

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université 8 Mai 1945 Guelma
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de Génie des Procédés

Mémoire

Présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master en génie chimique

*La conformité d'un mélange final résultant de
l'utilisation d'un nouveau Blender essence à la
Raffinerie de Skikda*

Filière : Génie des Procédés

Spécialité : Génie chimique

Présenté par :
LEBLOUB Redouane

Encadrant :
Dr CHOUARFA Fella.

Septembre 2020

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail aux personnes les plus chères que je possède au monde :

- À ma famille ;
- A tous mes amis ;
- A tous ceux qui me sont chers ;
- A tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin à réaliser ce mémoire.

Redouane

Remerciements

- Tous mes remerciements et ma gratitude à ma directrice de recherche Mme CHOUARFA Fella qui j'ai beaucoup appris. Je la remercie pour sa compétence, sa gentillesse, sa disponibilité, et tous ses conseils précieux contribuant à l'élaboration de ce travail ;
- Je tiens à remercier les honorables membres de jury pour avoir accepté d'évaluer ce mémoire ;
- Mes remerciements très particuliers à l'ensemble de mes enseignants qui m'ont formé à l'université de 8 mai 1945 Guelma ainsi qu'au personnel de la Zone Nord ;
- Je souhaiterais également remercier les chefs d'équipe : BENMRABAT Sabar et TIFOUTI Hamid pour toute l'aide qu'ils m'ont donné ;
- Enfin, grand merci à ma famille et mes amis qui m'ont encouragé jusqu'au terme du mémoire.

Résumé

La fabrication de l'essence s'effectue à partir d'un mélange des constituants de base avec l'ajout de PTE. Si ce dernier est éliminé, il sera difficile d'obtenir une essence sans plomb d'indice d'octane conforme aux normes. La solution envisagée consiste à modifier la qualité des produits de base pour la fabrication d'une essence de qualité. La production d'une essence sans plomb nécessite la modification qualité/quantité des constituants de base. A cet effet un nouveau blender essence a été produit au niveau de la raffinerie de Skikda, c'est l'essence super sans plomb à base de MTBE. Dans cette étude une série d'analyses effectuées donnent des renseignements sur le comportement de chaque type d'essence lors de son utilisation et démontrent que l'essence super sans plomb à base de MTBE est le meilleur choix pour le fonctionnement des moteurs des véhicules ainsi que la protection de la santé et l'environnement.

Mots clés : essence, raffinage, normes d'essence, méthodes d'analyses.

Abstract

The manufacture of gasoline is based on a mixture of the basic constituents with the addition of PTE, if the latter is eliminated; it is difficulty to obtain an octane grade unleaded gas that complies with the standards, the solution envisaged is to modify the quality of the basic products for the manufacture of a quality gasoline. The production of an unleaded gas requires the modification of the quality/quantity of the basic constituents, for this purpose a new gasoline blender has been produced at the Skikda refinery, it is the MTBE-based super unleaded gas. In this study a series of analyses carried out provide information on the behaviour of each type of gasoline during their use and show that MTBE-based premium unleaded gas is the best choice for the operation of vehicle engines as well as for the conservation of health and the environment.

Key words : gasoline, refining, gasoline standard, method of analysis.

ملخص

يعتمد تصنيع البنزين على مزيج من المكونات الأساسية مع إضافة الرصاص، إذا تم التخلص من الأخير؛ من الصعب الحصول على بنزين خالي من الرصاص بدرجة أوكتان يتوافق مع المعايير، والحل المتصور هو تعديل جودة المنتجات الأساسية لتصنيع بنزين عالي الجودة. يتطلب إنتاج البنزين الخالي من الرصاص تعديل جودة / كمية، ولهذا الغرض تم إنتاج خلاط بنزين جديد في مصفاة سكيكدة، لإنتاج البنزين الخالي من الرصاص القائم على ميثيل ثلاثي بيوتيل إيثر. في هذه الدراسة، قدمنا سلسلة من التحليلات التي تم إجراؤها على كل نوع من أنواع البنزين أثناء استخدامه، وتبين أن البنزين الممتاز الخالي من الرصاص القائم على ميثيل ثلاثي بيوتيل إيثر هو الخيار الأفضل لتشغيل محركات المركبات وكذلك للحفاظ على الصحة والبيئة.

كلمات مفتاحية: بنزين، مصفاة، معايير البنزين، طريقة التحليل.

Liste des abréviations

RA1/K	Raffinerie de Skikda
JGC	Sociétés Japonaise
GPL	Gaz Pétrole Liquéfié
MELEX	MELange EXPédition
CTE	Centrale thermique électrique
BRI	Brut réduit importé
HP	Vapeur haut pression
MP	Vapeur moyenne pression
BP	Vapeur basse pression
BHM	Brut Hassi Mesaoud
ESS	Essence
BTS	Bas Teneur en Soufre
HTS	Haut Teneur en Soufre
PP	Planning et programme
ERL	Essence Reformat léger
MP	Motopompe
MTBE	Méthyl Tertio Butyle Ether
ETBE	Ethyle tertio butyle éther
GO	Gasoil
NO	Indice d'octane
RON	Research Octane Number
PTE	Plomb Tétra Ethyle
DCS	Digital Control System
MOV	MotoVanne
CFR	Cooperative Fuel Research
TVR	Tension Vapeur Reid
PSI	Pound per Square Inch

Sommaire

Résumé.....	i
Liste des abréviations.....	iii
Introduction générale.....	1

Chapitre I : Présentation de la RA1/K

I.1. Introduction.....	3
I.2. Présentation de la Raffinerie de Skikda.....	3
I.2.1 Situation géographique.....	3
I.2.2 Construction.....	3
I.3. Présentation des différentes unités.....	4
I.3.1 Unités 10-11 de Topping.....	5
I.3.2 Unités 100 et 103 (unité Magnaforming platforming).....	5
I.3.3 Unité 200 (extraction des aromatiques).....	5
I.3.4 Unité 400 (séparation du para-xylène).....	6
I.3.5 Unité 70 (Production de bitume).....	6
I.3.6 Unités 30-31-104 (Séparation et traitement des gaz).....	6
I.3.7 Centrale thermoélectrique (CTE 1050).....	7
I.3.8 Unité melex (600).....	8
I.4. Présentation de l'unité de MELange et EXpédition (MELEX - zone nord).....	9
I.4.1 Position géographique.....	9
I.4.2 Présentation.....	9
I.4.2.1 Produits provenant des unités Toppings.....	9
I.4.2.2 Produits provenant du reforming 1.....	10
I.4.2.3 Produits provenant du reforming 2.....	10
I.4.2.4 Produits provenant de l'unité 200.....	11
I.4.2.4 Produits provenant de l'unité 400.....	11

Chapitre II : Raffinage du pétrole les essences

II.1. Introduction.....	13
II.2. Les opérations et les procédés de raffinage de base.....	13
II.2.1 Séparation.....	13
II.2.2 Conversion.....	13

II.2.3 Traitement.....	14
II.2.4 Formulation et mélange.....	14
II.2.5 Opérations de raffinage auxiliaires	14
II.3. Les principaux produits de raffinage du pétrole brut	15
II.4. Essence.....	16
II.4.1 Définition.....	16
II.4.2 Composition de l'essence.....	16
II.4.3 Caractéristiques de rendement.....	16
II.4.3.1 Indice d'octane.....	16
II.4.3.2 Volatilité.....	17
II.4.4 Différents types d'essences.....	17
II.4.5 Caractéristiques des essences.....	18
II.4.6 Utilisations des essences.....	18

Chapitre III : Réservoirs de stockage et pompes centrifuges

III.1. Introduction.....	19
III.2. Réservoirs de stockage.....	19
III.2.1 Rôle du stockage.....	19
III.2.2 Présentation des réservoirs de stockage.....	20
III.2.2.1 Définition.....	20
III.2.2.2 Equipements des bacs.....	20
III.2.2.3 Accessoires des bacs.....	20
III.2.3 Réservoirs du stockage des hydrocarbures liquides.....	21
III.3. Pompes centrifuges.....	23
III.3.1 Présentation d'une pompe centrifuge.....	23
III.3.1.1 La pompe.....	24
III.3.1.2 L'accouplement.....	24
III.3.1.3 Machine d'entraînement.....	25
III.3.1.4 Le châssis.....	25
III.3.1.5 Accessoires et lignes de procédé.....	26
III.3.2 Les facteurs de dysfonctionnement des pompes centrifuge.....	26

Chapitre IV : Blender essence et méthodes d'analyses

IV.1. Introduction.....	29
IV.2. Problématique.....	29

IV.3. Blender essence.....	30
IV.3.1 Définition.....	30
IV.3.2 Présentation du blender essence.....	30
IV.3.3 Exploitation de la mélangeuse essence.....	31
IV.3.4 Démarrage du blender d'essence.....	31
IV.3.5 Opération d'arrêt.....	32
IV.3.6 Préparation des essences.....	32
IV.4. Méthode d'analyse des essences.....	33
IV.4.1 Détermination de l'indice d'octane (NO).....	33
IV.4.2 Détermination de la densité (norme ASTM D 4052-98).....	34
IV.4.3 Détermination de la tension de vapeur Reid(norme :ASTMD323).....	35

Chapitre V : Résultats et discussions

V.1. Introduction.....	37
V.2. Constituants d'un blender essence.....	37
V.3. Résultats d'analyses des caractéristiques physico-chimiques des composants.....	41
V.4. Détermination d'indice d'octane, densité et TVR.....	43
V.4.1 Essence normale.....	44
V.4.2 Supercarburant.....	47
V.4.3 Essence sans plomb.....	49
V.4.4 Blender essence super sans plomb à base de MTBE.....	50
V.4.5 Discussion.....	52
V.5. Effet du PTE sur NO.....	52
V.6. Conclusion.....	53
Conclusion générale.....	54
Références bibliographiques.....	56
Annexes.....	I

Liste des figures

Figure I.1 : Position géographique de la raffinerie de Skikda	04
Figure I.2 : Schéma de principales installations de la raffinerie	08
Figure I.3 : Situation géographique de la zone nord	09
Figure II.1: Schéma de principe distillation atmosphérique séparation des gaz et des essences.....	15
Figure III.1 : Description d'un bac à toit fixe	21
Figure III.2 : Description d'un bac à toit flottant	22
Figure III.3 : Description d'un bac à toit fixe écran flottant	23
Figure III.4 : Composants de la pompe	24
Figure III.5 : Effet de la cavitation d'une pompe centrifuge	28
Figure IV.1 : Moteur CFR	33
Figure IV.2 : Densimètre	34
Figure IV.3 : Testeur de TVR	35
Figure V.1 : Pourcentages volumiques des composants d'une essence normale.....	39
Figure V.2 : Pourcentages volumiques des composants du supercarburant.....	39
Figure V.3 : Pourcentages volumiques des composants d'une essence Sans Plomb.....	40
Figure V.4 : Pourcentages volumiques des composants d'une essence super sans plomb.....	40
Figure V.5 : La densité déterminée pour l'essence normale.....	46
Figure V.6 : La TVR déterminée pour l'essence normale.....	46
Figure V.7 : La densité déterminée pour l'essence super.....	48
Figure V.8 : La TVR déterminée pour l'essence super.....	49
Figure V.9 : La densité déterminée pour l'essence sans plomb.....	50
Figure V.10 : La densité et la TVR déterminées pour l'essence super sans plomb à base de MTBE.....	51

Liste des tableaux

Tableau I.1 : Les bacs de stockages de la zone nord	12
Tableau II.1 : Indice d'octane pour quelques composés organiques.....	17
Tableau V.1 : Indice d'octane pour quelques composés organiques.....	38
Tableau V.2 : La densité et la TVR des constituants de base.....	41
Tableau V.3 : L'indice d'octane des constituants de base.....	42
Tableau V.4 : Blender essence normale du 08/06/2020.....	44
Tableau V.5 : Indice d'octane d'une essence normale.....	45
Tableau V.6 : Blender supercarburant du 02/06/2020.....	47
Tableau V.7 : Indice d'octane d'une essence super.....	47
Tableau V.8 : Blender sans plomb du 07/06/2020.....	49
Tableau V.9 : Indice d'octane d'une essence sans plomb.....	49
Tableau V.10 : Blender essence super sans plomb avec MTBE.....	51
Tableau V.11 : Indice d'octane d'une essence super sans plomb à base de MTBE	51
Tableau V.12 : Effet de l'ajout de PTE sur les essences normale et super.....	53

Introduction générale

Introduction Générale

Le raffinage du pétrole est un procédé industriel qui permet de transformer le pétrole brut en différents produits finis tels que l'essence, le fioul ou le naphta. Le pétrole brut est un mélange hétérogène d'hydrocarbures divers (molécules composées d'atomes de carbone et d'hydrogène), ses composants doivent être séparés afin d'obtenir des produits finaux exploitables directement. On distingue en général deux grands types : les produits énergétiques, tels que l'essence, le diesel (gazole) ou le fioul et les produits non-énergétiques, tels que les lubrifiants, le bitume et les naphas utilisés en pétrochimie [1].

