purification de l'hydrogène.

### **I.4 Présentation des différentes unités de production :**

#### **I.4.1 unités de distillation atmosphérique U10-11 :**

Le topping ou la distillation atmosphérique a pour but de fractionner le brut en différentes coupes stabilisées pouvant être utilisées pour l'obtention de produits finis (naphta, gas-oil, jet). Elles traitent le brut de Hassi Messaoud pour avoir les produits suivants : G.P.L, Iso-pentane, Naphta A, Naphta B (65°-150°) Naphta C (150°- 180°) Kérosène (180° -225°) Gasoil léger (225°-320°) Gasoil lourd (320°-360°) Résidu (>360°).

### **I.4.2 unités de platforming U100 et 103 :**

L'unité 100 appelé auparavant Magnaforming, elle utilisait un catalyseur à base de magnésium. Actuellement et après revamping les deux unités ont le même type de catalyseur à base de platine (platforming), les deux unités ont pour but de transformer la Naphta moyenne obtenue du Topping (réformât) utilisé comme charge pour les unités d'aromatiques (unité 200 et 400). Cette transformation a pour conséquence une augmentation de l'indice d'octane de 45 à 99 permet ainsi d'utiliser le réformât obtenu pour la fabrication des essences.

### **I.4.3 unité d'extraction des aromatique U200 :**

L'installation d'extraction des aromatiques a été projeté pour extraire de l'essence réformée des aromatiques qui seront fractionnées par la suite en benzène et toluène très pures .La charge est constituée par la coupe de réformât léger provenant directement de la colonne C5 splitter du réformât de l'unité 100.

### **I.4.4 unité de séparation du paraxylène U400 :**

Cette unité est conçue pour récupérer le paraxylène un produit très recherché sur le marché. La charge venant de l'unité de magnaforming (avant réhabilitation), elle permet par cristallisation de séparer le paraxylène des autres xylènes (métha-ortho) et éthylebenzène. Le paraxylène est commercialisé comme telle, le reste peut être utilisé comme base pour l'obtention des essences ou commercialisé sous forme de mélange xylènes pouvant être utilisé comme solvant pour la fabrication des peintures, etc...

### **I.4.5 unité de production de bitume U70 :**

L'unité 70 a été conçue pour traiter 271 100 t/an de brut réduit importé (BRI). Elle se compose principalement d'une colonne de distillation sous vide et d'un réacteur d'oxydation des bitumes. Le produit de fond de colonne est le bitume routier ordinaire qui est devise en deux parties, une partie vers le stockage et L'autre partie comme charge à la section d'oxydation où elle sera oxydée au moyen de l'air en bitume oxydé.

**I.4.6 unités de séparation et traitement des gaz U30-31-104 :**

Ces unités sont destinées à traiter les gaz liquides venant des unités 10, 11, 100 et 103 dans l'ordre suivant:

*Unité 30* : Traite le gaz liquide qui vient de l'unité 100 en particulier ceux de tête de la colonne C7 où les GPL sont séparés du pentane.

*Unité 31* : Reçoit les gaz provenant de la tête des colonnes de stabilisation de l'essence des deux unités de Topping.

*Unité 104* : Elle a été conçue dernièrement avec la nouvelle unité de Platforming 103 afin de traiter les GPL venant de cette unité.

**I.4.7 L'unité d'isomérisation du naphta léger A Référé aux unités 700-701-702-703 :**

Leur but est la conversion des paraffines normales en iso paraffines par l'utilisation des catalyseurs modernes, très actifs à base de platine.

**I.5 Présentation des utilités :**

**I.5.1 unité melexe U600 :**

La raffinerie possède une capacité de stockage de 2.500.000 m environ. L'unité comprend les équipements nécessaires au mouvement blending (mélange) et exportation des produits finis. L'évacuation des produits finis se fait par un réseau de canalisation vers les deux ports de Skikda, Les dépôts G.P.L. et carburants de Skikda ainsi que le centre installation intégrée de distribution du Khroub (Constantine). L'évacuation du bitume routier se fait quant à elle par camions et par pipeline vers le port. La majorité des produits finis sont obtenues à partir de mélange de plusieurs produits de base, car il serait difficile d'obtenir directement (tout en restant dans les limites de la rentabilité) des produits répondant aux spécifications. Etude des performances de l'unité d'isomérisation

9 La partie théorique I. Présentation de la raffinerie de Skikda

### **I.5.2 centrale thermoélectrique :**

C'est le système nerveux de la raffinerie, la CTE se compose de 11 sections à savoir :

La section 62 : pour la production d'eau déminéralisée.

La section 1020 : ou tours de refroidissement de l'eau.

La section 1030 : pour le stockage et le pompage de l'eau de barrage ou de l'eau potable.

La section 1040 : pour le stockage et le pompage de l'eau anti-incendie.

La section 1050 : pour la génération de la vapeur « chaudières ».

La section 1060 : pour la récupération et le traitement du condensât.

La section 1070 : ou système Fuel-gas.

La section 1080 : pour la production de l'air instrument et l'air service.

La section 1100 : pour le traitement des effluents.

La section 1110 : de production de l'azote (N<sub>2</sub>).

La section de production de l'électricité.

### **I.6 Formulation des essences de la raffinerie de Skikda ra1k la raffinerie de Skikda :**

(RA1K) produit maintenant un seul type d'essence, dite essence sans plomb d'indice d'octane de 91. La quantité d'essences fabriquée à RA1K dépend des facteurs :

- Demande du marché local y compris les besoins des régions centrées et Ouest.
- Des taux de fonctionnement des unités Reforming I et Reforming II;
- De la sévérité des unités Reforming.
- L'essence est produite par le biais des bases suivantes :
- Butane : pour donner une volatilité à l'essence. Le pourcentage du butane est limité par la TVR.

- Reformat lourd : Produit issu de l'unité 100.
- ERL : Produit issu de l'unité 100.
- Naphta A et B : leur utilisation permet une meilleure valorisation.
- Raffinat : produit issu de l'unité 200.
- Toluène Brut / Aromatiques Lourds : Ont l'avantage d'avoir un indice d'octane élevé mais présentent une densité très élevée.
- MTBE : son addition aux carburants permet un gain en nombre d'octane.
- Isomère : Produit issu de l'unité d'isomérisation.

# **CHAPITRE II :**

## **Généralités sur les**

### **essences**

### **II Introduction :**

Les propriétés de l'essence, notamment son indice d'octane, jouent un rôle crucial dans le fonctionnement des moteurs. L'indice d'octane mesure la résistance du carburant à l'auto-inflammation, ce qui évite le phénomène de cliquetis moteur. Un carburant avec un indice d'octane élevé permet un fonctionnement plus efficace du moteur, en optimisant la combustion et en réduisant les risques de dommages mécaniques.

Ainsi, la qualité de l'essence influence directement la performance, la consommation de carburant et les émissions polluantes des véhicules. Les recherches continuent à explorer de nouvelles méthodes pour améliorer la qualité de l'essence tout en respectant les normes environnementales, ce qui est essentiel pour l'efficacité énergétique et la durabilité des moteurs modernes.

### **II.1 Définition :**

L'essence est le produit de raffinage le plus important, c'est un mélange de fractions d'hydrocarbures à point d'ébullition relativement bas.

L'essence est un mélange d'hydrocarbures dérivés du pétrole qui est utilisé comme carburant dans les moteurs à combustion interne. Il a un pouvoir calorifique très élevé, environ 46 mj/kg.

L'essence est un liquide incolore hautement inflammable, moins dense que l'eau (densité relative : 0,70 à 0,75). L'essence est obtenue à partir du pétrole par distillation directe, entre 60° et 200°c, ou par craquage des fractions lourdes. [2]

### **II.2 Composition d'essence :**

Le naphta léger est l'un des composants de l'essence, avec des indices d'octane d'environ 70. Le naphta lourd n'a pas une qualité suffisante pour être utilisé à cette fin, et sa destination est la transformation par reformage catalytique, un processus chimique par lequel l'hydrogène est également obtenu, tandis qu'augmenter l'indice d'octane de ce naphta.

Outre le naphta reformé et le naphta léger, les autres composants entrant dans la formulation d'une essence commerciale sont le naphta FCC, le naphta léger isomérisés, l'essence de pyrolyse débenzénisée, le butane, les butènes, le MTBE, l'ETBE alkylé et l'éthanol. Les formules de chaque raffinerie sont généralement différentes (même appartenant aux mêmes entreprises), selon les unités de traitement dont elles disposent et selon que l'on est en été ou en hiver.

Par un procédé appelé craquage catalytique fluide FCC (parfois appelé essence FCC) à partir de diesel lourd. S'il n'est pas raffiné, il peut contenir jusqu'à 1000 ppm de soufre. Il contient environ 40% d'aromatiques et 20% d'oléfines. Ses indices d'octane (MON/RON) sont autour de 80/93.

Le naphta léger isomérisé (isomères) est obtenu à partir de naphta léger par distillation directe, par un procédé utilisant des catalyseurs solides à base de platine/aluminium ou de zéolithes. C'est un composant exempt de soufre, de benzène, d'aromatiques et d'oléfines, avec des indices d'octane (MON/RON) autour de 87/89.

Essence de pyrolyse débenzénisée obtenue comme sous-produit de la fabrication d'éthylène à partir de naphta léger. Il est composé d'environ 50% d'aromatiques (toluène et xylènes) et 50% d'oléfines (isobutène, hexène). Il contient environ 200 ppm de soufre. Le benzène qu'il contient à la source est généralement purifié et vendu comme matière première pétrochimique. Ses indices d'octane (MON/RON) sont autour de 85/105

L'alkylat est obtenu à partir d'isobutane et de butènes, par un procédé qui utilise des catalyseurs acides (soit de l'acide sulfurique, soit de l'acide fluorhydrique). Il ne contient pas non plus de soufre, de benzène, d'aromatiques ou d'oléfines. Ses indices d'octane (MON/RON) sont autour de 94/95.[2]

## II.3 Caractérisation des essences :

De toute évidence, l'obtention de performances satisfaisantes du véhicule dépend de facteurs techniques et des normes de qualité du carburant : d'une part, elle distingue les caractéristiques physiques qui déterminent le bon ravitaillement du véhicule et, d'autre part, elle distingue les caractéristiques qui peuvent obtenir la meilleure performance du moteur. Obtenu sans risque de combustion anormale.

### II.3.1 Caractérisation physiques :

#### II.3.1.1 La masse volumique (densité) :

La masse volumique d'un corps, à une température donnée est le rapport de sa masse à son volume, exprimée en (kg /l ou g /cm<sup>3</sup>) mesurée à l'aide d'un aréomètre. Elle varie avec la température suivant la relation :

$$\rho_t = \rho_{15} - k (t - 15)$$

Avec :

t : température en °C

$\rho_t$  et  $\rho_{15}$  : masse volumique respectivement à t° C et 15°C.

k : Coefficient qui dépend de la température.

La masse volumique des essences est comprise entre 0.735 et 0.765 kg /l.

Elle est inversement proportionnelle à la température et elle augmente avec la teneur en aromatiques. La densité d'un produit est le rapport de la masse d'un certain volume d'échantillon à la masse du même volume d'échantillon à une température standard (4°C) et une température de référence donnée (généralement de l'eau). Par conséquent, la densité est une dimension égale à la densité à 15 ° C .

La spécifique Gravity (Sp. Gr<sub>60/60</sub> °F) est une densité avec la même température pour le produit et le corps de référence (eau). Cette température est de 60°F soit 15°C.