Le raffinage ne se limite plus aujourd'hui à la séparation des différents hydrocarbures. Des procédés chimiques complexes sont également mis en œuvre afin d'optimiser les produits finaux. Les différentes coupes pétrolières peuvent ainsi subir des transformations, des améliorations et des mélanges pour obtenir des produits commercialisables et répondant aux normes environnementales.

Le produit de raffinage le plus important est l'essence, qui représente un mélange de fractions d'hydrocarbures constituées principalement d'hydrocarbures légers à point d'ébullition relativement bas. Les caractéristiques les plus importantes de l'essence sont : l'indice d'octane, la densité et la pression de vapeur. Pour leur bonne utilisation, il est indispensable qu'elles ne contiennent pas d'hydrocarbures lourds qui sont nocifs pour un bon fonctionnement des moteurs. On utilise des additifs pour améliorer les propriétés de l'essence et protéger le moteur contre l'oxydation et la formation de rouille [2].

Au niveau de la raffinerie de Skikda, quatre types d'essence sont produits : normale, super, sans plomb et super sans plomb. Et comme le taux de pollution actuellement est en croissance rapide, plusieurs pays dans le monde considèrent que la conformité d'essence est exigée par rapport à l'aspect écologique. A cet égard, la RA1/K donne une grande priorité au respect à la détermination des critères caractéristiques de mélange d'essence final et de ses composants qui assurent la conformité vis-à-vis des normes nationales.

L'objectif de ce travail de recherche est donc la vérification de la conformité des différents types d'essence et ses concordances avec normes nationales, soit l'essence plombée avec l'injection de PTE, soit l'essence exempte de plomb qui est moins polluant et moins dangereux pour l'homme et l'environnement. Nous focalisons sur les essences sans

plomb avec l'addition de MTBE. A cet effet, nous avons mené une série d'analyses (densité, la Tension de Vapeur Reid (TVR) et l'indice d'octane) pour certifier la conformité de ces composés aux normes imposées.

Ce mémoire est structuré de la manière suivante :

❖ Premier chapitre :

Il traite particulièrement une présentation de la raffinerie de Skikda.

❖ Deuxième chapitre :

Il concerne globalement le procédé de raffinage et des connaissances théoriques sur tout ce qui concerne la transformation du pétrole en produits finis, en particulier les essences.

❖ Troisième chapitre :

Il présente les deux éléments nécessaires pour la bonne marche de la production d'un blender essence : les pompes centrifuges et les réservoirs de stockages.

❖ Quatrième chapitre :

Il comporte une présentation d'un blender essence et décrit les différentes méthodes d'analyses utilisées pour caractériser les composants de base.

❖ Le dernier chapitre :

Il reflète l'ensemble des résultats et leurs discussions en comparant aux normes les différents paramètres de caractérisation des quatre types d'essence, avec une conclusion générale.

*Chapitre I : présentation
de la raffinerie de Skikda*

I.1. Introduction

L'industrie du raffinage est un secteur important et stratégique. Il consiste à convertir les matières premières naturelles comme le pétrole brut et le gaz naturel en produits utiles et commercialisables. Cette opération se fait dans un site industriel qui gère de gros volumes de matières premières et de produits. La fabrication de ces produits nécessite le traitement des matières brutes dans un certain nombre d'installations de raffinage différentes. La combinaison de ces unités de traitement pour convertir les matières premières en produits, y compris les unités et les infrastructures annexes, est appelée une raffinerie.

La raffinerie met en œuvre des techniques de séparation et de transformation permettant de produire à partir du pétrole brut l'éventail complet des produits commerciaux.

La raffinerie de Skikda est la plus grande raffinerie en Algérie. Elle présente plus que la moitié de la capacité de raffinage du pays. Elle possède un parc de stockage gigantesque faisant d'elle un organisme très important dans l'économie nationale.

I.2. Présentation de la Raffinerie de Skikda

Le complexe de raffinerie de pétrole de SKIKDA, baptisé RA1/K, a pour mission de transformer le pétrole brut provenant de Hassi Messaoud avec une capacité de traitement de plus de 15 millions t/an, ainsi que le brut réduit importé (277.000 t/an) [3].

I.2.1 Situation géographique

Cette raffinerie est située dans la zone industrielle à 07 Km à l'est de la ville de SKIKDA et à 02 Km de la mer, et est aménagée sur une superficie de 190 hectares environ. Elle emploie actuellement un effectif de 13.000 travailleurs environ [3].

I.2.2 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, il a été mis en vigueur du contrat une année après (le 11 mars 1975) assisté par la sous-traitance de trois principales sociétés nationales : SONATRO, SONATIBA et SNMETAL.

Le démarrage du chantier a commencé le 02 janvier 1976, et pris la fin de mars 1980.



Source : <https://www.google.dz/maps>

Figure I.1 : Position géographique de la raffinerie de Skikda

Il faut noter qu'il y a deux nouvelles unités, construites par la société japonaise J-GC Corporation, ces deux unités sont : l'unité de prétraitement et de reforming catalytique (platformingU103) et l'unité de traitement et séparation des gaz (GPL.U104), ces deux unités ont démarré en octobre 1993 [3].

I.3. Présentation des différentes unités :

➤ Département production :

Il se compose des unités de production suivantes [3] :

- ❖ Unité 10/11 de distillation atmosphérique (TOPPING).15.000.000 T/AN
- ❖ Unité100/103de reformage catalytique (PLATFORMING) 2.330.000 T/AN
- ❖ Unité 200 d'extraction des aromatiques. 285.000 T/AN
- ❖ Unité 400 de cristallisation et séparation du paraxylène. 430.000 T/AN

- ❖ Unité 70 de distillation sous vide (Production des bitumes). 277.000 T/AN
- ❖ Unité 30/31 et 104 de traitement et séparation des gaz (GPL). 684.000 T/AN
- **Unités annexes et utilités :**
- ❖ Unité 600 de stockage, mélange et expédition (MELEX).
- ❖ Unité 1050 : centrale thermique électrique (C. T. E).

I.3.1 Unités 10-11 de Topping :

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 fins (Naphta, gas-oil, jet...) ou devant alimenter d'autres unités situées en aval (Magnaforming, Platforming, gaz-plant). Elles traitent le brut de Hassi Messaoud avec une capacité annuelle de 15.10^6 t/an pour produire les produits suivants :

- G.P.L → unité 30
- Iso pentane → mélange des essences.
- Naphta A → stockage.
- Naphta B ($65^\circ \square 150^\circ$) → Reforming catalytique.
- Naphta C ($150^\circ \square 180^\circ$) → huiles combustibles.
- Kérosène ($180^\circ \square 225^\circ$) → jet fuel, mélange des gasoils.
- Gasoil léger ($225^\circ \square 320^\circ$) → mélange des gasoils.
- Gasoil lourd ($320^\circ \square 360^\circ$) → mélange des gasoils.
- Résidu ($>360^\circ$) → huiles combustibles.

I.3.2 Unités 100 et 103 (unité Magnaforming, platforming)

La Magnaforming et le platforming ont pour but de transformer la Naphta moyenne et lourde obtenues 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.3.3 Unité 200 (extraction des aromatiques)

L'installation d'extraction des aromatiques a été projetée 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 ou à travers un réservoir de la colonne C5 splitter du réformât de l'unité 100.

Dans le premier stade : les aromatiques sont fractionnées à l'aide d'un solvant sélectif qui est le Sulfolane.

Dans le deuxième stade : le raffinat constitué principalement des hydrocarbures paraffinés est envoyé vers stockage. L'extrait alimente la section fractionnement où il est séparé en benzène, toluène et en aromatiques lourds par distillations.

I.3.4 Unité 400 (séparation du para-xylène)

Cette unité est conçue à récupérer le para-xylène produit très recherché sur le marché. La charge venant de l'unité de Magnaforming, elle permet par cristallisation de séparer le para-xylène des autres xylène (metha-ortho) et ethyl-benzène. Le para-xylène est commercialisé comme telle, le reste peut être utilisé comme base pour l'obtention des essences ou commercialisé sous forme de mélange xylène pouvant être utilisé comme solvant pour la fabrication des peintures, etc.

I.3.5 Unité 70 (Production de bitume)

L'unité 70 a été conçue pour traiter 271 100 t/an de brut réduit importé (BRI) qui peut être :

- Charge A : résidu Tia Juana médium 372°C plus.
- Charge B : résidu Tia Juana lourd 450°C plus.
- Charge C : résidu du brut du Koweït.

L'unité 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 envoyé :

- Une partie vers le stockage.
- L'autre partie comme charge à la section d'oxydation où elle sera oxydée au moyen de l'air en bitume oxydé.

I.3.6 Unités 30-31-104 (Séparation et traitement des gaz)

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.

Le traitement des gaz dans ces unités est accompli en deux stades :

Dans le premier stade : On fait subir au gaz un traitement qui consiste à passer la charge qui est le bitume,

propane, éthane, H₂S et l'humidité à travers une colonne contenant des tamis moléculaires qui possèdent la propriété de retenir l'humidité et l'acide H₂S par le phénomène d'absorption.

Dans le deuxième stade : C'est l'étape de la séparation des gaz effectuée par deux colonnes, la première est la colonne de dééthaniseur où on fait le stripping des gaz incondensables (C1, C2, H₂) qu'on envoi à partir de la tête vers le réseau fuel gaz, le produit de fond (butane, propane) alimente la 2ème colonne où le propane est séparé du butane par simple distillation

I.3.7 Centrale thermoélectrique (CTE 1050)

C'est le système cerveau de la raffinerie, elle assure les utilités indispensables pour le marché de toutes les unités. Elle comprend les unités suivantes :

➤ **Unité 1020 (Tour de refroidissement)**

Elle satisfait d'une manière continue les besoins de la raffinerie en eau de refroidissement, en travaillant en circuit fermé. Les eaux polluées et chaudes proviennent des unités de production sont traitées chimiquement afin d'éliminer les acides chlorhydriques HCl entraînés dans le circuit puis refroidies à l'aide d'une batterie d'aéroréfrigérant et enfin renvoyée vers les différentes unités aux moyens des pompes.