Un autre concept est utilisé pour mesurer la densité des fractions pétrolières : la qualité API (définie par l'American Petroleum Institute comme une fonction hyperbolique de la gravité spécifique) :

$$^{\circ}\text{API} = [141.5 / \text{Sp. Gr } 60 / 60] - 131.5$$

### II.3.1.2 Volatilité :

la volatilité exprime la capacité d'une substance à se vaporiser. Le terme s'applique surtout à des liquides mais il peut aussi concerner des solides capables de passer directement à l'état de vapeur, sans passer par une phase liquide.

Lorsqu'il est question de carburant, la volatilité est un paramètre important de qualité. Une essence à volatilité élevée s'évapore assez rapidement lorsque la température extérieure augmente. Elle peut être à l'origine de bouchons de vapeur et faire caler le moteur. En hiver, c'est l'inverse, l'essence doit être plus volatile pour faciliter le démarrage d'un moteur froid. La volatilité de l'essence doit donc être adaptée à la saison.

La volatilité de l'essence doit être soigneusement contrôlée pour obtenir un fonctionnement satisfaisant du moteur et réduire les émissions d'hydrocarbures par évaporation. Elle est définie par la pression de vapeur, la courbe de distillation et le rapport V/L.

### II.3.1.3 Courbe de distillation :

La courbe de distillation représente l'évolution volumique de la fraction de distillation en fonction de la température dans un équipement approprié (norme ASTM D86 et ISO 3405) à pression atmosphérique. Cette technique est communément appelée distillation ASTM.

Le changement de température est tracé en fonction de la quantité distillée, faites plus attention à:

- Point initiale (PI) : température repérée au moment où apparaît la première goutte de distillat.
- Fractions évaporées en pourcentage (volume) à 70°C, 100°C, 180°C, de signées respectivement par E70, E100, E180.
- Point final (PF) : température pour laquelle on recueille la dernière goutte de distillat [3]

### **II.3.1.4 : La Tension de vapeur REID :**

La pression de vapeur Reid (TVR) indique d'une manière indirecte, la teneur en constituants très légers qui conditionnent la sécurité au cours du transport, les pertes au stockage et la volatilité des essences. Elle correspond à la pression relative développée par les vapeurs issues d'un échantillon de carburant disposé dans une bombe normalisée à la température de 37,8°C. [4]

### **II.3.2 : Caractérisation chimiques :**

#### **II.3.2.1 La couleur :**

La couleur est une caractéristique qui s'applique aux produits dits blancs mais, en réalité, plus ou moins colorés depuis le jaune très pâle jusqu'au brun foncé.

#### **II.3.2.2 La corrosion à la lame de cuivre :**

La corrosion à la lame de cuivre est utilisée comme une épreuve pour déterminer l'apparition des composés soufrés en utilisant le cuivre étant particulièrement sensible à la présence de ces composés corrosifs.[5]

#### **II.3.2.3 L'indice d'octane :**

L'indice d'octane ou le pouvoir antidétonant d'un carburant caractérise la résistance de celui-ci à l'auto-inflammation par compression et élévation par température. En effet, le mélange air/essence admis dans la chambre de combustion ne doit pas s'enflammer avant que la bougie ne l'allume. Dans le cas contraire, on observe alors un phénomène d'auto-allumage, plus connu sous le terme de cliquetis. Le mélange s'enflamme tout seul avant

le point d'allumage, le rendement baisse les températures augmentent et le moteur (piston, soupapes, chambre de combustion) se détériore. Au niveau international, deux procédures permettent de déterminer l'indice d'octane : la méthode  $\diamond$  RON et la méthode  $\diamond$  MON. Le RON est l'indice d'octane obtenu par la méthode Recherche. Il est déterminant pour le cliquetis à l'accélération. Le MON est l'indice d'octane obtenu par la méthode Moteur. Il intéresse principalement le cliquetis à haut régime. Cet indice est toujours plus faible que l'indice RON.[6]

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.).

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.[8]

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

	<b>Composés</b>	<b>NOR</b>
Paraffines $C_7H_{16}$		0
		65
		91
Oléfines $C_7H_{14}$		54
		94
		105
Naphènes $C_7H_{14}$		<del>                    </del>
		75
Aromatiques $C_6H_5-CH_3$		120

### II.4 Les types et les spécification des essences :

#### II.4.1 Les types des essences :

Les moteurs à essence sont utilisés dans de nombreux véhicules, allant des voitures aux motocyclettes, en passant par les tondeuses à gazon. Pour qu'ils puissent fonctionner correctement et efficacement, il est essentiel d'utiliser un carburant adéquat. La principale source de carburant dans les moteurs à essence est l'essence, et il y a différents types d'essence disponibles sur le marché, chacun ayant des caractéristiques et des propriétés particulières d'après l'indice d'octane et on a que :

##### II.4.1.1 essence normal 89 :

Le carburant ordinaire avec un indice d'octane de 89 est un type de carburant utilisé dans les moteurs à combustion interne. Il contient une certaine proportion d'hydrocarbures qui déterminent ses caractéristiques et performances. Parmi ses composants et caractéristiques, nous trouvons :

**1. Additifs** : Le carburant ordinaire peut contenir des additifs visant à améliorer les performances du carburant ou à protéger le système de carburant du véhicule, tels que des agents antirouille et des agents de nettoyage des composants internes du moteur.

**2. Indice d'octane** : Une valeur d'indice d'octane de 89 est considérée comme modérée, ce qui signifie que le carburant contient une proportion raisonnable de composés contribuant à éviter une explosion prématurée du carburant pendant le processus de combustion à l'intérieur du moteur.

Le carburant ordinaire avec un indice d'octane de 89 est une option économique en termes de coût par rapport aux carburants avec des indices d'octane plus élevés. Cependant, son utilisation peut entraîner une augmentation de la consommation de carburant en raison d'explosions prématurées dans le moteur, entraînant une perte de puissance et une augmentation de la consommation de carburant. Il peut également entraîner une augmentation des émissions d'échappement et la formation de dépôts nocifs dans le moteur.

### II.4.1.2 essence sans plomb 95 :

L'essence sans plomb 95 est un carburant à indice d'octane de 95 qui est spécialement formulé pour les moteurs modernes fonctionnant sans plomb. L'essence sans plomb 95 est l'un des types d'essence les plus courants utilisés dans les voitures. C'est un carburant qui peut contenir jusqu'à 5% d'éthanol. Il est largement utilisé dans de nombreux pays en raison de sa compatibilité avec les moteurs actuels et de sa contribution à la réduction des émissions polluantes.

- Il existe aussi l'essence **SP95-E10** qui contient jusqu'à 10% d'éthanol. Elle est compatible avec la plupart des véhicules essence récents

Finalement, on peut conclure que l'utilisation du carburant sans plomb 95 présente de multiples bénéfices pour les utilisateurs. Ce carburant est spécialement élaboré pour satisfaire les exigences des moteurs contemporains. Ce carburant assure un bon fonctionnement du moteur, préserve la santé des éléments internes et contribue à diminuer les émissions de polluants toxiques présents. Le carburant sans plomb 95 est donc perçu comme une option parfaite pour ceux qui veulent préserver les performances de leurs véhicules tout en préservant l'environnement.[7]

### II.4.1.3 essence Super plomb 96 :

L'essence Super Plomb 96 est une essence à indice d'octane 96. Le taux d'octane est plus élevé de 96, tandis que celui de l'essence est de 95. Ce type d'essence a été abandonné en 2000. Si elle ne contient pas de Plomb 95, elle a une résistance accrue à l'auto-inflammation. Cela favorise une combustion plus optimale et assure une protection accrue du moteur, notamment pour les véhicules plus anciens ou sportifs. Compatible avec tous les véhicules à essence, même les plus anciens, Elle est composée de :

- ❖ 30 à 45 % d'alcènes sont présents.
- ❖ 30% à 45% d'hydrocarbures aromatiques.
- ❖ Entre 20 et 30 % d'alcanes.
- ❖ 5% de composés cycloalcaniques À hauteur de 5% d'éthanol

. Il y a aussi des additifs dans l'essence Super Plomb 96 qui améliore ses caractéristiques et prévient l'usure précoce de certaines pièces mécaniques, même si cela entraîne une hausse du prix de la pompe.

### **II.4.1.4 essence sans plomb 91 :**

C'est un type d'essence qui utilise Tel que son nom l'indique, l'essence super (91) a un indice d'octane supérieur à l'essence ordinaire (87) [8]

### **II.4.2 Spécifications des essences :**

Le carburant automobile varie d'une région à l'autre. Ces spécifications varient d'un pays à l'autre dans tous les aspects : indice d'octane, point de distillation, TVR et même composition. Les modifications les plus importantes introduites pour l'essence sont :

Elimination du plomb.

Réduction de la teneur en benzène.

Réduction de la teneur en aromatiques.

Réduction de la teneur en oléfines.

Réduction de la TVR.[17]

**II.4.2.1 en Algérie :**

**Tableau II.2: les spécifications des essences (en Algérie)[9]**

<b>Caractéristique</b>		<b>Unité</b>	<b>Normes Alg</b>	<b>Essence sans plomb</b>	<b>Essence Normal</b>	<b>Essence super</b>
<b>Aspect</b>		/	Insp.visuelle	Clair/limpide	Clair/limpid	Clair/limpide
<b>Masse volumique a 15 °c</b>		G/ML	NA 417	0.725-0.780	0.710-0.7660	0.7300-0.770
<b>distillation</b>	10%	%V	NA 1445	70 max	70 max	70 max
	50%	%V		140 max	140 max	140 max
	95%C	%V		195 max	195 max	195 max
	PF	%V		205 max	205 max	205 max
<b>Pertes</b>				/	/	/
<b>Résidu</b>		/	/	2.5 max	2.5 max	2.5 max
<b>TVR</b>	<b>Hiver</b>	BAR	NA422	0.800 max	0.800	0.800
	<b>Eté</b>			0.600 max	0.65	0.650
<b>Doctor test</b>		/	NA422	Négative	Négative	Négative
<b>Teneur en gommes actuelles</b>		MG/100 ML	NA 8115	5.0 max	10 max	10 max
<b>Nombre d'octane recherché</b>		/	NA 2653	95 min	89 min	96 min
<b>Teneur en soufre</b>		%PDS	NA 2809	0.15 max	0.15 max	0.15 max
<b>Corrosion lame de cuivre</b>		/	NA 566	Classe 1	Classe 1	Classe 1
<b>Aromatiques</b>		%M	NA 369	42 max	35 max	42 max
<b>Benzene</b>		%M	NA 784	5 max	5 max	5 max

**II.4.2.2 en France :**

**Tableau II.3: les types et les spécifications des essences (en France)[10]**

<b>Carburant</b>	<b>Années commercialisation (en France)</b>	<b>Indice d'octane</b>	<b>Présence de plomb</b>	<b>Présence d'éthanol</b>	<b>Compatible voitures anciennes?</b>
<b>Ordinaire (ou ordinaire plombé)</b>	env. 1940-2000	89	Oui	Non	N'est plus compatible
<b>Supercarburant (ou super plombé)</b>	env. 1940-2000	97	Oui	Non	N'est plus compatible
<b>Supercarburant (ou super ARS)</b>	2000-2006	98	Non, mais avec additif substitut de plomb	Non	N'est plus compatible
<b>Sans plomb 95-E5 (ou SP95-E5)</b>	2000-aujourd'hui	95	Non	Oui. jusqu'à 5%	Oui, si véhicule fonctionnant Oui, si véhicule initialement avec une essence à indice d'octane inférieur ou égal à 95 (ordinaire)
<b>Sans plomb 98 (ou SP98-E5)</b>	2000-aujourd'hui	98	Non	Oui. jusqu'à 5%	Oui, tous les véhicules anciens fonctionnant à l'essence.
<b>E85</b>	2007-aujourd'hui	104	Non	Oui. jusqu'à 85%	Non, pas compatible
<b>Sans plomb 95-E10 (ou SP95-E10)</b>	2009-aujourd'hui	95	Non	Oui. jusqu'à 10%	Non, pas compatible

### II.5 L'indice d'octane et l'antidétonage :

L'indice d'octane est une mesure de la capacité d'un carburant à résister à la détonation prématurée (cliquetis) dans un moteur à combustion interne. Plus l'indice d'octane est élevé, plus le carburant peut supporter de compression avant de s'enflammer spontanément. Cette caractéristique est essentielle pour les moteurs à haute performance, où des compressions plus élevées sont courantes, car elle permet d'éviter les dommages au moteur et d'améliorer l'efficacité du fonctionnement. [6]

#### II.5.1 L'autoinflammation :

Le phénomène d'auto-inflammation est caractérisé par une initiation spontanée de la combustion lorsque les conditions thermochimiques du milieu réactif sont favorables après un délai plus ou moins long appelé délai d'auto-inflammation. Il correspond à la durée nécessaire pour que les espèces radicalaires responsables de la propagation chimique de la réaction aient été formées en concentration suffisante. Lorsque l'on souhaite exploiter l'auto-inflammation elle est souvent obtenue par une forte compression volumétrique responsable d'une augmentation simultanée de la température, de la pression et de la masse volumique. [11]

#### II.5.2 Les carburants de références :

Les carburants de référence sont utilisés pour étalonner les mesures de l'indice d'octane. Ces carburants standardisés servent de points de comparaison pour déterminer les caractéristiques de résistance à la détonation des différents carburants utilisés dans les moteurs à combustion interne. Voici un aperçu des carburants de référence couramment utilisés :

##### 1) Isooctane (2, 2,4-triméthylpentane) :

- Indice d'octane RON et MON : 100
- Utilisé comme point de référence supérieur pour les tests d'indice d'octane. Il résiste bien à la détonation.