➤ **Unité d'azote**

L'azote est produit à partir de l'air atmosphérique, ce dernier est aspiré puis comprimé à 7,7 bars par des compresseurs (généralement avec des compresseurs à membrane).

➤ **Unité 1060 : Circuit vapeur (HP, MP, BP)**

Elle assure les besoins de la raffinerie en vapeur selon trois (03) gammes :

- Vapeur haute pression.
- Vapeur moyenne pression.
- Vapeur basse pression.

La vapeur produite dans les grandes chaudières à partir des condensats qui proviennent de circuits vapeurs dans l'unité de production.

➤ **Unité 1080 : Air comprimé**

L'air atmosphérique est aspiré à travers deux filtres puis comprimé par deux compresseurs.

Une partie de cet air filtré et comprimé est envoyé vers les différentes unités de production et l'autre partie subite un séchage à travers un lit d'alumine peut être utilisé dans le système de régulation pneumatique dans les différentes unités de production.

I.3.8 Unité melex (600)

Mélange, chargement et expédition, il s'occupe de :

- Les bacs de stockage des différentes charges et produits des unités.
- Expédition des produits vers les différents dépôts de stockage, exemple : dépôt d'El Kheroub.
- Mélange des gasoils.
- Contrôle le chargement des produits qui est au niveau du port de Skikda.

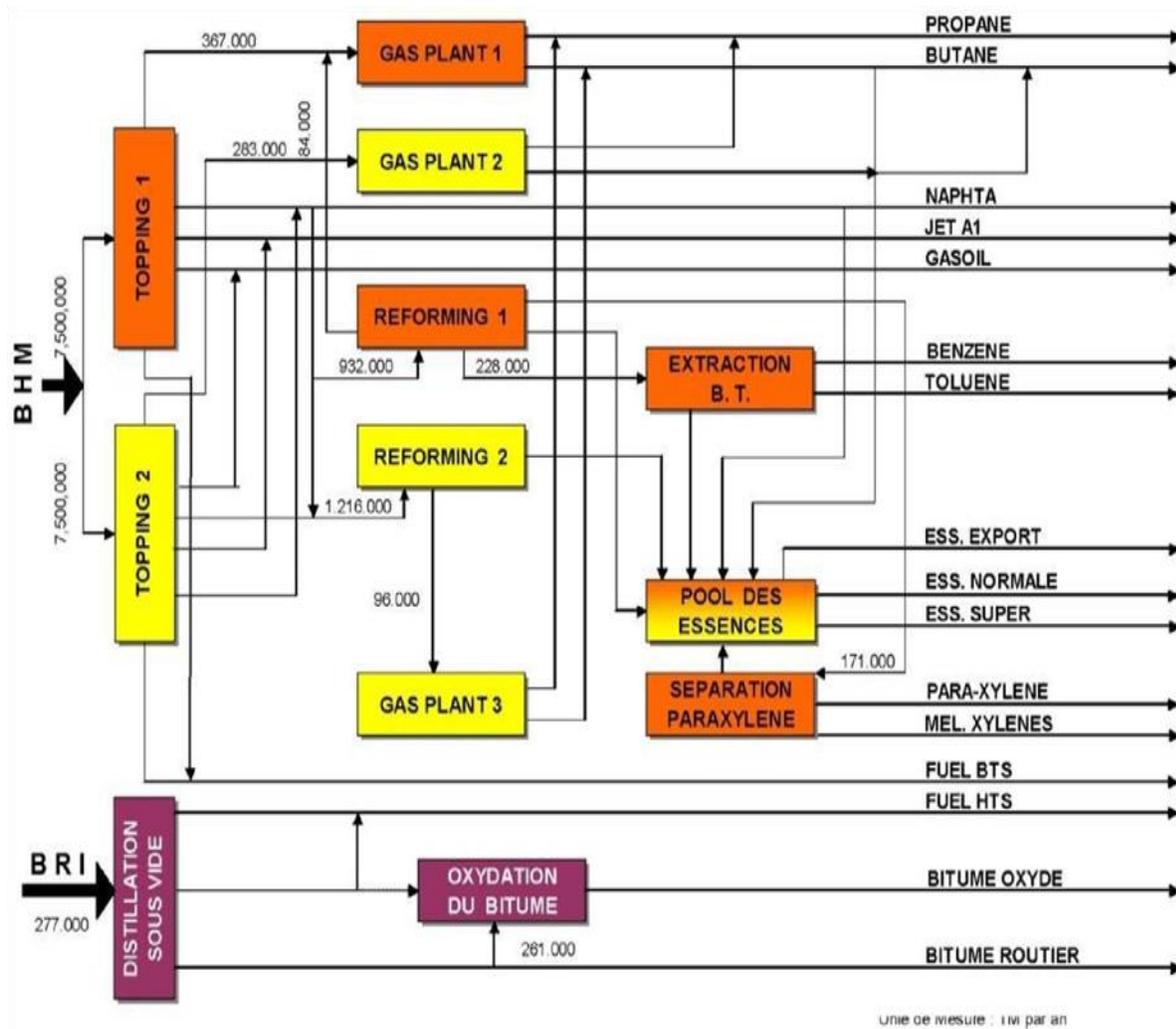


Figure I.2 : Schéma des principales installations de la raffinerie [3]

I.4. Présentation de l'unité de MELange et EXpédition (MELEX - zone nord)

I.4.1 Position géographique

La zone nord se situe au côté gauche des unités de production (direction nord).



Source : <https://www.google.dz/maps>

Figure I.3 : Situation géographique de la zone nord

I.4.2 Présentation

I.4.2.1 Produits provenant des unités Toppings

- **KEROSENE** : la zone dispose de quatre réservoirs S83 ÷ S86 de capacité 47530 m³ chacun pour le stockage de la coupe de kérosène provenant des unités Toppings et le kérosène provenant du TOPPING et CONDENSAT.

- **Gasoil léger et le gasoil lourd** : stocké dans les bacs S77 ÷ S78, S79 ÷ S82, S87 ÷ S94 directement à partir des unités sur la ligne 24'' (mélange en ligne) de capacité 47530 m³ chacun.
- **FUEL BTS** : huit (08) réservoirs (S95 ÷ 99 et 102, 104, 105) de capacité nominale de 58580 m³ chacun, ces réservoirs sont munis d'un serpentin de chauffage, permettant de chauffer le produit à l'aide de la vapeur à une température pouvant atteindre 65°C [4].

Le traitement du slop s'effectue au niveau du topping après l'analyse du produit (en particulier la teneur en plomb) et élimination de l'eau libre du fond des bacs, ou on l'injecte dans le fuel BTS sur la ligne de coulage. Le traitement (ou l'injection) du slop s'effectueront sur instruction du service Planning et programme.

A noté qu'après remplissage et contrôle de qualité du jet A1 ou du white spirit stocké dans les bacs S4 ÷ S7 d'une capacité de 5380 m³ chacun sont transférés vers les bacs S75 ÷ S76 de stockage de produits fini selon le programme transmis par le service PP [4].

I.4.2.2 Produits provenant du reforming 1 (section magnaforming)

- ✓ **Pentane** : la zone dispose de deux bacs à toit fixe bombé S 27 ÷ S 28 de capacité nominale de 456 m³ pour le stockage du pentane provenant du magnaforming et ce produit est utilisé comme base pour la fabrication des essences.
- ✓ **Toluène brut** : la zone dispose de deux bacs S18 ÷ S19 de capacité nominale de 2444 m³ chacun pour le stockage du toluène brut provenant du magnaforming, il est utilisé comme base pour la fabrication des essences.
- ✓ **E.R.Leger** : deux bacs S32 de capacité nominale de 9450 m³.
- ✓ **E.R.Lourd**: transféré vers le bac S29 [4].

I.4.2.3 Produits provenant du reforming 2 (section platforming)

- ✦ **Reformat léger** : dans bac S32 de capacité nominale de 11098 m³.
- ✦ **Reformat lourd** : le bac S29 de capacité nominale de 8888 m³, et les bacs S65 ÷ S66 de capacité nominale de 9786 m³ chacun et est utilisé comme base pour la fabrication des essences.
- ✦ **Toluène brut** : la zone dispose de deux bacs à toit flottant S24 ÷ S25 de capacité 3767 m³ chacun pour le stockage du toluène brut de la section platforming.

- ✦ **Pentane** : deux bacs à toit fixe bombé S 27 ÷ S 28 de capacité nominale de 456 m³ pour le stockage du pentane provenant du magnaforming et ce produit est utilisé comme base pour la fabrication des essences [4].

I.4.2.4 Produits provenant de l'unité 200

De l'unité d'extraction aromatique, on soutire les produits suivants : toluène fini, benzène, raffinat et les aromatiques lourds.

- **Toluène fini** : il est stocké dans les réservoirs intermédiaires S 39 ÷ S40 à toit de capacité 91 m³ chacun, après analyse pour le contrôle de la qualité, le produit est transféré dans les bacs de produits finis.
- **Benzène** : il est stocké dans les bacs intermédiaires S 37 ÷ S 38 à toit fixe de capacité 497 m³ chacun et le S 41 ÷ S 42 à toit fixe de capacité 221 m³ chacun, après analyse pour le contrôle de la qualité, le produit est transféré à travers les pompes MP 35 ou MP 36 dans les bacs de produits finis S 122 ÷ S 123.
- **Raffinat** : il est stocké dans les bacs à toit flottant S 35 ÷ S36 de capacité nominale 1305 m³ chacun et dans les deux bacs S 22 ÷ S23 de capacité 3767 m³ chacun, ce produit est utilisé comme base pour la fabrication des essences. A la demande du service planning et programme.
- **Aromatiques lourdes** : stockées dans les bacs à toit fixe S33 ÷ S34 de capacité nominale de 793 m³ et aussi les deux bacs S30 ÷ S31 de capacité nominale de 1008 m³ chacun, destinées à la fabrication des essences [4].

I.4.2.5 Produits provenant de l'unité 400

- ✓ **Aromatiques lourdes** : le produit provenant de la section splitting est stocké dans les bacs à toit fixe S33 ÷ S34 de capacité nominale de 793 m³ chacun, et destiné à la fabrication des essences et aussi les deux bacs S30 ÷ S31 de capacité nominale de 1008 m³ chacun [4].
- ✓ **Filtrat** : il est stocké dans les bacs à toit flottant S65 ÷ S66 de capacité nominale 9754 m³ chacun et destiné à la fabrication des essences [4].

La zone nord possède 49 bacs dont 35 à toit fixe et 14 à toit flottant

Tableau I.1 : les bacs de stockages de la zone nord

<i>Produits</i>	<i>Nombre de bacs</i>	<i>toit</i>
<i>ESSENCE NORMALE</i>	3	Flottant
<i>ESSENCE SUPER</i>	4	Flottant
<i>JET A1</i>	2	Flottant
<i>KEROZENE</i>	4	Flottant
<i>GASOIL</i>	14	Fixe
<i>FUEL BTS</i>	7	Fixe
<i>FUEL HTS</i>	2	Fixe
<i>BITUME ROUTIER</i>	1	Fixe
<i>BITUME OXYDE</i>	1	Fixe
<i>AROMATIQUES LOURDS</i>	2	Fixe
<i>RAFFINAT</i>	3	Bombé
<i>TOLUENE BRUT</i>	4	Bombé
<i>TOLUENE FINIT</i>	3	Fixe
<i>BENZENE</i>	2	Fixe
<i>REFORMAT LOURD</i>	2	Fixe
<i>REFORMAT LEGER</i>	1	Flottant
<i>P XYLENE</i>	2	Fixe
<i>NAPHTA PRETRAITE</i>	1	Flottant
<i>NC5</i>	2	Bombé
<i>BRI</i>	2	Fixe
<i>MTBE</i>	2	Fixe avec écran flottante
<i>PARADINE</i>	1	Fixe

Source: Analyse quantitative des risques au stockage des GPL

*Chapitre II : Raffinage du
pétrole : Les essences*

II.1. Introduction

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

Dans les raffineries les plus simples, on s'en tient habituellement à la distillation atmosphérique et à la distillation sous vide, alors que, dans les raffineries intégrées, on procède au fractionnement, à la conversion, au traitement et au mélange, ainsi qu'à la production de lubrifiants, de fiouls lourds et de bitumes. Ces raffineries peuvent aussi comporter des installations de traitement pétrochimique [5].