### 2) n-Heptane

- Indice d'octane RON et MON : 0
- Utilisé comme point de référence inférieur. Il a une faible résistance à la détonation.

Les indices d'octane des carburants commerciaux sont déterminés en comparant leur performance à celle de mélanges de ces deux hydrocarbures de référence. Par exemple, un carburant avec un indice d'octane de 87 signifie qu'il a la même résistance à la détonation qu'un mélange contenant 87% d'isooctane et 13% de n-heptane.

### II.5.3 Mesure de l'indice d'octane :

#### 1) Le moteur CFR (Cooperative Fuel Research) :

Le moteur CFR est un appareil standardisé utilisé pour mesurer l'indice d'octane des carburants. Ce moteur a été développé dans les années 1920 et est encore largement utilisé aujourd'hui pour ses mesures précises et reproductibles des indices RON (Research Octane Number) et MON (Motor Octane Number). Voici un aperçu détaillé du moteur CFR et de son fonctionnement.

#### 2) Caractéristiques du Moteur CFR :

##### Configuration du Moteur :

1. Type: Monocylindre, moteur à combustion interne.
2. Cylindrée: Environ 600 cm<sup>3</sup>.
3. Rapport de Compression: Ajustable de 4:1 à 18:1.
4. Vitesse de Rotation: Variable, typiquement 600 tr/min pour le test RON et 900 tr/min pour le test MON.

##### Système de Carburant :

- ❖ Alimentation en Carburant: Carburateur à débit contrôlé.

Dans certains cas, des systèmes d'injection de carburant peuvent être utilisés pour des mesures spécifiques.

### ❖ Système d'Allumage

Bougies d'Allumage: Standardisées pour assurer une uniformité dans les essais.

Timing d'Allumage: Variable pour s'adapter aux différentes conditions de test.

### II.5.4 Procédures de Mesure

#### 1) Method RON (Research Octane Number)

- Utilise un moteur de test à conditions spécifiques et standardisées pour mesurer la tendance à la détonation du carburant.

- Procédure:** Le carburant est testé dans un moteur standard avec un taux de compression variable. La mesure se fait à une vitesse de moteur de 600 tr/min et à des conditions de température standard.

- Application:** Cette méthode est couramment utilisée en Europe et indique comment le carburant se comporte sous des conditions normales de conduite.

- Mesure la performance à une basse vitesse de moteur et une température de 49°C (120°F).

#### 2) Méthode MON (Motor Octane Number)

- Utilise un moteur de test, mais à des conditions plus sévères que la méthode RON, avec une température de 149°C (300°F) et une vitesse de moteur plus élevée.

- Cette méthode simule mieux les conditions réelles de conduite.

Procédure: Le carburant est testé dans un moteur similaire à celui utilisé pour le RON, mais à une vitesse de 900 tr/min et à des températures plus élevées.

Application: Cette méthode est plus représentative de la performance du carburant sous des conditions de charge lourde et de haute température, comme la conduite sur autoroute.

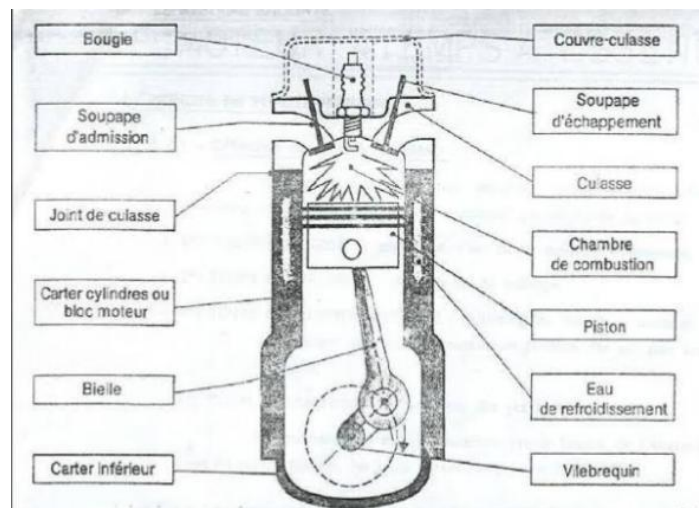
#### 3) Indice d'Octane (R+M)/2

C'est la moyenne arithmétique des valeurs RON et MON. Utilisée principalement en Amérique du Nord pour afficher l'indice d'octane des carburants à la pompe .[12]

## II.6 Les moteurs à combustion interne

Le moteur à combustion interne est un type de moteur qui exploite la combustion pour générer de l'énergie mécanique. Ils se caractérisent par la capacité de transformer l'énergie chimique présente dans le carburant en énergie cinétique mécanique par le biais de la combustion à l'intérieur de la chambre de combustion. On effectue ce processus en général avec des carburants comme l'essence ou le diesel, mélangés à de l'air dans la chambre de combustion, où le carburant est allumé pour entraîner l'expansion des gaz et pousser le piston.

Les moteurs à combustion interne sont constitués de cylindres, de pistons, de soupapes d'admission et d'échappement et de système d'allumage. Ces moteurs font partie des types de moteurs les plus couramment employés dans diverses applications, telles que les véhicules, les avions, les navires et l'équipement industriel. Ils jouent un rôle crucial dans le déplacement de nombreux moyens que nous employons dans notre quotidien.[12]

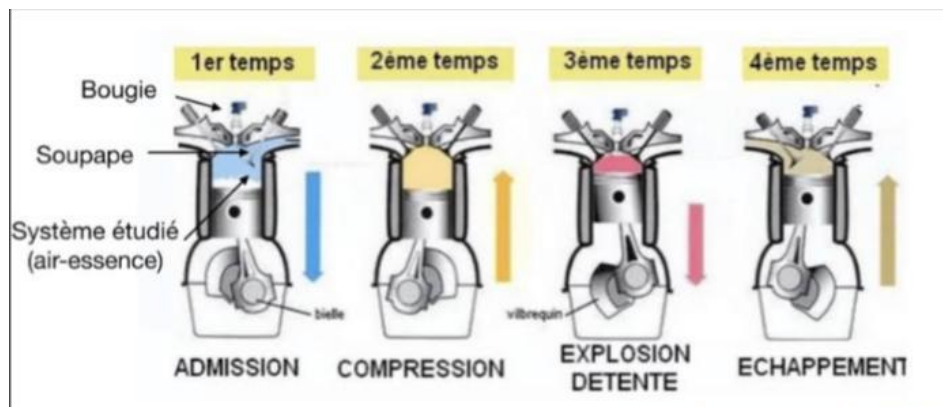


**Figure II.1:** les compositions de moteur à combustion interne.

### II.6.1 Les principes de fonctionnement

Les principes de fonctionnement des moteurs à combustion interne sont basés sur plusieurs étapes clés qui se déroulent dans le cycle de combustion.

1. La phase d'admission consiste à aspirer le mélange-carburant (essence ou diesel) dans la chambre de combustion. C'est le cas quand le piston descend dans le cylindre et ouvre la soupape d'entrée.
2. Compression : Lorsque la chambre de combustion est remplie de la combinaison d'air et de carburant, le piston remonte afin de comprimer le mélange. Cela fait monter la température et la pression du mélange, ce qui favorise l'inflammation.
3. Combustion : À un moment donné, la bougie d'allumage (pour les moteurs à essence) ou la chaleur générée par la compression (pour les moteurs diesel) émet une étincelle afin d'enflammer le mélange air-carburant. Cela provoque une explosion dans la chambre de combustion, ce qui pousse le piston vers le bas.
4. L'échappement : Lorsque le piston atteint le point le plus bas de sa course, la soupape d'échappement s'ouvre afin de permettre aux gaz brûlés de sortir de la chambre de combustion lorsque le piston redémarre.[13]



**Figure II.2:** principe de fonctionnement de moteur à combustion interne

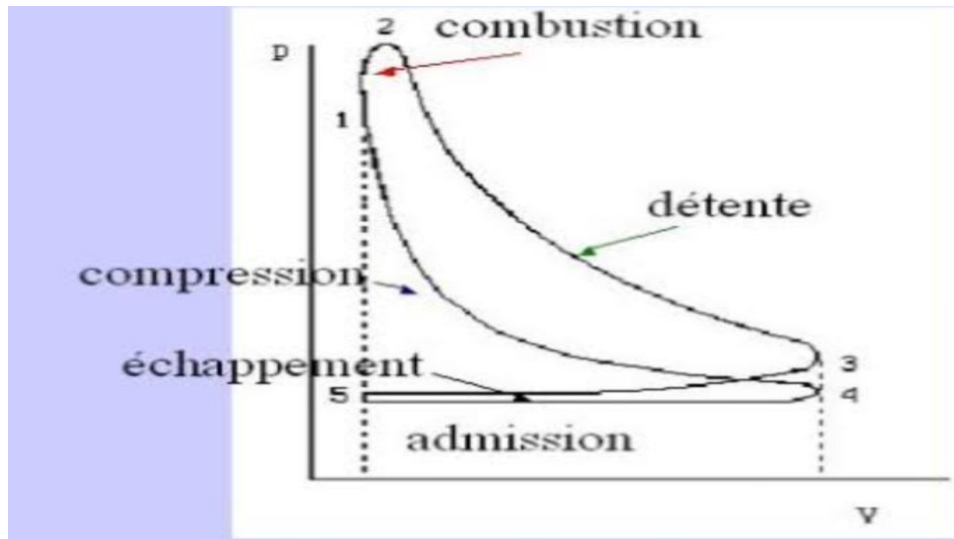
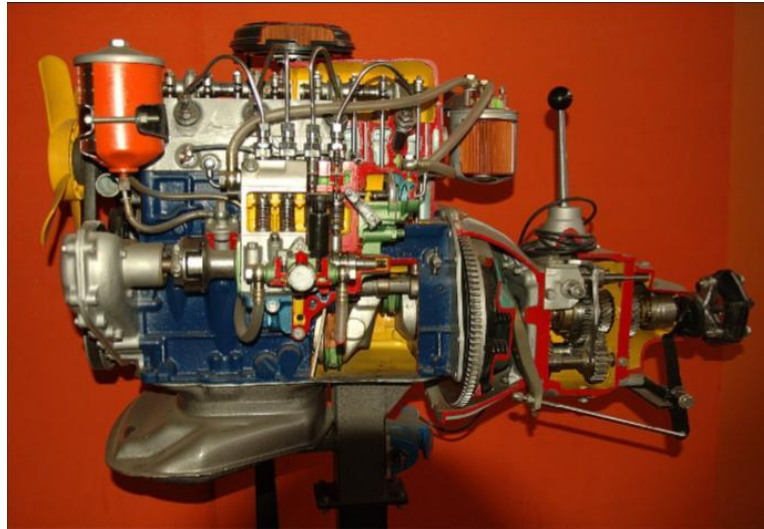


Figure II.3 principe de fonctionnement de moteur à combustion interne

### II.6.2 Moteur à gazoil

Un moteur diesel ou moteur à gazole est un moteur à combustion interne qui fonctionne par compression de l'air à l'intérieur du cylindre, puis par injection de carburant diesel à haute pression. À la différence des moteurs à essence qui utilisent une étincelle pour allumer le mélange air-carburant, les moteurs diesel utilisent la chaleur de la compression pour enflammer le carburant diesel. La combustion engendre une expansion rapide des gaz, ce qui pousse le piston vers le bas, créant ainsi de l'énergie mécanique.

L'efficacité énergétique des moteurs diesel est plus élevée que celle des moteurs à essence, ainsi que leur couple élevé et leur longévité. Les camions, les bus, les machines agricoles, les véhicules de construction, les navires et même certaines voitures particulières sont souvent utilisés. Les moteurs diesel sont aussi réputés pour leur efficacité sur de longues distances et dans des conditions de charge élevée.

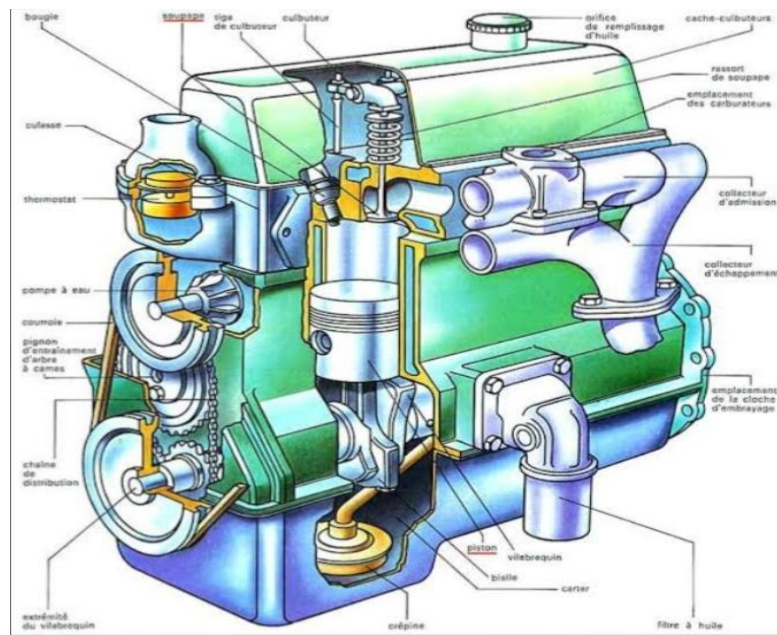


**Figure II.4:** un moteur à gasoil

Le moteur diesel fonctionne selon le principe de la combustion spontanée et est principalement constitué de plusieurs composants. Dans un premier temps, l'air est confiné à l'intérieur du cylindre lorsque le piston remonte, ce qui entraîne une augmentation de sa température. Ensuite, on injecte précisément du carburant diesel dans le cylindre à une pression élevée. Une fois que l'air est assez comprimé, le diesel s'enflamme tout seul en raison de la pression et de la chaleur de l'air. La combustion explosive du carburant produit une grande quantité de gaz chauds. La force de ces gaz pousse le piston vers le bas, ce qui entraîne un mouvement à l'intérieur du cylindre. Le vilebrequin convertit ce mouvement linéaire en mouvement rotatif, puis le transmet à la transmission pour propulser le véhicule. Finalement, à la fin de la combustion, les gaz d'échappement sont évacués du cylindre par la soupape adéquate.[14]

### II.6.3 Moteur à essence

Les moteurs à essence sont des moteurs à combustion interne qui consomment de l'essence comme combustible. Ces moteurs fonctionnent grâce à un système d'allumage par étincelle qui émet l'étincelle dans la chambre de combustion. On injecte habituellement du carburant (essence) dans le collecteur d'admission avant d'arriver dans les chambres de combustion. Les moteurs à essence présentent un rapport de compression inférieur aux moteurs diesel, ce qui entraîne une pression interne inférieure avant l'allumage. Les véhicules de tourisme, les véhicules légers et d'autres applications qui exigent une performance élevée à des vitesses élevées sont souvent utilisés avec ces moteurs.



**Figure II.5:** moteur à essence

Le moteur à essence agit en comprimant un mélange d'air et de carburant dans le cylindre, puis en l'enflammant à l'aide d'une étincelle générée par la bougie d'allumage. L'action de cette combustion génère une force qui pousse le piston vers le bas, transformant ainsi l'énergie chimique du carburant en mouvement mécanique. Le vilebrequin a pour fonction de transformer le mouvement linéaire du piston en mouvement rotatif, ce qui permet de propulser la voiture. Une fois que la combustion est

terminée, les gaz d'échappement sont évacués du cylindre afin de préparer le cycle suivant.[15]

**Tableau II.4 : Fonctionnement des moteurs a 4 temps**

Temps moteur	Admission	Compression	Combustion detente	Echappement
MOTEUR ESSENCE	Aspiration d'un mélange préparé et dosé air-essence dont le volume est variable	Pression fin compression de 10 à 15 bars $T=300$ à $400^{\circ}\text{C}$ $\Phi = 1/9$	Combustion déclenchée par étincelle (rapide)	Evacuation des gaz brûlés (toxiques)
MOTEUR DIESEL	Aspiration d'air pur à un volume sensiblement constant	Pression fin compression de 30 à 40 bars $T=600$ à $700^{\circ}\text{C}$ $\Phi = 14$ a $1/24$	Combustion par auto-inflammation (lente)	Idem (oxydes d'azotes)

### II.6.4 Taux de compression

Le ratio de compression correspond à la différence entre l'espace total à l'intérieur du cylindre d'un moteur à combustion et l'espace disponible à l'état de point mort bas du piston. Autrement dit, c'est la proportion du volume maximal du cylindre quand le piston est au point mort bas et du volume minimal du cylindre quand le piston est au point mort haut. Une augmentation du taux de compression implique que le mélange air-carburant est comprimé dans un espace plus restreint avant l'inflammation, ce qui améliore l'efficacité de la combustion et la puissance générée par le moteur. Les moteurs à compression élevée ont généralement une meilleure performance énergétique, mais ils requièrent un carburant de meilleure qualité afin d'éviter le phénomène de cognement moteur.

Pour calculer le taux de compression d'un moteur, vous devez suivre ces étapes :

1. Mesurez le volume de la chambre de combustion lorsque le piston est au point mort bas et enregistrez cette mesure comme  $V_b$  (volume maximal).
2. Ensuite, mesurez le volume de la chambre de combustion lorsque le piston est au point mort haut et enregistrez cette mesure comme  $V_h$  (volume minimal).
3. Calculez le taux de compression en utilisant la formule suivante : Taux de compression =  $V_b/V_h$ .

Exemple :

Supposons que le volume maximal mesuré à l'aide de l'outil de mesure du cylindre soit de  $800 \text{ cm}^3$ . Cela représente le volume du cylindre lorsque le piston est au point mort bas. Ensuite, supposons que le volume minimal mesuré après la compression soit de  $50 \text{ cm}^3$ . Cela représente le volume du cylindre lorsque le piston est au point mort haut.

Maintenant, nous pouvons calculer le taux de compression en utilisant la formule :

Taux de compression =  $V_{\text{max}} / V_{\text{min}}$  Taux de compression =  $800 \text{ cm}^3 / 50 \text{ cm}^3$  Taux de compression = 16

### II.6.5 Effet de l'indice d'octane sur les performances de moteur

L'indice d'octane évalue la résistance d'un carburant à l'auto-inflammation ou au « cliquetis » dans un moteur à combustion interne. Une résistance au cliquetis plus élevée d'un carburant avec un indice d'octane plus élevé permet de le comprimer à des taux de compression plus élevés sans s'enflammer prématurément.

L'impact de l'indice d'octane sur les performances d'un moteur est le suivant :

-Un carburant avec un indice d'octane plus élevé permet au moteur de fonctionner à des taux de compression plus élevés sans avoir à craindre le cliquetis. Il est possible que cela entraîne une augmentation de la puissance et de l'efficacité du moteur.

-Grâce à l'utilisation d'un carburant à haut indice d'octane, le moteur peut être plus performant, ce qui entraîne une amélioration de la puissance et de la réaction aux accélérations.

-La diminution des émissions peut être obtenue grâce à un carburant de qualité supérieure avec un indice d'octane élevé, ce qui peut entraîner une diminution des émissions polluantes générées par le moteur.

L'indice d'octane joue un rôle crucial dans les performances et l'efficacité d'un moteur, en particulier pour les moteurs à haut rendement et à haute compression. Utiliser un carburant présentant un indice d'octane approprié peut contribuer à optimiser le fonctionnement du moteur et à maximiser ses performances.[16]

### **Conclusion:**

L'essence joue un rôle vital dans l'industrie automobile en tant que principale source d'énergie pour les moteurs à combustion interne. Ses propriétés, notamment son indice d'octane, sont cruciales pour assurer un fonctionnement optimal des véhicules, en influençant directement la performance du moteur, la consommation de carburant et les émissions polluantes. L'évolution continue des technologies visant à améliorer la qualité de l'essence tout en répondant aux normes environnementales représente un défi important et prometteur pour l'avenir de la mobilité durable. En optimisant la composition et les caractéristiques de l'essence, il est possible de garantir des moteurs plus efficaces, plus propres et plus durables, contribuant ainsi à la réduction des impacts environnementaux tout en répondant aux besoins croissants de mobilité mondiale.

**CHAPITRE III :**  
**Procédés et additifs**  
**Améliorent**  
**L'indice d'octane**

### III. Introduction

Le carburant extrait directement représente 10% des produits de fractionnement du pétrole brut. Il est utilisé comme carburant pour les voitures. Cependant, avec l'évolution des moteurs de voiture en augmentant la pression de combustion à l'intérieur des cylindres, le carburant peut provoquer l'explosion du moteur en raison de la pression du mélange (air-essence) à l'intérieur du cylindre du moteur. Ainsi, la maintenance pétrolière travaille à améliorer la production de carburant et à développer des techniques pour réduire la tendance du carburant à l'explosion. Le critère utilisé pour évaluer la capacité du carburant à brûler est son indice d'octane, où plus l'indice d'octane est élevé, plus la résistance à l'auto-inflammation augmente et plus l'efficacité du moteur augmente. Son indice d'octane est basé sur le rapport de deux composés dans l'essence : l'iso-octane, un composé ayant la même formule chimique que l'octane mais avec des différences légères dans la composition et les propriétés, et le n-heptane ordinaire. L'iso-octane pur a une note de 100% et le n-heptane a une note de 0%. Ainsi, un mélange de 90% d'iso-octane et 10% de n-heptane aurait un indice d'octane de 90. Pour cette raison, l'amélioration de la qualité du carburant nécessite une augmentation de l'indice d'octane dans l'essence. C'est pourquoi plusieurs techniques et méthodes ont été découvertes pour obtenir un carburant à haut indice d'octane, soit avec des procédés comme reformage catalytique ou avec des additifs comme l'addition de plomb.