II.2. Les opérations et les procédés de raffinage de base

La transformation du pétrole brut est une opération incontournable. Dans une raffinerie, le brut est transformé en produits finis suivant des processus rigoureux appartenant les opérations suivantes : séparation, conversion, traitement, formulation et mélange, opérations de raffinages auxiliaires [6].

II.2.1 Séparation

Le pétrole brut est séparé physiquement par fractionnement, dans des tours de distillation atmosphérique et sous vide, en groupes d'hydrocarbures possédant différents intervalles d'ébullition, appelés « fractions » ou « coupes » [7].

L'unité de distillation fonctionne à une température d'environ 360°C et à une pression de quelque bars. Elle permet de séparer le pétrole brut en différentes coupes qui constitueront les bases des produits finaux. de haut en bas de la colonne, on trouve donc : les gaz, le naphta, le kérosène et le diesel. Les résidus sont traités sous vide dans une seconde colonne de distillation pour produire des huiles de lubrification industrielles, des paraffines, du fioul lourd et du bitume [8].

II.2.2 Conversion

Les procédés de conversion utilisés pour modifier la taille ou la structure des molécules d'hydrocarbures comprennent :

- La décomposition (division) par hydrocraquage, craquage thermique et catalytique, cokéfaction et viscoréduction ;
- L'unification (combinaison) par alkylation et polymérisation ;
- L'altération par isomérisation et reformage catalytique [6].

II.2.3 Traitement

Depuis les débuts du raffinage, différentes méthodes de traitement ont été utilisées pour éliminer les composés non hydrocarbonés, les impuretés et les autres constituants qui peuvent nuire aux caractéristiques de performance des produits finis ou réduire l'efficacité des procédés de conversion. Le traitement comporte à la fois des réactions chimiques et une séparation physique, comme la dissolution, l'absorption ou la précipitation, faisant appel à une variété et à une combinaison de procédés. Les méthodes de traitement comprennent l'élimination ou la séparation des composés aromatiques et des naphthènes, ainsi que l'élimination des impuretés et des contaminants indésirables. On utilise des acides et des composés adoucissants pour désulfurer le pétrole brut avant le raffinage et pour traiter les produits durant et après le traitement. Parmi les autres méthodes, on peut citer le dessalage du brut, l'adoucissement chimique, le traitement à l'acide, le traitement à la terre par contact, l'hydrodésulfuration, le raffinage aux solvants, le lavage à la soude caustique, l'hydrotraitement, le séchage, l'extraction par solvants et le déparaffinage aux solvants [9].

II.2.4 Formulation et mélange

Consistent à mélanger et à combiner des fractions d'hydrocarbures, des additifs et d'autres composés pour obtenir des produits finis possédant des caractéristiques de performance spécifiques [9].

II.2.5 Opérations de raffinage auxiliaires

Parmi les autres opérations de raffinage nécessaires lors du traitement des hydrocarbures, on compte la récupération des fractions légères, le traitement et le refroidissement des déchets solides, des eaux usées, la production d'hydrogène, la récupération du soufre et le traitement des gaz acides et des gaz de queue. D'autres installations fournissent des catalyseurs, des réactifs, de la vapeur, de l'air, de l'azote, de l'oxygène, de l'hydrogène et des gaz combustibles.

II.3. Les principaux produits de raffinage du pétrole brut

Les carburants et les combustibles constituent environ 80 % des produits issus du traitement du pétrole dans les raffineries. Le reste est constitué par des produits spécifiques tels que les lubrifiants, solvants, matières premières pour la pétrochimie, etc. Les carburants et les combustibles peuvent être classés en fonction de leurs masses moléculaires ou leurs points d'ébullition. En allant des faibles aux fortes valeurs on distingue les catégories suivantes [10] : L'installation de la distillation atmosphérique réalise la première séparation du pétrole brut et permet d'obtenir les coupes principales (gaz + essence ; kérosène ; gasoil léger ; gasoil lourd et le résidu atmosphérique).

Cette première séparation est obtenue dans une seule colonne de distillation atmosphérique à soutirage multiples appelée : colonne de distillation atmosphérique muni en général de 30 à 50 plateaux.

La coupe gaz + essence est obtenue en tête de la colonne, kérosène + gasoil léger et lourd sont soutirés latéralement. Le produit obtenu au fond de la colonne est appelé résidu atmosphérique, il correspond à une coupe 350°C.

Cette distillation initiale du pétrole brut est conduite à une pression légèrement supérieure à la pression atmosphérique d'où son appellation de distillation atmosphérique (figure II.1) [19].

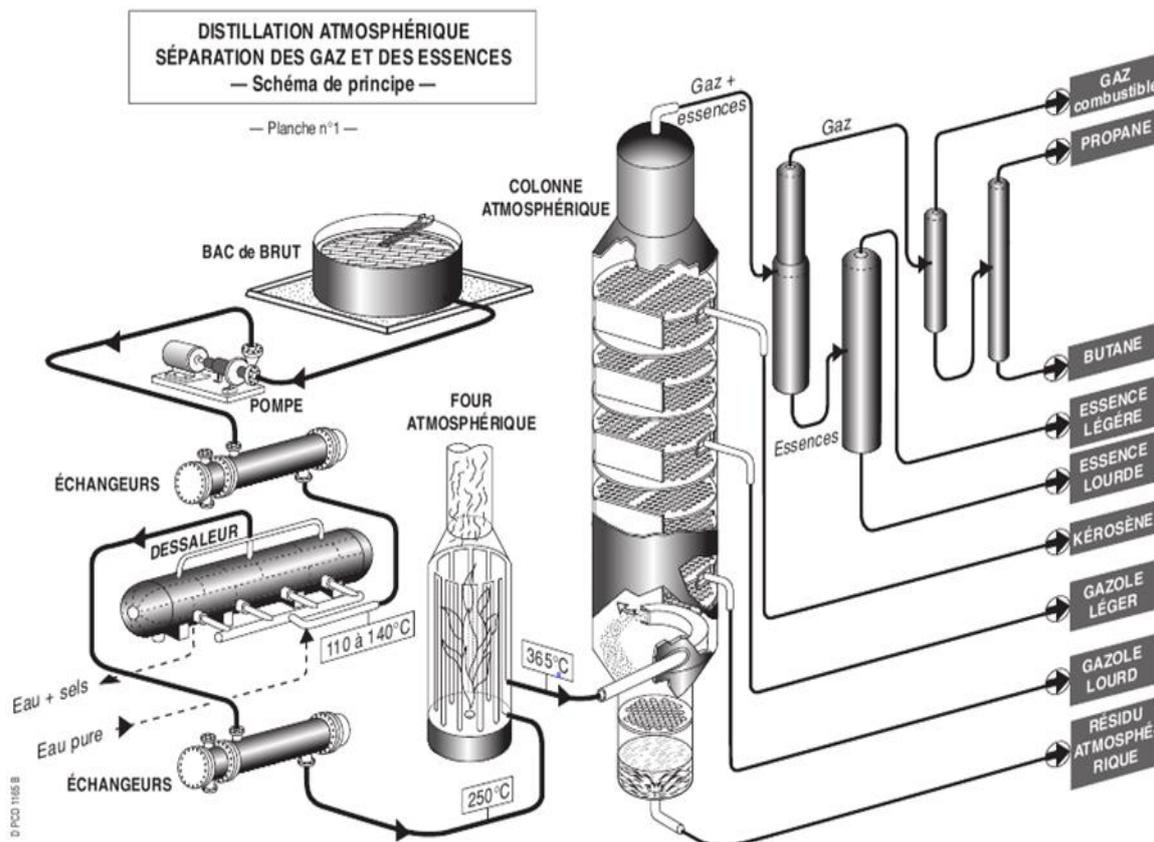


Figure II.1 : Distillation atmosphérique séparation des gaz et des essences

Ce travail est basé sur l'étude des différents types d'essence ; les constituants de base, les fractions volumiques et la conformité aux normes exigées.

II.4. Essence

II.4.1 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 comprenant, entre autres, le reformat, le naphta aliphatique (naphta léger obtenu par distillation directe), le naphta aromatique (naphta obtenu par craquage thermique et catalytique) et des additifs. [11].

II.4.2 Composition de l'essence

Les carburants usuels n'ont pas une composition bien définie. Ce sont des mélanges d'hydrocarbures qui varient avec l'origine géographique du pétrole utilisé et les procédés de raffinage appliqués. En fait le mélange ne peut être commercialisé que s'il vérifie des contraintes très strictes sur les propriétés physiques (densité, volatilité) chimiques (indice d'octane, limitation des teneurs en certains composants).

Par exemple, pour être vendu sous l'appellation euro super (super 96), un mélange doit avoir une densité comprise entre 0,72 et 0,78 à 15 °C et un indice d'octane de 96 au moins. La composition du mélange doit vérifier une dizaine de valeurs limites.

Les essences usuelles et le gazole sont des mélanges de plusieurs dizaines d'hydrocarbures (alcane linéaires et ramifiés, alcènes, aromatiques) auxquels on a ajouté des additifs qui apportent des propriétés particulières : éthers (amélioration de l'indice d'octane), colorants etc. Pour déterminer les propriétés énergétiques de ces carburants, on les modélise par un « hydrocarbure moyen » : l'octane C_8H_{18} pour l'essence [12].

II.4.3 Caractéristiques de rendement

Les caractéristiques les plus importantes de l'essence sont l'indice d'octane (propriétés antidétonantes), la volatilité (démarrage et bouchon de vapeur), la détergence (protection du circuit d'alimentation en carburant) et la pression de vapeur (protection de l'environnement). On utilise des additifs pour améliorer les propriétés de l'essence et protéger le moteur contre l'oxydation et la formation de rouille.

II.4.3.1 Indice d'octane

L'indice d'octane est obtenu en comparant (dans des conditions normalisées) les propriétés antidétonantes d'un mélange d'isooctane et d'heptane avec le carburant dont l'indice est à déterminer. L'indice d'octane d'un carburant est exprimé par le pourcentage volumique

d'isooctane contenu dans le mélange isooctane/heptane qui possède les mêmes caractéristiques antidétonantes que le carburant. Cet indice mesure la capacité de résistance à l'auto-inflammation des carburants à l'origine des " ratés " des moteurs. On l'exprime par un nombre compris entre 0 et 100 correspondants à un mélange particulier de deux hydrocarbures : l'heptane normal doté par convention d'un indice zéro et l'isooctane (2.2.4-triméthyl pentane) très résistant d'indice 100 [13]. La figure II.1 montre les valeurs de l'indice d'octane de quelques composés organiques.

Tableau II.1 : Indice d'octane pour quelques composés organiques [15].