### III.1 Procédés améliorent l'indice d'octane

#### III.1.1 Le craquage

C'est un procédé pour obtenir des molécules plus simple par fragmenter les hydrocarbures lourds (y compris les composés à longue chaîne ayant des poids moléculaires élevés) en hydrocarbures plus légère et ce procédé utilisé dans l'industrie de pétrochimie parce-que Les alcanes ( $C_4H_{10}$ ) brûlent plus uniformément que les alcanes très longs ( $C_7H_{16}$ ) et on a deux type de craquage;

##### III.1.1.1 Le craquage thermique

La chaleur est la principale source d'énergie requise car les réactions impliquées sont endothermiques pour fragmenter les molécules lourdes à légère et elles sont favorisées

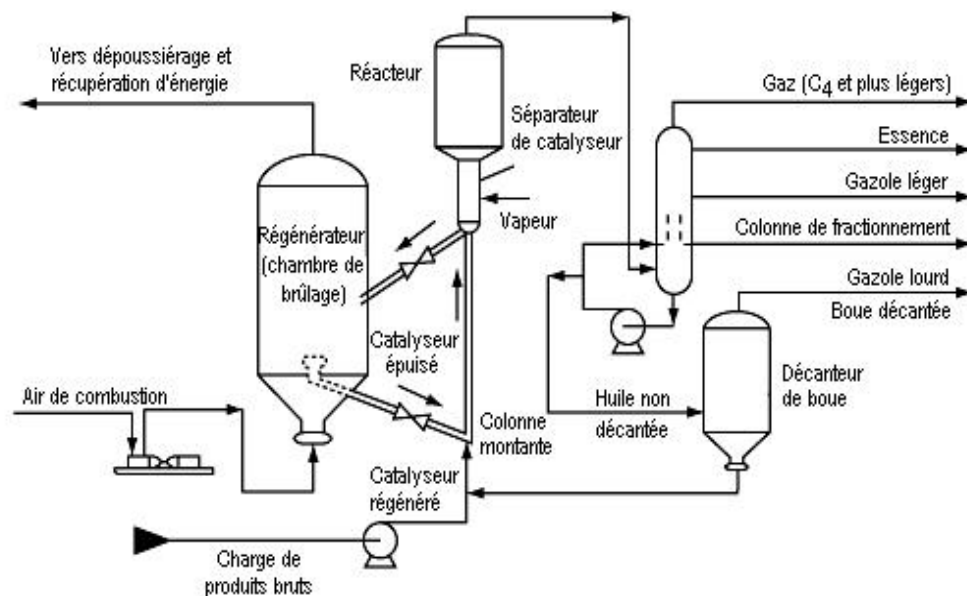
par une température élevée et une pression basse et cette procédé obtient de coke solide indésirable

### Des exemples

1. Conversion du naphta ( $C_{10}H_{22}$ ) en essence ( $C_6H_{14}$ ) et en hydrocarbures plus légers par le craquage.
2. Transformation du gaz naturel ( $CH_4$ ) en hydrocarbures plus petits, tels que l'éthane ( $C_2H_6$ ) et le propane ( $C_3H_8$ ), par le craquage.
3. Décomposition de l'huile lourde (par exemple,  $C_{20}H_{42}$ ) pour obtenir du carburant diesel ( $C_{12}H_{26}$ ) et du fioul léger par le craquage.
4. Fragmentation du gazole ( $C_{14}H_{30}$ ) pour produire des produits à plus basse température d'ébullition grâce au craquage.
5. Dégradation du pétrole brut en divers produits pétrochimiques et de carburants par le craquage.

#### III.1.1.2 Le craquage catalytique

C'est un procédé favorisée à haut température (environ  $450^\circ$  \_  $550^\circ$ ) et basse pression (élève par rapport à craquage thermique) en présence d'un catalyseur par exemple :zeolithes ;les aluminosilicates et les métaux de groupe du platine et le catalyseur utiliser est un catalyseur acide car la réaction besoin d'un mécanisme acide pour la poursuivre



Source: Occupational Safety and Health Administration (OSHA), 1996.

Figure III.1: schéma du procédé de craquage catalytique

### III.1.2 Le reformage catalytique :

Il s'avère que le naphta a l'indice d'octane le plus bas tandis que les aromatiques ont un indice d'octane élevé, de sorte que le processus du catalyseur de réforme transforme les composés de naphta  $C_6H_{12}$  en aromatiques  $C_6H_6$ . La structure principale de l'unité de reformage est composée d'une série de trois réacteurs comprenant un catalyseur et un fractionnateur qui permet de séparer les différents produits à la sortie des réacteurs. Ce catalyseur est extrêmement vulnérable à la présence de substances sulfurées et azotés, donc il est essentiel que la charge de reformage soit dépourvue de soufre, d'azote et de leurs dérivés. La réaction s'effectue à une pression élevée et à une température élevée (environ  $550\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), entraînant la production d'hydrogène par les molécules nobles. Il s'agit d'une réaction endothermique où les liaisons présentes dans les molécules naphthéniques s'ouvrent et libèrent de l'hydrogène, ce qui débouche sur la formation de molécules aromatiques, notamment le benzène ( $C_6H_6$ ).

Lorsqu'il sort des réacteurs, après avoir été séparé dans une unité de séparation, il renferme : l'hydrogène ; le gaz de combustion (méthane et éthane) ; le propène ; le butane ; le reformat.

-Nous utiliserons l'hydrogène pour le traitement et la désulfuration de l'eau.

-Le gaz à combustion est envoyé vers le réseau de gaz combustible. On dirige le propane et le butane vers un récipient de stockage. Finalement, le reformat sera combiné avec du naphta léger et du butane dans des proportions spécifiques afin de produire du carburant ordinaire et du supercarburant correspondant. Le reformat est fractionné pour obtenir des hydrocarbures aromatiques BTX (benzène, toluène et xylène) très prisés dans le secteur pétrochimique.

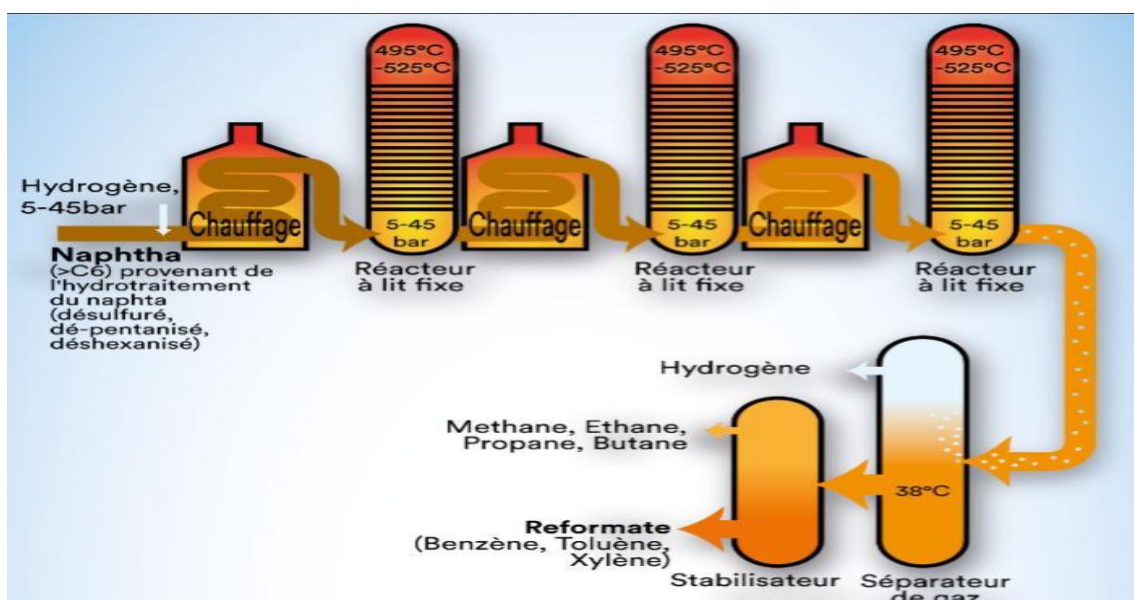


Figure III.2: procédé de reformage catalytique

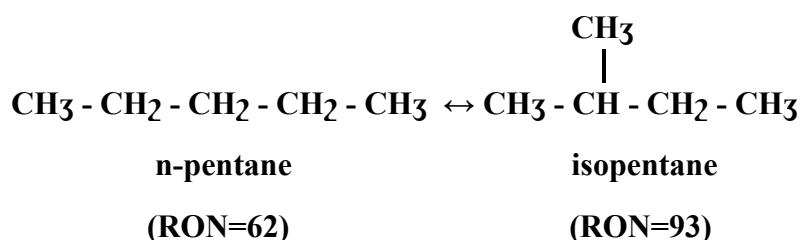
#### A. Les réactions chimiques mises en œuvre au cours du reformage catalytique

Ces réactions nécessitent une température d'environ 500 °C, les catalyseurs sont du type platine sur alumine, une baisse de la pression entraîne une augmentation de la production d'hydrogène et une amélioration de la qualité et de la quantité du reformat, mais une forte augmentation de la « cokéfaction » en résulte.

- Les déshydrogénations des paraffines ou des cycloalcanes conduit à la production d'une molécule d'oléfine et d'hydrogène, ou d'une molécule d'aromatique et de 3 molécules d'H<sub>2</sub>.
- Les d'isomérisation des alkylcyclopentanes en alkylcyclohexane qui vont conduire par déshydrogénation à l'aromatique correspondant avec production de 3 moles d'H
- Les réactions d'isomérisation des paraffines en isoparaffines
- Les réactions de désyrocyclisation des paraffines en aromatique avec production de 4moles d'H<sub>2</sub>

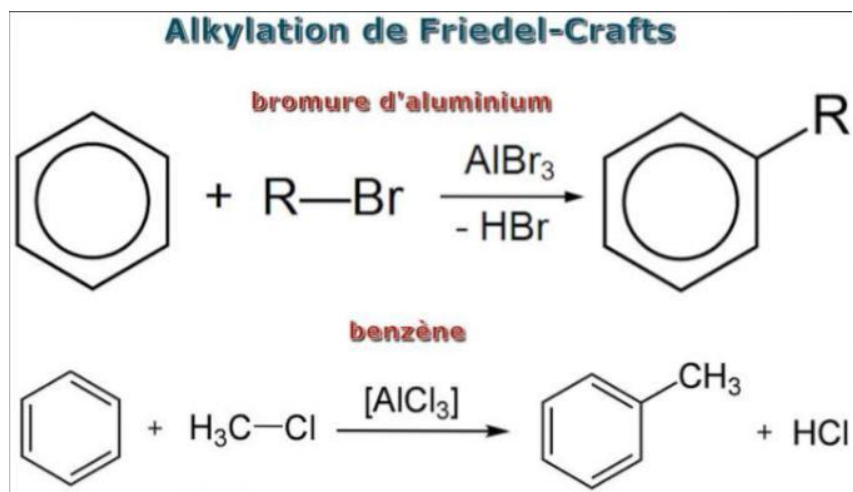
#### III.1.3 Isomérisation

Le procédé d'isomérisation serre à transformer les n-paraffines d'essence légère (gazoline) de faible indice d'octane et en produire des isoparaffines Marqué par des indices d'octane élevés,



#### III.1.4 L'alkylation

L'alkylation est une technique qui consiste à mélanger des molécules d'oléfines provenant du craquage catalytique avec des molécules d'isoparaffines, ce qui permet d'augmenter le volume et l'indice d'octane de l'essence de base. Les oléfines, à l'aide d'un catalyseur très réactif comme l'acide sulfurique, l'acide fluorhydrique ou le chlorure d'aluminium, réagissent avec les isoparaffines pour former des molécules d'alcane ramifié à longue chaîne, alkylats (isooctane), qui sont très résistantes au phénomène de cliquetis. Ensuite, on isolera et fractionnera ces alkylats. L'action a lieu à des températures assez basses, entre 10 et 16°C pour l'acide sulfurique, 27 à 0°C pour l'acide fluorhydrique et 0°C pour le chlorure d'aluminium, et est régulée par refroidissement.[17]



### III.3 :Exemples des reactions d'alkylation

## III.2 Additifs améliore l'indice d'octane

Les additifs sont des composés chimiques qui sont ajoutés aux carburants pour améliorer certaines de leurs propriétés, telles que l'indice d'octane

Les additifs spécialement conçus sont incorporés dans les carburants pour augmenter leur indice d'octane, ce qui améliore les performances du moteur et contribue à une combustion plus propre et plus efficace.