Composé	Butane	Toluène Brut	Raffinat	Naphta A	Naphta B	Reformat Lourd	MTBE
NO	97,4	109,8	66	70	56	110,3	118

II.4.3.2 Volatilité

Une autre importante caractéristique du rendement de l'essence est sa volatilité, C'est la capacité d'un produit liquide à passer sous forme de vapeur. Un suivi strict de la volatilité de l'essence est essentiel pour garantir un bon fonctionnement du moteur dans toutes les conditions. La volatilité est trop faible, le moteur démarre difficilement par temps froid. Si elle est trop élevée, le moteur peut caler ou présenter des difficultés de redémarrage par temps chaud. La volatilité de l'essence est importante parce que l'essence liquide doit se mélanger à l'air et être pulvérisée afin de pouvoir brûler dans le moteur. Les caractéristiques de volatilité de l'essence sont de première importance pour les conditions de conduite, la facilité de démarrage et la performance. Une essence très volatile se pulvérise plus facilement [14].

II.4.4 Différents types d'essences

C'est l'indice d'octane qui différencie réellement un type de carburant d'un autre. Et l'indice d'octane n'a absolument rien à voir avec la qualité, cette mesure fait plutôt référence à la résistance d'un carburant. En Algérie, Naftal commercialise trois types de carburants pour les moteurs essence sont : l'essence normale, super et essence sans plomb.

Si la majorité des moteurs automobiles fonctionnent parfaitement avec l'essence normale à indice d'octane 89, certaines motorisations ont besoin d'essence à indice d'octane plus élevé pour éviter ces fameux claquements. Ceux-ci sont habituellement associés à des véhicules plus performants dont la mécanique utilise un ratio de compression plus élevé. Là, l'utilisation d'une essence à indice d'octane supérieur s'impose.

L'essence normale contient environ 10% d'éthanol alors certaines essences à indice d'octane plus élevé n'en comprennent pas du tout. La présence d'éthanol peut possiblement causer de l'évaporation qui pourrait faire apparaître de la moisissure dans le réservoir et dans les conduites de carburant des véhicules. L'essence sans plomb est un carburant qui ne contient plus de plomb, cette essence est moins polluante pour l'environnement que l'essence plombée, et offre de meilleures performances pour les moteurs du fait de sa richesse en octane. Aujourd'hui, seules des essences sans plomb sont disponibles sur le marché européen [16].

II.4.5 Caractéristiques des essences

II.4.5.1 Essence éthylée

L'essence éthylée (normale et super) a été abandonnée en 2000 dans plusieurs pays, car il n'était plus compatible avec les pots catalytiques des nouveaux véhicules, il était également plus nocif pour l'environnement et l'homme. L'essence normale a progressivement été supplantée par le super.

L'addition à l'essence de tétra-éthyle-plomb ou de tétra-méthyl-plomb permet d'améliorer l'indice d'octane et les propriétés antidétonantes. Compte tenu des effets nocifs du plomb présent dans les gaz d'échappement des véhicules, ces additifs ne sont plus utilisés couramment [9].

II.4.5.2 Essence sans plomb

L'essence sans plomb est moins polluante pour l'environnement que l'essence plombée, et offre de meilleures performances pour les moteurs du fait de sa richesse en octane. L'essence sans plomb est, principalement, un mélange d'hydrocarbures (non ou faiblement miscible à l'eau) et de composés « oxygénés » (éthanol, éthers substitués...) plus ou moins solubles dans l'eau ; De couleur jaune très pâle, transparente, elle est fortement odorante, facilement inflammable et très volatile [17].

Pour améliorer les propriétés antidétonantes de l'essence sans plomb et réduire les émissions de monoxyde de carbone qu'elle produit, on a remplacé le tétraéthylplomb et le tétraméthylplomb par l'éthyl-tert-butyl éther (ETBE) ou le méthyl-tert-butyl éther (MTBE) [9].

II.4.6 Utilisations des essences

L'essence est utilisée dans les moteurs à explosion à allumage commandé, c'est-à-dire les moteurs équipés de bougies. L'essence est le principal carburant automobile dans le monde, même si sa part sur les marchés des carburants peut varier de manière importante [18].

*Chapitre III : Réservoirs de
stockages et pompes
centrifuges*

III.1. Introduction

Le raffinage du pétrole brut comporte plusieurs étapes aussi importantes les unes que les autres. Les produits dérivés de ce pétrole sont très divers : des liquides ou bien des gaz. Ces produits ne sont pas transférés directement des unités de production aux zones de distribution. Ils doivent passer par le service de stockage. Ce service comporte des réservoirs de différents types de technologie servant à recueillir les produits dérivés du pétrole en conditions convenables et en toute sécurité avant de les transférer aux clients ou aux consommateurs.

Dans ce chapitre nous nous focalisons aussi sur les pompes centrifuges non seulement parce qu'elles sont les plus utilisées industriellement mais aussi parce que nous ne pouvons pas s'en passer dans le fonctionnement du blender essence.

III.2. Réservoirs de stockage

Les réservoirs de stockage sont largement utilisés dans les sites industriels, en particulier dans les usines de transformation, telles que les raffineries de pétrole et les industries pétrochimiques. Ils sont utilisés pour stocker les différents types de produits (matières premières, produits finis, gaz et liquides).

Le réservoir de stockage cylindrique vertical est en outre divisé en différents types, y compris, le réservoir de stockage à toit fixe, le toit flottant et le réservoir de stockage à toit fixe écran flottant. Le type de réservoir de stockage utilisé pour spécifier le produit dépend principalement des exigences de sécurité et d'environnement [20].

III.2.1 Rôle du stockage

Non seulement pour compenser les fluctuations de l'approvisionnement dues à divers dangers ou changements de consommation pendant la production, le transport et le raffinage, le stockage d'énergie n'est pas seulement nécessaire, il dépend surtout des conditions météorologiques. Il est également d'une importance stratégique de garantir que l'autonomie énergétique des pays consommateurs soit minimale. Des puits de production aux sites de consommation, le stockage doit être assuré à toutes les étapes de l'extraction du pétrole.

Les principaux gisements de pétrole se trouvent principalement sur le site de production de pétrole brut, à la fin de l'oléoduc et au terminal de chargement et de déchargement près de la raffinerie. Le stockage comprend du pétrole brut, des charges, des distillats moyens et des produits finis avant expédition [21].

Dans l'industrie des champs de pétrole et de gaz, le stockage des hydrocarbures consiste à immobiliser temporairement certains volumes de fluides (pétrole ou de gaz) dans des capacités de stockage appelées appareils à pression ou réservoirs ou bacs selon, que le produit stocké, est ou n'est pas, sous pression. Il a pour but :

- La mise du produit au repos suivi d'une opération de décantation avant l'expédition (élimination de l'eau et résidus) et l'élimination naturelle des gaz indésirables.
- Le contrôle de la qualité de produit à expédier.
- Le traitement préalable du brut afin de minimiser les problèmes d'incendie ou de corrosions des bacs et des canalisations car ces installations sont très coûteuses.
- La continuité de la production et de l'exploitation tout en assurant un stockage permanent [20].

III.2.2 Présentation des réservoirs de stockage

III.2.2.1 Définition

Un bac est un réservoir cylindrique et vertical destiné au stockage des hydrocarbures liquides.

III.2.2.2 Equipements des bacs

La robe : C'est une paroi verticale constituée de tôles cintrées au diamètre du réservoir.

La virole : C'est un anneau constitué de tôles dont la succession donne la robe.

La cuvette : C'est un compartiment construit autour d'un bac ou d'un ensemble de bacs destiné à recevoir le contenu du bac ou de l'ensemble de bacs en cas de fuite accidentelle [22].

Le fond : C'est la base du réservoir, il est fait également d'un ensemble de tôles.

Le toit : C'est la partie supérieure du réservoir, il est fait d'un assemblage de tôles.

III.2.2.3 Accessoires des bacs

Les événements : ce sont des ouvertures permanentes situées dans la partie supérieure du réservoir destinées à évacuer l'excédent de vapeur d'hydrocarbures par temps chauds.

Les soupapes : ce sont des dispositifs automatiques qui laissent s'échapper l'excédent de vapeur une fois que la pression de la phase gazeuse à l'intérieur du réservoir atteint une valeur limite ou critique. Cette pression est appelée pression de tarage.

La couronne de mousse : extincteur de feux d'hydrocarbures (jaune-orangée).

La couronne d'eau de refroidissement : refroidissement du bac (bleu ou rouge).

Cuvette de rétention : circonscrit la lutte contre l'incendie à un périmètre limité.

Accessoires de mesure de niveau de produits sur certain réservoirs (bac de Stockage de fiouls et de bitume) : des accessoires appelés indicateurs de niveau à flotteur sont installés. Ils permettent de lire directement une règle graduée fixée sur la robe, la valeur du niveau de produits dans le réservoir grâce à un index se déplaçant devant la règle graduée.

Accessoires de visite et nettoyage : Il s'agit des trous d'homme, des gardes de corps, des escaliers et des échelles.

Accessoires de réchauffage : Dans le cas des fiouls, un système de réchauffage est prévu (serpentins tapissant le fond du réservoir). Le stockage du bitume en plus du système de réchauffage, il est aussi prévu un calorifugeage (isolation thermique) couplé du réservoir [22].

III.2.3 Réservoirs du stockage des hydrocarbures liquides

Plus souvent, les hydrocarbures liquides sont stockés dans des réservoirs cylindriques verticaux à fond plat que l'on peut différencier par le type de couverture, et on distingue :

- **Les réservoirs à toit fixe (Figure III.1) :** Les bacs à toit fixe sont utilisés pour le stockage des hydrocarbures ayant une pression de vapeur négligeable comme (Go, bitume, fioul) [21].

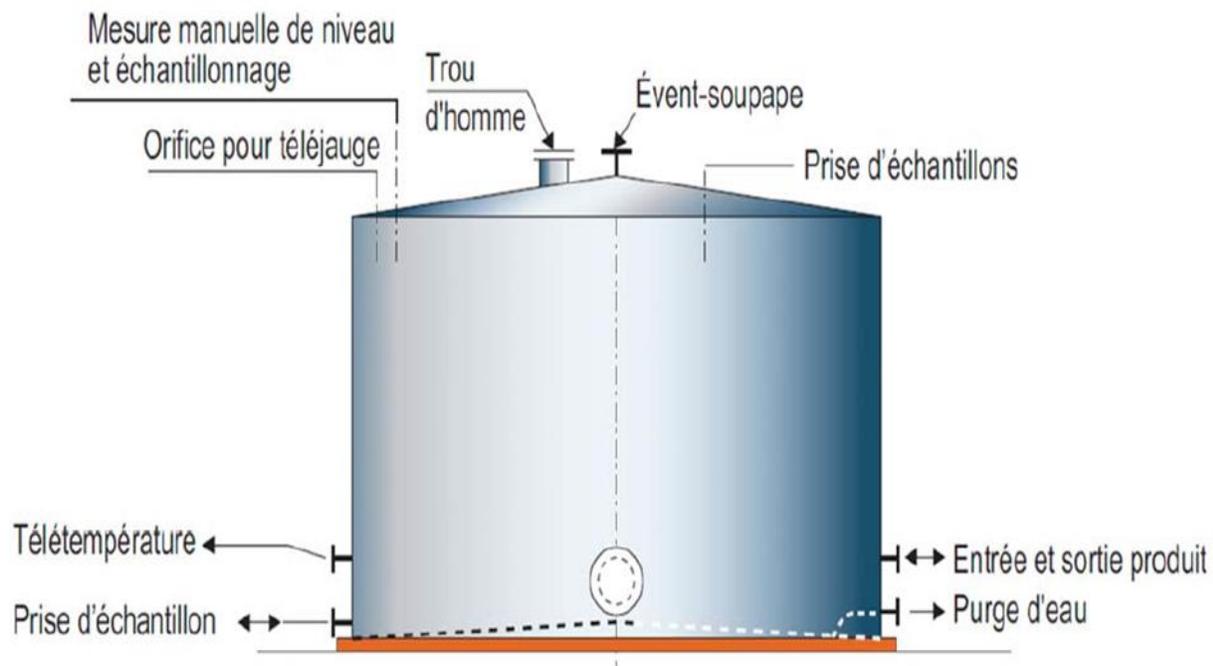


Figure III.1 : Description d'un bac à toit fixe [20].

- **Les réservoirs à toit flottant** (Figure III.2) : ce type de toit est utilisé pour les réservoirs contenant des produits volatils comme les essences. Le toit coulisse verticalement dans la robe et repose directement sur le produit dont il suit les niveaux de variation empêchant la formation de la phase gazeuse [21].

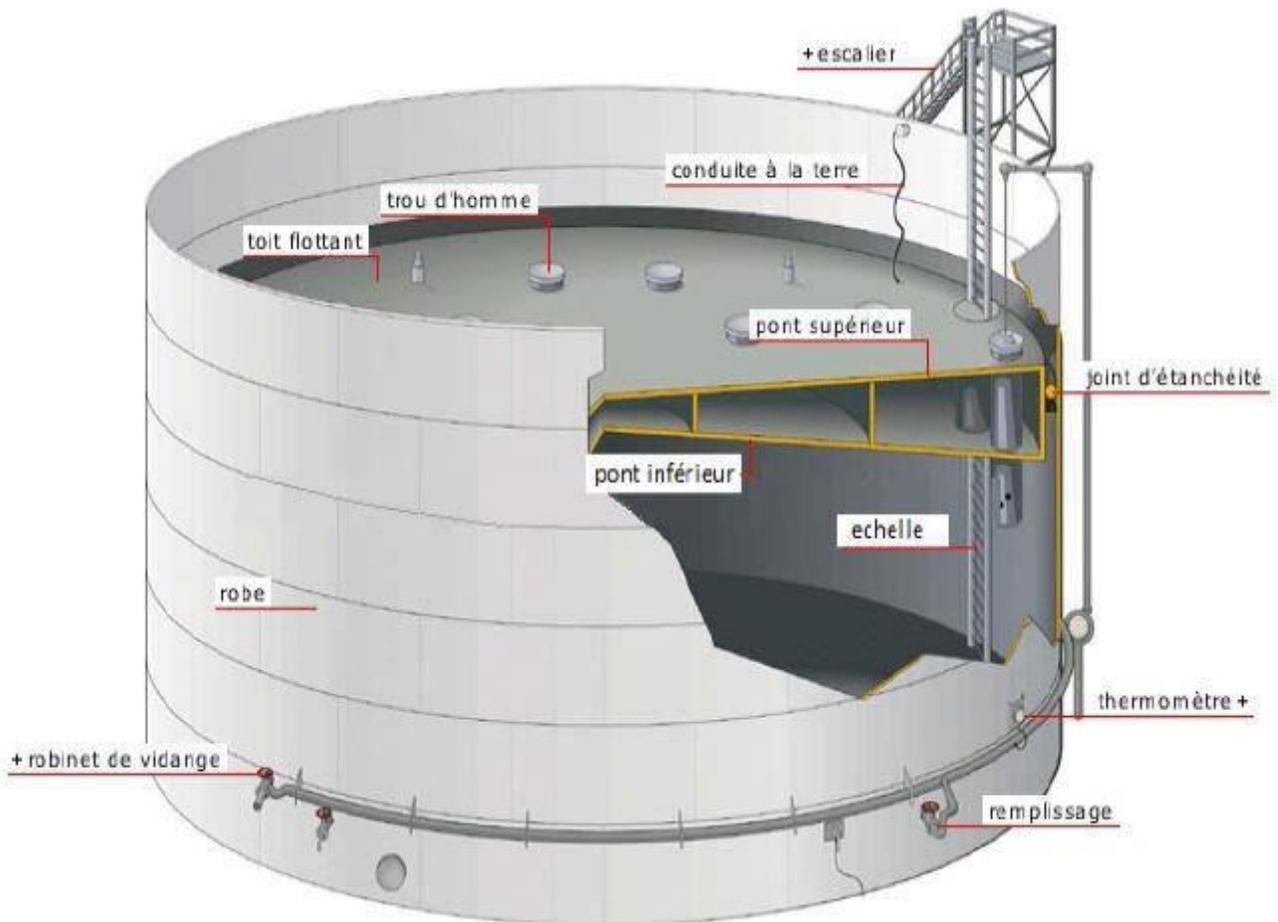


Figure III.2 : Description d'un bac à toit flottant [23].

- **Les réservoirs à toit fixe écran flottant** (Figure III.3) : ce type de toit va combiner les avantages de toit fixe et du toit flottant. Le toit fixe met le produit à l'abri de l'action des agents atmosphériques (eaux de pluie), l'écran interne se comporte comme le toit flottant. Ce type de toit est utilisé pour le stockage du Jet A1 [21].

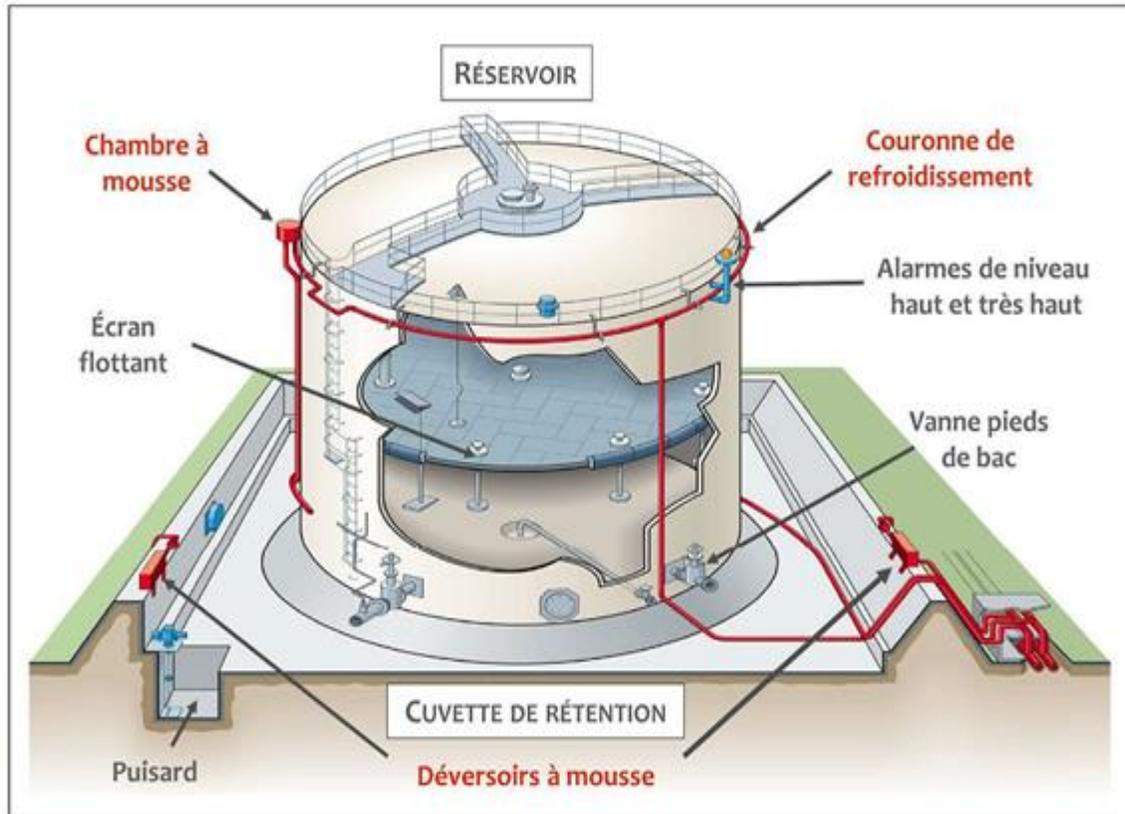


Figure III.3 : Description d'un bac à toit fixe écran flottant [23].

III.3. Pompes centrifuges

La pompe centrifuge est la machine qui s'utilise pour transporter des liquides grâce à l'énergie qu'elle génère. Généralement, elles sont utilisées pour provoquer l'écoulement d'un liquide. Une pompe centrifuge est un type de pompe hydraulique qui sert à transformer l'énergie mécanique de la turbine, en énergie cinétique ou de pression d'un fluide incompressible. Donc, la pompe centrifuge convertit cette énergie avec laquelle elle est activée, dans ce cas mécanique, en énergie hydraulique [24].

III.3.1 Présentation d'une pompe centrifuge

Les pompes centrifuges sont composées d'une roue à aubes qui tourne autour de son axe, d'un stator constitué au centre d'un distributeur qui dirige le fluide de manière adéquate à l'entrée de la roue, et d'un collecteur en forme de spirale disposé en sortie de la roue appelé volute.

Le fluide arrivant par l'ouïe est dirigé vers la roue en rotation qui sous l'effet de la force

centrifuge lui communique de l'énergie cinétique. Cette énergie cinétique est transformée en énergie de pression dans la volute.

Un diffuseur à la périphérie de la roue permet d'optimiser le flux sortant et ainsi de limiter les pertes d'énergie.

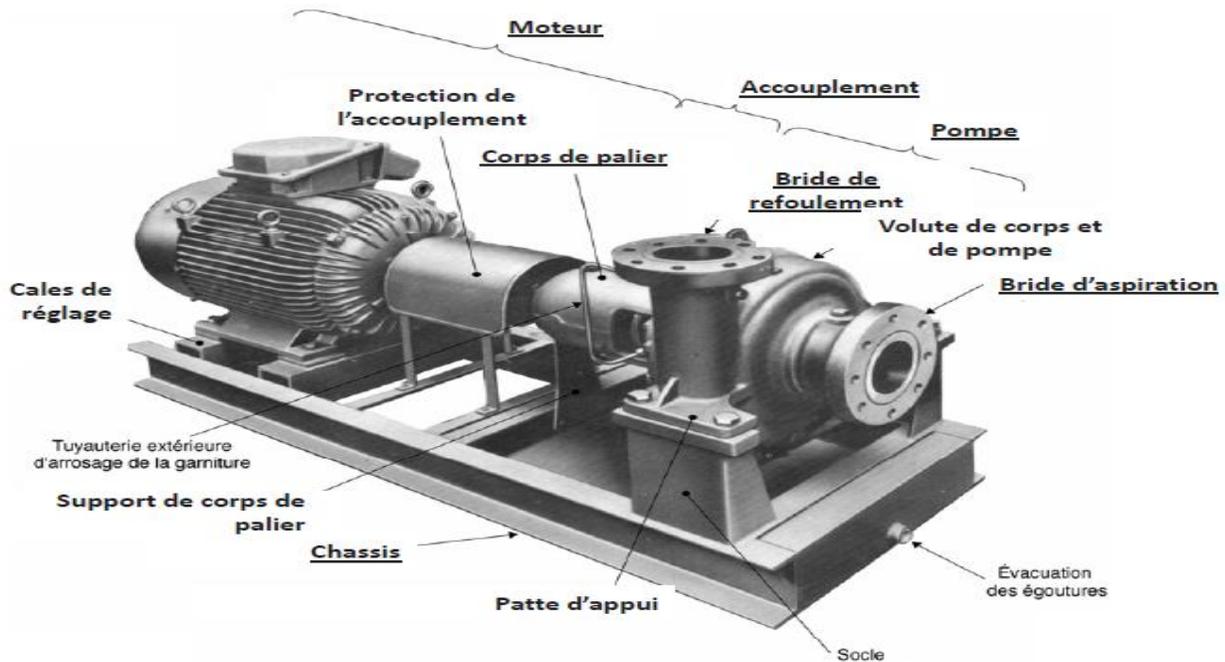


Figure III.4 : Composants de la pompe [25]

III.3.1.1 La pompe

La tubulure d'aspiration liée au corps de pompe est horizontale et de même axe que l'axe de rotation de la pompe. La tubulure de refoulement est d'axe vertical et se trouve dans le même plan radial que la volute qui recueille le liquide pompé à la sortie de la roue et le guide vers la tubulure de refoulement.