### III.2.1 Le plomb

**Tableau III.1:** les propriétés du plomb

nombre atomique	82
poids atomique	207,19
isotopes stables	204 Pb, 206 Pb, 207 Pb, 208 Pb
système cristallin	cubique faces centrées
Densité	11,9
température de fusion	327,5 °C
température d'ébullition	1 739,85 °C
dureté (échelle de Mohs)	1,50
Ductilité	élevée
Résistivité	$21 \times 10^{-08} \Omega.m$ à 20 °C
états d'oxydation	+ II et + IV

L'utilisation du plomb comme additif dans l'essence permettait d'augmenter l'indice d'octane. En ajoutant du tétra éthyle de plomb, on pouvait accroître la résistance au cliquetis du carburant, ce qui était crucial pour les moteurs à combustion interne à compression élevée. L'action du plomb consistait à créer un film protecteur sur les soupapes et les sièges de soupape du moteur, ce qui diminuait l'usure et empêchait les cliquetis. Cela améliorait l'efficacité des moteurs et leur permettait de générer davantage de puissance.

Toutefois, bien qu'il présente des bénéfices en termes de performances, l'emploi du plomb comme additif a été progressivement abandonné en raison de ses conséquences néfastes sur la santé humaine et l'environnement. Le plomb est un polluant nocif qui a la capacité de polluer l'air, le sol et l'eau, entraînant ainsi des problèmes de santé sérieux.

Depuis le 1<sup>er</sup> juillet 2021, la société nationale de distribution de carburant NAFTAL a cessé de distribuer de l'essence au plomb

Et c'est pourquoi nous avons :

- ❖ Le sans Plomb 95 qui possède un indice d'octane de 95, et qui comporte 95% d'octane Et 5% d'heptane
  - ❖ Le sans Plomb 98 qui possède un indice d'octane de 98, et qui comporte donc 98% D'octane et 2 %d'heptane
- Il est donc préférable d'utiliser le Sp98 (un carburant avec un indice d'octane élevé).

#### III.2.2 Additifs oxygènes

Les additifs oxygénés sont souvent des composés organiques oxygénés, comme le méthanol ou l'éthanol. Lorsque ces additifs sont incorporés dans le carburant, l'oxygène excessif interagit avec le carburant lors de la combustion à l'intérieur du moteur. Lors de la combustion réactionnelle, les molécules de carburant qui restent dans la chambre de combustion reçoivent de l'oxygène. Cette réaction contribue à améliorer le processus de combustion en général, ce qui augmente l'efficacité de la combustion et diminue le risque d'explosions indésirables. Par ailleurs, l'oxygène apporté par les additifs peut aider à améliorer les performances du moteur en favorisant une production de chaleur accrue et une pression accrue à l'intérieur de la chambre de combustion, ce qui améliore le processus de combustion. En conséquence, les additifs oxygénés augmentent l'indice d'octane du carburant et améliorent les performances du moteur en améliorant la combustion, en prévenant les explosions incontrôlées et en diminuant les émissions nocives du moteur.

**Tableau III.2:** des exemples de additifs oxygènes et leur propriété

Famille de substances	composé	n CAS	Solubilisation	sorption	Volatillisation à partir de la phase non miscible	Volatillisation à partir de la phase dissoute	dégradation
Additifs oxygénés	Éthyltert-butyl éther	637-92-3	Soluble	hydrophile	volatil	volatil	faible
	Méthyl tert-butyl éther	1634-04-4	Très soluble	hydrophile	volatil	Faiblement volatil	faible
	Éther diisopropylique	108-20-3	Soluble	hydrophile	volatil	volatil	faible
	Tert-amyl Méthyl éther	994-05-8	Soluble	hydrophile	volatil	volatil	faible
	méthanol	67-56-1	Très soluble	hydrophile	volatil	Faiblement volatil	forte
	éthanol	64-17-5	Très soluble	hydrophile	volatil	Faiblement volatil	forte
	butanol	71-36-3	Très soluble	hydrophile	volatil	Faiblement volatil	forte
	Alcool butylique tertiaire	75-65-0	Très soluble	hydrophile	volatil	Faiblement volatil	moyenne
	Tert-amyl alcool	75-85-4	Très soluble	hydrophile	volatil	Faiblement volatil	faible

Et on a des types des additifs oxygènes pour améliorer l'indice d'octane :

### II.2.2.1 Additifs oxygènes de type éthers

Le MTBE (méthyl tert-butyl éther) ou l'ETBE (éthyl tert-butyl éther) sont des additifs oxygénés de type éthers, couramment employés dans les carburants afin d'améliorer leurs propriétés antidétonantes et de diminuer les émissions polluantes. Quand on ajoute ces éthers au carburant, ils augmentent l'indice d'octane, ce qui augmente la résistance du carburant à l'auto-inflammation (détonation) et le rend plus efficace pour le moteur.

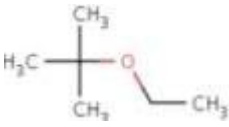
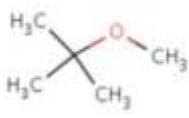
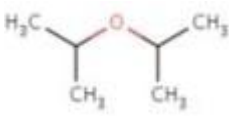
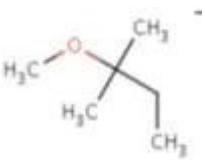
Les additifs oxygénés, comme l'éther méthylique tert-butylique (MTBE) et l'éther tert-butyléthylique (ETBE), ont pour effet d'accroître la quantité d'oxygène présente dans le véhicule. En mélangeant ces composés d'éther avec le carburant, de l'oxygène est libéré lors de la combustion. L'apport d'oxygène supplémentaire contribue à accroître la température de combustion à l'intérieur de la chambre de chaleur. L'utilisation d'additifs éther oxygénés améliore le processus de combustion et les performances du moteur en réduisant les émissions d'échappement nocives, en augmentant l'efficacité du carburant et en améliorant les performances du moteur dans son ensemble.

Les additifs oxygénés de type éthers (MTBE, ETBE, TAME et DIPE) sont considérés comme volatils et très mobiles dans les eaux souterraines en raison de leur solubilité, de leur caractère hydrophile et de leur faible biodégradabilité dans l'ensemble. Le MTBE, en particulier, se déplace plus rapidement dans les eaux souterraines que certaines substances couramment étudiées dans les diagnostics (comme le benzène, par exemple) et peut former des panaches de pollution plus longs et plus précoces que ceux associés aux substances habituellement recherchées.

Les additifs oxygénés de type éthers (MTBE, ETBE, TAME et DIPE) sont considérés comme volatils et très mobiles dans les eaux souterraines en raison de leur solubilité, de leur caractère hydrophile et de leur faible biodégradabilité dans l'ensemble. Le MTBE, en particulier, se déplace plus rapidement dans les eaux souterraines que certaines substances couramment étudiées dans les diagnostics (comme le benzène, par exemple) et

peut former des panaches de pollution plus longs et plus précoces que ceux associés aux substances habituellement recherchées.

**Tableau III.3:** Les additifs oxygènes de type éthers et leur formules

	N° Cas	Substance	Formule développée	Sélection
<b>Additifs oxygénés de types ether</b>	637-92-3	Éthyle tert – butyle éther (ETBE)		Normes NF ISO 11504 de juillet 2012 +pratiques aux états –Unis (NEIWGCC, 2006)
	1634-04-4	Méthyl tert – butyle éther (MTBE)		Normes NF ISO 11504 de juillet 2012 +pratiques aux états –Unis (NEIWGCC, 2006)
	108-20-3	éther diisopropylique (DIPE)		Normes NF ISO 11504 de juillet 2012 +pratiques aux états –Unis (NEIWGCC, 2006)
	Mélange	Esters méthylique d'acide gras (FAME)		Normes NF ISO 11504 de juillet 2012
	994-05-9	Tert-amyl méthyl éther (TAME)		Normes NF ISO 11504 de juillet 2012 +pratiques aux états –Unis (NEIWGCC, 2006)




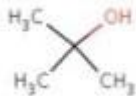
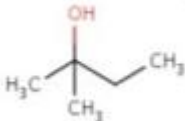
### Des exemples de l'utilisation de les additifs oxygènes de type éthers

- L'ETBE (éthyl tert-butyl éther – CAS n° 637-92-3), qui est utilisé en France dans les Essences depuis 1992
- Le MTBE (méthyl tert-butyl éther – CAS n° 1634-04-4), qui est utilisé dans les Essences en Europe depuis le milieu des années 1970 ;
- E DIPE (éther diisopropylique – CAS n° 108-20-3), pour lequel les informations Consultées indiquent toutefois qu'il est peu fréquent dans les carburants français

#### II.2.2.2 Les additifs oxygènes de type alcools

Les alcools oxygénés, comme le méthanol ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ) et l'éthanol ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ), sont des composés organiques munis de groupes hydroxyle (-OH) et sont souvent ajoutés aux carburants pour diverses raisons. Ces additifs sont utilisés afin d'améliorer les performances des moteurs et réduire les émissions polluantes. Lorsqu'ils sont mélangés au carburant, ces alcools augmentent la quantité d'oxygène disponible lors de la combustion, favorisant ainsi une meilleure combustion du carburant. Cela peut conduire à une augmentation de la puissance du moteur et à une diminution des émissions telles que les oxydes d'azote et les particules fines. Cependant, l'utilisation d'alcools oxygénés peut également présenter certains défis. Par exemple, l'éthanol peut être corrosif et endommager certaines pièces du système de carburant si les matériaux ne sont pas compatibles. De plus, l'éthanol a une densité énergétique plus faible que l'essence, ce qui pourrait légèrement réduire l'efficacité énergétique du moteur. En conclusion, bien que les alcools oxygénés offrent des avantages en termes de performances et d'émissions, il est crucial de les utiliser avec précaution pour éviter tout effet néfaste sur le système de carburant et le moteur. [18]

**Tableau III.4:** les additifs oxygènes de type alcools et leur formule

<b>Additifs oxygénés de types alcools</b>	<b>N° Cas</b>	<b>Substance</b>	<b>Formule développée</b>	<b>Sélection</b>
	67-56-1	Méthanol		Normes NF ISO 11504 de juillet 2012
	64-17-5	Éthanol		Normes NF ISO 11504 de juillet 2012 +pratiques aux états –Unis (NEIWPC, 2006)
	71-36-3	Butanol		Normes NF ISO 11504 de juillet 2012
	75-65-0	Alcool-butylique tertiaire (TBA)		Normes NF ISO 11504 de juillet 2012+pratiques aux états –Unis (NEIWPC, 2006)
	78-85-4	Tert-amyl alcool (TTA)		Pratiques aux états –Unis (NEIWPC, 2006)

### III.2.3 Les produits a basse de manganèse pour améliorer l'indice d'octane

Les produits à base de manganèse sont largement utilisés en tant qu'additifs chimiques dans l'industrie pétrolière pour améliorer la qualité des carburants, notamment en augmentant l'indice d'octane. L'indice d'octane mesure la capacité du carburant à résister à l'auto-inflammation lorsqu'il est comprimé dans la chambre de combustion du moteur. Un indice d'octane plus élevé signifie une meilleure résistance à la détonation ou au cliquetis du moteur, ce qui est crucial pour assurer un fonctionnement efficace et performant du moteur. En ajoutant des produits contenant du manganèse aux carburants, il est possible d'augmenter leur indice d'octane, ce qui contribue à améliorer la qualité de la combustion et à optimiser les performances du moteur. Cela se traduit par une combustion plus propre et plus efficace, une réduction des émissions nocives et une meilleure économie de carburant. Cependant, il est important de noter que l'utilisation de produits contenant du manganèse doit être contrôlée et surveillée de près, car un excès de manganèse peut entraîner des problèmes environnementaux et de santé. Il est donc essentiel de respecter les proportions et les concentrations appropriées pour garantir les avantages souhaités sans causer de préjudices indésirables. Il convient de respecter les réglementations et les spécifications des fabricants pour une utilisation sûre et efficace des produits contenant du manganèse dans les carburants.