La pompe repose par l'intermédiaire de pattes d'appuis sur deux sodés, eux-mêmes solidaire du châssis. Le plan de supportage sur les socles passe par l'axe de la pompe. Cette disposition permet de conserver à chaud, l'alignement obtenu à froid entre pompe et moteur électrique [25].

III.3.1.2 L'accouplement

L'accouplement transmet le mouvement de rotation de l'arbre du moteur (ou turbine) à l'arbre de la pompe. Il doit être suffisamment flexible pour tolérer :

- Une légère dilatation axiale de la pompe ;

- Un faible désalignement de la pompe par rapport à la machine motrice.

Par ailleurs, comme le montre le schéma ci-dessous. Il peut être conçu avec une pièce d'espacement ou pièce intermédiaire qui permet le démontage aisé du palier et du rotor sans déplacer la machine d'entraînement [25].

III.3.1.3 Machine d'entraînement

➤ Moteur électrique

Généralement du type "asynchrone", le moteur impose à la pompe sa vitesse de rotation et fournit l'énergie nécessaire au pompage. La vitesse en opération est légèrement inférieure à la vitesse de rotation à puissance nulle du moteur ou vitesse de synchronisme qui vaut 3000 tr/min, 1500 tr/min ou 1000 tr/min. Certaines pompes sont parfois entraînées par des moteurs électriques à vitesse variable. On peut atteindre ainsi 6000 tr/min voire plus.

➤ Turbine à vapeur

Les pompes centrifuges peuvent être entraînées également par des turbines à vapeur. Dans ce cas, la vitesse est régulée par un régulateur. Même si on peut modifier très légèrement la vitesse on peut considérer que celle-ci est constante. Elle est en général identique à celle des moteurs électriques.

Les pompes alimentaires, pompes de circulation, pompes de reprise de condensât ainsi que des pompes d'huile de lubrification, sont des machines couramment entraînées par des turbines à vapeur. La recherche de la sécurité de marche ou de la réduction du coût énergétique a souvent conduit à avoir une fonction de pompage assurée par une pompe entraînée électriquement et son secours par une turbine. Dans ce cas les 2 machines ont généralement la même vitesse [25].

III.3.1.4 Le châssis

Pompe et moteur électrique (ou turbine à vapeur) sont installés sur un même châssis métallique afin de conserver leur position relative. L'alignement de la pompe et de la machine d'entraînement est réalisé lors du montage de l'ensemble sur le châssis en utilisant des cales de réglage. Le châssis doit donc être rigide afin que l'alignement puisse se conserver facilement malgré les efforts inévitables dus aux tuyauteries.

Dans le cas le plus fréquent des installations au sol, le châssis est fixé sur un massif en béton capable d'amortir par effet de masse les vibrations du groupe.

Le châssis est conçu pour faciliter l'évacuation des égouttures provenant de fuites diverses. Dans le cas de pompage de produits lourds et visqueux il peut être équipé d'un système de réchauffage en général à la vapeur.

III.3.1.5 Accessoires et lignes de procédé

Les lignes d'aspiration et de refoulement sont équipées d'un certain nombre d'accessoires permettant l'exploitation ou la protection de la pompe, on trouve généralement :

- **Deux vannes de sectionnement** : l'une à l'aspiration, l'autre au refoulement qui permet d'isoler la pompe.
- **Un filtre** : temporaire fin ou permanent généralement assez grossier placé à l'aspiration qui protège la pompe contre l'arrivée de corps étrangers risquant de boucher partiellement l'écoulement du liquide dans la roue.
- **Un coude** : (cas d'une pompe à aspiration axiale) monté suffisamment loin de la pompe pour éviter une répartition dissymétrique du liquide dans l'impulseur qui générerait des vibrations de la pompe.
- **Un clapet de non-retour** : dont le rôle est d'empêcher le retour de liquide au travers de la pompe, du refoulement vers l'aspiration. Ce retour, possible lorsque la pompe est à l'arrêt, peut entraîner la rotation en sens inverse de la machine et causer des dommages mécaniques.
- **Deux manomètres** : l'un à l'aspiration, l'autre au refoulement, qui permettent de contrôler les performances de la pompe et de détecter certains troubles de fonctionnement. Le manomètre au refoulement est indispensable et l'on doit s'assurer régulièrement de son bon fonctionnement. Celui à l'aspiration n'est pas systématiquement installé.
- **Les conduites d'aspiration et de refoulement** : généralement d'un diamètre supérieur à ceux des brides correspondantes de la pompe, ce qui conduit à l'installation d'une réduction avant la bride d'aspiration et d'un divergent après celle de refoulement [25].

III.3.2 Les facteurs de dysfonctionnement des pompes centrifuges

La rupture du fonctionnement d'une pompe peut être causée par plusieurs facteurs, à savoir :

❖ **Surcharge** :

Une pompe est choisie d'après certaines conditions spécifiques telles que débits, pression, vitesse... qu'elle peut fonctionner de temps à autre en surcharge. Mais si on oublie que ce service devrait être rendu occasionnellement, et qu'on la fait tourner 24 heures par jour sous ce régime, on obtient une rupture de l'arbre ou des paliers grillés [26].

❖ Mauvais graissage :

Si on fait tourner une pompe avec des paliers sans graisse, on finit par un arrêt brutal ; dans ce cas, on s'aperçoit souvent de l'absence de graisseur sur la pompe ou sur la pompe concernée n'est pas inscrite dans le plan de graissage. Le fiabiliste doit veiller à la présence des graisseurs le cas échéant ou les retirer dans le cas des roulements graissés à vie [26].

❖ Fluide inadapté :

Si on modifie le critère de pompage en changeant la nature du fluide à véhiculer ou en augmentant la température, les matériaux peuvent ne pas être adaptés ; la pompe risque d'être détruite [25].

❖ Fonctionnement à vide :

En cas d'absence de contrôle de démarrage, la vanne de refoulement étant fermée, ainsi que la vanne de by-pass, la pompe peut fonctionner à vide ; le débit est nul, toute la puissance fournie se transforme en chaleur, et puisque le liquide ne circule pas, la chaleur produite ne peut être évacuée. Dans ce cas la roue et la garniture seront endommagées [26].

❖ Mauvais alignement :

La pompe et le moteur ne sont pas exactement en face par le défaut de l'accouplement, défaut de fixation ou de fondation. Les paliers et l'arbre seront soumis à des vibrations et finiront par se casser.

❖ Fuite :

Le liquide fuit. Si le liquide est acide, les pièces métalliques extérieures qui sont différentes de la partie hydraulique seront attaquées et rongées. Une fuite abondante provient de l'usure de la garniture ou d'un défaut de tresse.

❖ Corps étranger :

Des particules solides peuvent s'introduire dans le liquide s'il n'y a pas de crépine d'aspiration ou de protection à l'entrée. Elles peuvent détruire les pièces hydrauliques.

❖ Contraintes des tuyauteries :

Si les brides des tuyauteries d'aspiration et de refoulement ne sont pas en face de celles de la pompe et si le montage se fait en forçant sur les tuyauteries, une traction anormale s'exerce sur la pompe. Cette traction peut causer des déformations externe et interne de la pompe et un frottement de la roue sur le corps de la pompe. Cela entraînera le blocage de la pompe, l'usinage du corps de la pompe ou la brisure des tubulures d'aspiration et de refoulement [26].

❖ Cavitation :

À l'aspiration (entrée impulseur), si la pression chute en dessous de la tension de vapeur du liquide, il y a vaporisation et formation de bulles. Ces bulles implosent (éclatent) dans les zones hautes pressions (intérieur de l'impulseur). Ces implosions se produisent à des fréquences élevées et créent des surpressions locales très élevées (jusqu'à 200 bars). Ce phénomène est appelé cavitation [27].



Figure III.5 : Effet de la cavitation d'une pompe centrifuge [27].

*Chapitre IV : Blender
essence et méthodes
d'analyses*

IV.1. Introduction

La conformité du mélange essence réalisé dans la zone nord est conditionnée par plusieurs critères parmi la stabilité des caractéristiques des constituants de base. Or, une panne dans des équipements au niveau des unités de production peut altérer la bonne marche de toute l'unité. Face à cette situation, nous serons obligés de substituer quelques composés par des autres qui nous procurent un autre nouveau produit complètement différent à ce qu'il fallait, et par conséquent un mélange essence à retravailler.

La conformité des différents types d'essence est déterminée par la réalisation d'un ensemble d'analyses physico-chimiques : indice d'octane, densité, teneur en plomb et en soufre, corrosion lame de cuivre et tension de vapeur Reid. Ces paramètres doivent répondre à des normes nationales exigées.

IV.2. Problématique

La protection de l'environnement peut être assurée à l'aide des installations de système de contrôle pour minimiser les différents rejets des unités industrielles ainsi que les émissions des gaz polluants, car ils causent des problèmes de pollution comme l'effet de serre, les pluies acides et les différentes maladies respiratoires.

Au 21ème siècle la préservation de l'environnement est devenue très stricte et exigeante en matière de diminution des émissions des gaz nocifs pour la nature comme les aromatiques, les gaz sulfurés aromatiques, et la limitation de l'utilisation des composés lourds dangereux comme le plomb. Les nouvelles normes d'antipollution ISO 14000 exigent la suppression totale des additifs de plomb dans les essences. Après des études qui ont montré les effets de plomb sur l'environnement et les êtres vivants, la plupart des pays développés ont déjà interdit ou sont en train d'interdire l'ajout du plomb aux essences, par contre ils produisent des essences à haut indice d'octane sans l'addition du plomb (PTE).

La production actuelle d'essence en Algérie est basée sur trois types : essence ordinaire (NO 89), essence super (NO 96) et essence sans plomb (NO 95). Le nouveau défi par l'utilisation d'un blender essence est de produire une 4ème essence à haut indice d'octane (RON min =95) à base de MTBE, c'est le blender essence sans plomb à base de MTBE.

Dans ce travail, nous avons réalisé une série d'analyses sur les différents types d'essence (normale, super, sans plomb et super sans plomb) et ses composants (butane, reformat lourds et léger, raffinat, naphta (A et B), isomérat et les aromatiques) afin de déterminer leurs

caractéristiques comme : l'indice d'octane, la densité et la TVR et contrôler la qualité de ces produits pétroliers. Grace à nos études, nous pouvons répondre aux questions suivantes :

Quel est l'effet de l'ajout de plomb sur les caractéristiques des essences ?

Est-ce que le remplacement du plomb par le MTBE dans l'essence est le bon choix, et que le blender qui contient le MTBE répond aux normes exigées ? et est-ce que cet additif est moins risqué pour l'homme et l'environnement ?

IV.3. Blender essence

IV.3.1 Définition

Le blender essence veut dire le mélange essence. C'est une opération qui consiste à faire un mélange homogène à partir de produits intermédiaires pour la fabrication de l'essence comme : raffinat, isomérat, aromatiques lourds, naphta, toluène brut...etc. Le mélange final qui est le produit commercialisé doit être conforme aux normes (densité, tension de vapeur, indice d'octane...etc), et il doit être un liquide bien homogène. Pour cela, l'opération de blender est très importante, et donc, son exécution doit être correcte.