**Figure III.4:** manganèse

### Conclusion

Les procédés et les additifs visant à améliorer l'indice d'octane de l'essence représentent des avancées significatives dans l'industrie des carburants. Ces innovations technologiques permettent non seulement de prévenir le cliquetis moteur et d'optimiser la combustion, mais également de répondre aux exigences croissantes en matière de performances et d'efficacité énergétique des moteurs modernes. L'utilisation de méthodes telles que la reformulation chimique, l'addition d'oxygénateurs et d'autres agents spécifiques, montre un potentiel prometteur pour améliorer non seulement la qualité, mais aussi la durabilité environnementale des carburants. À l'avenir, ces avancées continueront à jouer un rôle essentiel dans la réduction des émissions polluantes et dans la promotion de solutions de transport plus propres et plus efficaces à l'échelle mondiale.

# **CHAPITRE 04**

## **Analyse et optimisation de bilan essence**

**IV.1 Identification des données****IV.1.1 : Caractérisation des Bases formant l'essence****Tableau IV.1: Propriétés des bases disponible au RA1K Skikda[19]**

<b>BASES</b>	<b>Densité</b>	<b>Indice d'octan</b>	<b>TVR</b>	<b>Aromatique%</b>	<b>Benzén%</b>
<b>BUTANE</b>	0.5794	94.7	5.5	0	0
<b>TOL. BRUT</b>	0.8286	107	0.05	60.08	0.33
<b>N-PENTANE</b>	0.626	64	3.07	0	0
<b>NAPHTA A</b>	0.634	68	0.99	2.1	1.77
<b>ISOMERAT</b>	0.6365	89	1.1	0	0
<b>NAPHTA B</b>	0.7309	54	0.28	8.9	0.86
<b>Reformat léger</b>	0.7073	69	0.23	11.78	15
<b>RAFFINAT</b>	0.6848	62	0.28	5.4	8.39
<b>Reformat lourd</b>	0.8751	106	0.01	80.63	0
<b>AROM. LOURD</b>	0.8824	107	0.01	96.76	0.06
<b>MTBE</b>	0.7465	130	0.54	0	0

**IV.1.2 Bilan d'essence 2023**

**Tableau IV.2: Bilan d'essence RA1K Skikda 2023**

<b>BASES</b>	<b>Eté (Tone) (mai-octobre)</b>	<b>Fraction (Xm)</b>	<b>Hiver (Tone) (novembre-avril)</b>	<b>Fraction (Xm)</b>
<b>BUTANE</b>	1,622.320	0.001676634	2,259.66	0.00251782
<b>TOL. BRUT</b>	180,627.725	0.186675019	183,415.76	0.204370506
<b>N- PENTANE</b>	4,018.280	0.018369027	2,151.52	0.002397325
<b>NAPHTA A</b>	27,122.250	0.028030285	27,186.75	0.030292761
<b>ISOMERAT</b>	239,864.049	0.247894535	208,423.62	0.232235444
<b>NAPHTA B</b>	5,763.750	0.005956716	2,682.50	0.002988968
<b>Reformat léger</b>	194,031.919	0.200527977	84,109.18	0.09371842
<b>RAFFINAT</b>	22,980.361	0.023749728	102,715.07	0.114449977
<b>Reformat lourd</b>	218,753.008	0.226076711	211,902.53	0.23611181
<b>AROM. LOURD</b>	40,932.832	0.042303236	43,938.70	0.048958578
<b>MTBE</b>	31,888.736	0.0329563494	28,681.60	0.03
<b>Totale</b>	967,605.230	1	897,466.89	1

**IV.1.3 Principe de calcul des mélanges d'essence**

Le service Planning et Programme (PP) pilote les unités de production. Il est chargé de décider du volume d'essence à fabriquer, ainsi que de la proportion des différentes fractions qui le composent. Et ce en fonction de la demande et de la disponibilité des produits, tout en respectant les spécifications. (PP) donne alors les instructions nécessaires qui effectuent les mélanges appropriés.

➤ **Calcul de la TVR d'un mélange d'essence :**

La TVR varie linéairement avec la composition volumétrique du mélange:

$$(TVR)_a X_a + (TVR)_b Y_b + (TVR)_c Z_c = (TVR)_{\text{mélange}} \cdot 100 \dots \dots \dots [\text{IV.1}]$$

**TVR:** Tension de Vapeur Reid.

**X<sub>a</sub>, Y<sub>b</sub>, Z<sub>c</sub>:** pourcentage volumique du composant A, B, C Dans le mélange.

Tel que :  $X_a + Y_b + Z_c = 100$

L'équation ci-dessus est employée pour le calcul de la TVR des mélanges d'essences

➤ **Calcul de la densité d'un mélange d'essence :**

La densité varie linéairement avec la composition volumétrique du mélange

$$D_a X_a + D_b Y_b + D_c Z_c = D_{\text{mélange}} \cdot 100 \dots \dots \dots [\text{IV.2}]$$

**X<sub>a</sub>, Y<sub>b</sub>, Z<sub>c</sub>:** pourcentage volumique du composant A, B, C Dans le mélange.

➤ **Calcul de l'indice d'octane d'un mélange d'essence**

L'indice d'octane recherche (RON) ne varie pas linéairement avec la composition volumétrique des composants du mélange.

Un indice empirique le "Research Blending Number" (RBN), dérivé du RON et qui varie avec la composition volumétrique des composants est employé pour le calcul des mélanges d'essences.

L'équation de l'indice d'octane s'écrit alors:

$$(RBN)_a X_a + (RBN)_b Y_b + (RBN)_c Z_c = (RBN)_{\text{mélange}} \cdot 100 \dots \dots \dots [\text{IV.3}]$$

➤ **But de travail**

Répartition des composés de l'essence SP91 produit au niveau de RA1K et étudier la possibilité d'augmenter les fractions de : Butane MTBE pour former 2 qualités d'essence : SP9540% et SP9160%

**IV.2 Partie Calcule**

**IV.2.1 Calcule des fractions volumiques**

**Tableau IV.3 : Les fractions volumiques des bases (bilan d'été)**

<b>BASES</b>	<b>Mass (Tone)</b>	<b>Densité</b>	<b>Volume (m3)</b>	<b>Fraction Xv</b>
<b>BUTANE</b>	1,622.320	0.5794	2,800.00	0.002151049
<b>TOL. BRUT</b>	180,627.725	0.8290	217,991.46	0.167467994
<b>N-PENTANE</b>	4,018.280	0.6260	6,418.98	0.004931263
<b>NAPHTA A</b>	27,122.250	0.6340	42,779.57	0.032864633
<b>ISOMERAT</b>	239,864.049	0.6365	376,848.47	0.289507013
<b>NAPHTA B</b>	5,763.750	0.7309	7,885.83	0.006058143
<b>Reformat léger</b>	194,031.919	0.7073	274,327.61	0.210747221
<b>RAFFINAT</b>	22,980.361	0.6848	33,557.77	0.025780149
<b>Reformat lourd</b>	218,753.008	0.8751	249,974.87	0.192038668
<b>AROM. LOURD</b>	40,932.832	0.8824	46,388.07	0.035636794
<b>MTBE</b>	31,888.736	0.7465	42,717.66	0.032817072
<b>Totale</b>	967,605.230	0.7433	1,301,690.29	1

**Tableau IV.4 : Les fractions volumiques des bases (bilan d'hiver)**

<b>BASES</b>	<b>Mass (T)</b>	<b>Densité</b>	<b>Volum (m3)</b>	<b>Fraction Xv</b>
<b>BUTANE</b>	<i>2,259.66</i>	0.5794	3,900.00	0.003249448
<b>TOL. BRUT</b>	<i>183,415.76</i>	0.8290	221,249.41	0.184343186
<b>N-PENTANE</b>	<i>2,151.52</i>	0.6260	3,436.93	0.002863624
<b>NAPHTA A</b>	<i>27,186.75</i>	0.6340	42,881.31	0.035728354
<b>ISOMERAT</b>	<i>208,423.62</i>	0.6365	327,452.66	0.272830863
<b>NAPHTA B</b>	<i>2,682.50</i>	0.7309	3,670.13	0.003057924
<b>Reformat léger</b>	<i>84,109.18</i>	0.7073	117,258.02	0.09769842
<b>RAFFINAT</b>	<i>102,715.07</i>	0.6848	149,992.80	0.124972767
<b>Reformat lourd</b>	<i>211,902.53</i>	0.8751	242,146.65	0.201754592
<b>AROM. LOURD</b>	<i>43,938.70</i>	0.8824	49,794.54	0.041488399
<b>MTBE</b>	<i>28,681.60</i>	0.7465	38,421.43	0.032012422
<b>Totale</b>	<i>897,466.89</i>	0.7477	1,200,203.89	1

**IV.2.2 Formulation de 2 qualités d'essence SP95 40% et SP91 60%**

**IV.2.2.1 Essence SP95 (Bilan d'ete) :**

➤ **Calcule de la quantité nécessaire du MTBE**

$$X_{vt40\%} * 91 + X_{vMTBE} * 130 = 95$$

$$91 * V_{t40\%} / (V_{t40\%} + V_{MTBE}) + 130 * V_{MTBE} / (V_{t40\%} + V_{MTBE}) = 95$$

$$91 * V_{t40\%} + 130 * V_{MTBE} = 95 * (V_{t40\%} + V_{MTBE})$$

$$35 V_{MTBE} = 4 V_{t40\%}$$

$$V_{MTBE} = (4/35) V_{t40\%}$$

$$V_{MTBE} = (4/35) * 1,301,690.29 * 0.4$$

$$V_{MTBE} = 59,505.8417 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$m_{MTBE} = V_{MTBE} \cdot d_{mtbe} = 44,421.1108 \text{ (T)}$$

➤ **Taux d'injection d' MTBE :**

$$X_{MTBE} = (m_{MTBE} + m_{0MTBE} \cdot 0.4) / (m_t \cdot 0.4 + m_{MTBE})$$

$$X_{MTBE} = (44,421.1108 + 31,888.736 \cdot 0.4) / (967,605.230 \cdot 0.4 + 44,421.1108)$$

$$X_{MTBE} = 0.1325$$

$$X_{MTBE} = 13.25\%$$

Le taux maximal d' MTBE est de 10%

Nous ne pouvons pas obtenir un essence SP95 avec cette limite .Il faut diviser cette augmentation d' MTBE sur les deux qualité d' essence et puis reformulation des bases d' essence pour obtenir 40% de SP95 et 60% de SP91

➤ **Taux d' MTBE sur la quantité totale d' essence**

$$X_{MTBE} = (M_{mtbe} + m_{0MTBE}) / (m_t + m_{MTBE})$$

$$X_{MTBE} = (44,421.1108 + 31,888.736) / (967,605.230 + 44,421.1108)$$

$$X_{MTBE} = 0.0754$$

$$X_{MTBE} = 7.54\%$$

➤ **La reformulation des bases :**

Après l' injection du quantité nécessaire d' MTBE nous avons obtenir un essence avec indice d' octane environ de 92.8 on diviser le en 2 mélange :

Mélange 01 : 40% de la quantité totale

Mélange 02 : 60% du quantité totale

Les deux mélange ont les même propriétés et la même composition

Nous transférerons les bases entre les deux mélange pour obtenir :

Mélange 01 : NO=95

Mélange 02 : NO=91

Mais il faut tenir compte que les autre caractéristiques (Densité ; TVR ; taux d' aromatiques ; taux de benzène) sont toujours restent dans les normes.

## CHAPITRE IV : Analyse et optimisation de bilan essence

**Tableau IV.5 : composition d'essence SP95 (bilan d'été)**

<b>BASES</b>	<b>V(m3)</b>	<b>Xv</b>	<b>Xm</b>
<b>BUTANE</b>	1,120.00	0.002057014	0.0016087
<b>TOL. BRUT</b>	107,196.58	0.196879388	0.220193492
<b>N- PENTANE</b>	2,567.59	0.004715689	0.003984545
<b>NAPHTA A</b>	7,111.83	0.013061728	0.011177616
<b>ISOMERAT</b>	190,739.39	0.350315767	0.300965969
<b>NAPHTA B</b>	3,154.33	0.005793306	0.005715362
<b>Reformat léger</b>	69,731.04	0.128069429	0.122266767
<b>RAFFINAT</b>	13,423.11	0.024653148	0.022787435
<b>Reformat lourd</b>	99,989.95	0.183643535	0.216916519
<b>AROM. LOURD</b>	8,555.23	0.015712702	0.01871439
<b>MTBE</b>	40,889.40	0.075098293	0.075669206
<b>Total</b>	544,478.45	1	1
NO	95.21737489		
TVR	0.514440785		
Densité	0.74086777		
Aromatiques	34.16770262		
Benzen	2.123674389		

**IV.2.2.2 Essence SP91 (Bilan d'été)**

**Tableau IV.6 : composition d'essence SP91 (bilan d'été)**

<b>BASES</b>	<b>V(m3)</b>	<b>Xv</b>	<b>Xm</b>
<b>BUTANE</b>	1,680.00	0.002057014	0.001599291
<b>TOL. BRUT</b>	110,794.88	0.135658723	0.150835739
<b>N- PENTANE</b>	3,851.39	0.004715689	0.003961239
<b>NAPHTA A</b>	35,667.74	0.043672061	0.037153912
<b>ISOMERAT</b>	186,109.08	0.227874436	0.194628134
<b>NAPHTA B</b>	4,731.50	0.005793306	0.005681932
<b>Reformat léger</b>	204,596.57	0.25051076	0.237761563
<b>RAFFINAT</b>	20,134.66	0.024653148	0.022654149
<b>Reformat lourd</b>	149,984.92	0.183643535	0.215647751
<b>AROM. LOURD</b>	37,832.84	0.046323035	0.054849681
<b>MTBE</b>	61,334.10	0.075098293	0.075226608
<b>Total</b>	816,717.68	1	1
NO	91.57474528		
TVR	0.435466126		
Densité	0.745226681		
Aromatiques	34.80890054		
Benzen	3.880207418		

**IV.2.2.3 Essence SP95 (Bilan d'hiver)**

**Quantité d'MTBE nécessaire**

$$V_{MTBE} = (4/35)V_{t40\%}$$

$$V_{MTBE} = 54,866.46 \text{ m}^3$$

**Tableau IV.7 : composition d'essence SP95 (bilan d'hiver)**

<b>BASES</b>	<b>V</b>	<b>Xv</b>	<b>Xm</b>
<b>BUTANE</b>	1,560.00	0.003107396	0.002410813
<b>TOL. BRUT</b>	93,499.76	0.186244069	0.206740429
<b>N- PENTANE</b>	1,374.77	0.002738438	0.002295439
<b>NAPHTA A</b>	2,152.52	0.004287655	0.003639968
<b>ISOMERAT</b>	170,981.07	0.34058064	0.290273104
<b>NAPHTA B</b>	1,468.05	0.002924245	0.002861937
<b>Reformat léger</b>	46,903.21	0.093427451	0.089735391
<b>RAFFINAT</b>	29,997.12	0.05975187	0.054790301
<b>Reformat lourd</b>	96,858.66	0.192934719	0.226077063
<b>AROM. LOURD</b>	19,917.82	0.039674698	0.046877837
<b>MTBE</b>	37,315.16	0.074328819	0.074297718
<b>Totale</b>	502,028.14	1	1
<b>NO</b>	95.66892198		
<b>Densité</b>	0.746812483		
<b>TVR</b>	0.49519465		
<b>Aromatique</b>	36.57152381		
<b>Benzen</b>	1.885662514		

**IV.2.2.4 : Essence SP91 (bilan d'hiver)**

**Tableau IV.8 : composition d'essence SP91 (bilan d'hiver)**

<b>BASES</b>	<b>V(m3)</b>	<b>Xv</b>	<b>Xm</b>
<b>BUTANE</b>	2,340.00	0.003107396	0.00240601
<b>TOL. BRUT</b>	127,749.65	0.169644734	0.187939197
<b>N- PENTANE</b>	2,062.16	0.002738438	0.002290866
<b>NAPHTA A</b>	40,728.79	0.054085661	0.04582409
<b>ISOMERAT</b>	156,471.60	0.207785959	0.176740899
<b>NAPHTA B</b>	2,202.08	0.002924245	0.002856236
<b>Reformat léger</b>	70,354.81	0.093427451	0.089556638
<b>RAFFINAT</b>	119,995.68	0.159347881	0.145825172
<b>Reformat lourd</b>	145,287.99	0.192934719	0.225626718
<b>AROM. LOURD</b>	29,876.72	0.039674698	0.046784456
<b>MTBE</b>	55,972.74	0.074328819	0.074149717
<b>Totale</b>	753,042.21	1	1
<b>NO</b>	91.63528355	<b>TVR</b>	0.425477442
<b>Densité</b>	0.748303103	<b>Aromatiques%</b>	35.97461742
<b>Benzen%</b>	2.715214773		

**IV.2.3 : Augmentation de la quantité de production par injection de butane**

Le butane a un bon indice d'octane NO=94.7 (une courte chaine atomique) .Il est toujours disponible de n'importe quelle quantité. Son existence dans l'essence est très limitée à cause de sa grande volatilité TVR=5.5Bar .mais le TVR de nos essence est très bas par rapport à la limite maximale :

SP95 (été) : TVR=0.51 kg/cm<sup>2</sup>

SP95 (hiver) : TVR=0.49kg/cm<sup>2</sup>

SP91 (été) : TVR=0.43kg/cm<sup>2</sup>

SP91 (hiver) : TVR=0.42kg/cm<sup>2</sup>

Alors nous pouvons augmenter le taux du butane sans dépasser les normes pour but d'améliorer la quantité de production d'essence.

le taux d'aromatique et de benzène est nul.donc nous contrôlons juste le TVR et la densité.

Nous avons obtenu finalement :

**Tableau IV.9 : Nouvelles caractérisation et production après les modifications**

Caractérisation	SP95(été)	SP91(été)	SP95(Hiver)	SP91(Hiver)
NO	95.21266702	91.64944801	95.62296039	91.82610268
TVR(Bar)	0.55980707	0.5565233	0.732601581	0.741433595
Densité	0.739398488	0.741262938	0.738871138	0.737786651
Aromatiques%	33.92407021	34.15854992	35.21114754	34.21557824
Benzène%	2.108531554	3.807711726	1.815520221	2.582449798
Volume (m <sup>3</sup> )	549,478.45	836,717.68	527,028.14	803,042.21

### IV.3 Comparaison de résultats

**Tableau IV.10:**

Essence	SP91 (avant)	SP95	SP91(après)
NO	91.2	95.4	91.7
Aromatiques%	37	34.5	34.7
Benzen%	3	1.9	3
Production (m3/an)	2,501,894.18	1,076,506.59	1,639,759.89
		2,716,266.48	

### IV.4 Avantages de nouveau bilan

La production a été améliorée de 7.9%.

L'essence SP95 en plus d'être un bon carburant pour les moteurs permet aussi d'économiser encore une quantité d'essence grâce a une diminution de consommation par rapport au SP91

Les aromatiques et benzène n'existe pas dans les deux additifs (MTBE ; Butane) donc lorsqu'on augmenté leur fraction on diminue les fraction des aromatique et benzène (diminution de pollution)

Ces changements proposés peuvent être réalisés avec un cout négligeable ou nul.

## **Conclusion générale**

---

### **Conclusion générale**

Pour conclure, l'amélioration de la qualité et de la quantité de production d'essence au niveau de RA1K Skikda est un objectif crucial pour répondre aux besoins croissants du marché. Les efforts déployés dans ce domaine visent à optimiser les processus de production, à garantir des normes de qualité élevées et à assurer une production efficace et durable. Cela permettra non seulement de renforcer la compétitivité de l'installation, mais aussi de contribuer positivement à l'économie locale et à la satisfaction des clients.

### Références bibliographiques :

- [1] Manuelle opératoire RA1K 2014
- [2] <https://fr.demotor.net/moteurs-thermiques/carburant/essence> Consulter 18 mai 2024 ,dernière Révision: 26 février 2019
- [3] Gille FOURNIER et Jean-François JOLY « Reformage catalytique » édition Technique de l'ingénieur, paris (1978).
- [4] J.WEISSMANN, 'Carburants et combustibles pour moteurs à combustion interne', édition Technip Paris, 1970
- [5] J.-C. GUIBET. «Caractéristiques des produits pétroliers ». K325 Techniques de l'ingénieur, pp. 2-7. 1997
- [6] Académie Poitiers, Lycée Professionnel Gaston Barré, Maintenance des véhicules automobiles, Session 2013-2014.
- [7] Le livre 'les essence et diesel ' Crocco Fabian Octobre 2004
- [8] KOU, Safa (Mémoire de ^production d'essence ^), Master académique, université Ouargla, 2021 p7-16.
- [9] Mr. Lamri younes , mémoire de" amélioration de la qualité de l'essence" mémoire Master, université Biskra, 2021 p80.
- [10] Hou, ABDOU, «analyse des caractérisation des carburants fossiles et leurs spécification" Mémoire fin d'étude université de Toulouse octobre 2015 p 49.
- [11] GUILLAUME LODIER, analyse de l'initiation et du développement de l'auto inflammation après compression rapide d'un mélange turbulent réactif Application au contexte CAI/HCCI, INSA de Rouen, 2013,23-40.
- [12] Heywood, J. B. "Internal Combustion Engine Fundamentals." McGraw-Hill (1988)
- [13] Charles Fayette <The Internal Combustion Engine in Theory and Practice> 19 march 1985.
- [14] livre {moteurs Diesel} de jean Lvc pallas 01 Octobre 2001.
- [15] CHAKER HANTOUCH "Moteurs combustion interne" mémoire fin d'étude Université de BASRAH. (05-12-2017)
- [16] Willard W. "le livre de Engineering Fundamentals of the Internal Combustion Engine". Pulkrabek (Second edition) 2003.
- [17] mémoire: Amélioration de la qualité de l'essence (nombre d'octane) à la raffinerie d'Adrar RA1D p8-13 et p19 2020/2021.

## **Références bibliographiques**

---

[18] Rapport “Additifs oxygénés et composé NSO dans les carburants” Coftier A, Boissard G p 35 Décembre 2013

[19] Mr.mezdour ingénieur du départment PMP. RA1K Skikda.