IV.3.2 Présentation du blender essence

Après l'implantation d'une nouvelle unité de reforming catalytique, les 02 unités isomérisations du naphta et la rénovation des unités de production, les installations du mélange des essences ont subi une rénovation sur la base d'un nouveau schéma de fabrication des essences :

- 1- Augmentation de la capacité nominale de production à 800 m³/h, équipé d'un analyseur de NO en ligne.
- 2- Augmentation de la capacité de stockage des essences.
- 3- Augmentation de la capacité d'injection du PTE à 1200 kg/h.

Le système du mélange des essences se compose :

- Nouveaux contrôleurs de mélange d'essences (rampes de comptage des composants)
- Construction de trois réservoirs (S53 – S58 – S62) de capacité 47880 m³ chacun et l'affectation de 02 réservoirs naphta (S54 –S55) de même capacité.
- Construction de deux nouveaux ballons (B107 – B108) de 80 m³ chacun permettant d'augmenter la capacité de stockage du PTE à 230 m³.
- Construction de deux nouveaux bacs S222/223 pour MTBE [4]

Les trois types d'essence fabriqués au niveau de la raffinerie de Skikda sont :

- a- Essence normale éthylée (NO 89).
- b- Essence super éthylée (NO 96).
- c- Essence super non éthylée (sans plomb NO 95).

IV.3.3 Exploitation de la mélangeuse essence :

Pour réaliser le nouveau schéma de fabrication d'essences, 21 pompes de mélange au total sont installées, ces pompes sont répertoriées de MP201 à MP221.

Le système d'un blender essence a été conçu sur la base du calcul d'optimisation en prenant en considération les trois types d'essences à fabriquer et tenant compte des spécifications (période été – période hiver), Le programme de fabrication est transmis par le service Planning et programme (portant les quantités de chaque composant et le bac désigné pour la fabrication).

Afin d'éviter toute possibilité de contamination de l'essence sans plomb par le PTE ; les réservoirs de stockage de la zone sud (S 53 – 54 – 55 – 58 – 62) ont été affectés uniquement au stockage de l'essence clair (sans plomb), aussi la ligne 16'' pour le transfert de l'essence éthylée vers la zone sud a été isolée [4].

IV.3.4 Démarrage du blender d'essence

a- Préparatifs :

- Procéder à la vérification quantitative au niveau des réservoirs à composant et à produit.
- Ouvrir et/ou fermer les vannes sur la ligne selon la combinaison de mélange sélectionné.
- S'assurer que le système d'injection du PTE est prêt à fonctionner lors de la production de l'essence avec plomb.

b- Démarrage du mélange :

- Sélectionner les pompes désignées pour chaque produit ;
- Démarrer la pompe automatique par DCS ;
- Confirmer la couleur verte de la lampe sur le DCS ;
- S'il est nécessaire de démarrer une pompe supplémentaire pendant le mélange, tourner le sélecteur Auto/manuel vers la position ''manuel'' la pompe pourra être démarrée manuellement avec le sélecteur Marche/Arrêt manuel ;
- Confirmer le démarrage de toutes les pompes utilisées ;
- Les différents contrôleurs de composant commencent le contrôle du débit montant au démarrage « rampe up ».

IV.3.5 Opération d'arrêt

- 1- En terminant le mélange, fermer les vannes suivantes :
 - Vanne principale à la sortie du réservoir à composant ;
 - Vanne d'aspiration et de refoulement de la pompe utilisée ;
 - Vannes de sectionnement à l'entrée des deux lignes de produit pour conduire l'essence avec plomb et sans plomb vers les réservoirs ;
 - Vannes principales à l'entrée du réservoir à produit (MOV) ;
 - Vannes côtés aspiration et refoulement du système d'injection de PTE (éjecteur) et de l'analyseur de NO.
- 2- Après la fin du mélange, faire fonctionner l'agitateur dont est équipé le réservoir, laisser le réservoir tel quel encore pendant une durée de 12 heures en général pour l'homogénéisation du produit, celui-ci contenant de l'essence produite durant le mélange précédent.
- 3- Après l'agitation du produit dans le réservoir, laisser le réservoir tel quel encore pendant au moins 12 heures pour stabiliser le contenu.
- 4- Vérifier l'absence de l'eau de drainage dans le réservoir et effectuer le drainage s'il y a lieu.
- 5- Prélever l'échantillon pour procéder à l'épreuve permettant de s'assurer la conformité du produit avec les spécifications concernées.

IV.3.6 Préparation des essences

Les différents types des essences sont préparés au sein de la RA1K en faisant un mélange des constituants pour obtenir une essence à indice d'octane voulu, ce mélange contient :

Reformat : C'est le produit obtenu après réformation de la coupe naphta du topping par le reforming catalytique.

Butane : Ce gaz constitue la coupe la plus légère issue de la distillation du pétrole.

Toluène : (méthylbenzène) est un hydrocarbure aromatique, généralement produit par réformation catalytique des naphtas. Il est obtenu simultanément avec du benzène et d'autres hydrocarbures aromatiques dont il est ensuite séparé par fractionnement.

Raffinat : Constitué principalement des hydrocarbures paraffinés.

Naphta : est un mélange liquide d'hydrocarbures légers.

Isomérat : le produit final obtenu par le procédé d'isomérisation.

Aromatiques : sont des hydrocarbures insaturés renfermant des cycles benzéniques.

PTE : plomb tétra éthyle joue le rôle d'un additif lubrifiant et augmente l'indice d'octane (NO) des essences, nommé par le taux d'éthylation. En fonction de l'essence à préparer, le taux

d'éthylation (pourcentage de PTE) varie généralement entre 0.2 à 0.4 ‰ pour une essence normale et entre 0.4 à 0.6 ‰ pour une essence super.

MTBE : Méthyl-tertio-butyl-éther ou 2- méthoxy, 2-méthyl propane est un éther utilisé comme base pour la formulation de supercarburants. Il possède un indice d'octane élevé de **118** et une faible volatilité.

IV.4. Méthode d'analyse des essences

Le contrôle de la qualité des carburants est un critère essentiel de la gestion des risques pour les raffineurs, les traders et les distributeurs. Des analyses précises de carburants effectuées au niveau de l'unité de laboratoire RA1K comprend les normes algériennes, y compris l'indice d'octane (NO), la densité et le TVR.

IV.4.1 Détermination de l'indice d'octane (NO)

- **Définition**

L'indice d'octane mesure la résistance de l'essence utilisé dans un moteur à allumage commandé à l'auto-allumage (allumage sans intervention de la bougie). On parle assez souvent improprement de capacité antidétonante d'essence.

- **Principe**

Pour mesurer l'indice d'octane, on se sert d'un moteur monocylindrique spécial (moteur CFR ou Cooperative Fuel Research) (figure IV.1). On mesure l'indice d'octane de l'essence à étudier et, par comparaison avec les valeurs obtenues dans la mesure des produits de référence, on connaît l'indice d'octane de l'essence.

Le moteur CFR est alimenté, tour à tour, avec le carburant à étudier et des carburants de référence dont les pourcentages respectifs d'iso-octane et d'heptane sont connus [28].



Figure IV.1: *Moteur CFR.*

IV.4.2 Détermination de la densité (norme ASTM D 4052-98)**• Définition :**

La densité donne le poids pour un volume de 1dm^3 (ou 1l) de l'essence par rapport à l'eau qui a un poids de 1Kg pour 1l. La masse volumique de l'essence doit être comprise entre 0.710Kg/l et 0.78Kg/l selon le type d'essence. La détermination de ce paramètre est nécessaire pour une utilisation satisfaisante du véhicule, une variation trop importante de masse volumique pourrait perturber les réglages, surtout dans les conditions de fonctionnement où la régulation est difficile. On détermine la densité à l'aide d'un densimètre (figure IV.2) [29].

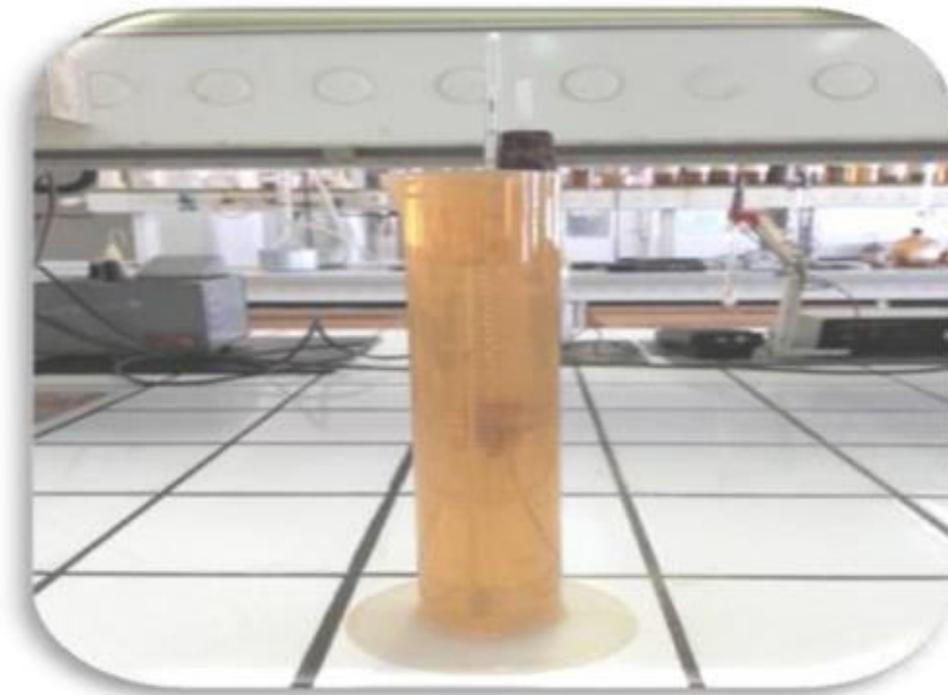


Figure IV.2 : Densimètre (Mesure de la densité)

• Mode opératoire [30] :

- Préparer l'échantillon dans un tube à essai propre ;
- Appuyer sur le bouton POWER pour allumer l'appareil ;
- Laisser l'appareil se stabiliser pendant 15 min ;
- Après stabilisation de l'appareil, injecter de l'eau distillée et dégazer pour calibrer à 15°C.

La densité apparaît sur l'écran : Density = 0.99910 g/cm³

- Prendre une seringue de 2 ml, la remplir du produit à analyser ;

- Fixer la seringue sur l'embout de remplissage et enfoncer lentement le piston en continu, éviter les bulles d'air dans le capillaire de l'appareil ;
- Laisser la seringue en position de remplissage pour éviter toute fuite de l'échantillon ;
- Vérifier l'absence des bulles de gaz dans la cellule de mesure ;
- Après quelques secondes le résultat de la mesure s'affiche sur le cadran.

IV.4.3 Détermination de la tension de vapeur Reid (norme : ASTM D 323)

- **Définition :**

La tension de vapeur Reid est une caractéristique très importante pour le domaine pétrolière pour le stockage et transport. La tension de vapeur mesure la tendance des molécules à s'échapper, c'est une mesure commune de la volatilité de l'essence et d'autres produits pétroliers. Elle est définie comme pression de vapeur absolue exercée par la vapeur du liquide et de tout gaz dissous / humidité à 37,8 ° C (100 ° F) telle que déterminée par la méthode d'essai ASTM-D-323. La TVR est mesurée à l'aide d'un testeur de TVR (Figure IV.3) [31].



Figure IV.3 : testeur de TVR

- **Mode opératoire [30] :**

- Refroidir l'échantillon et la chambre à carburant ;
- Noter la température à l'intérieur de la chambre à air ;
- Remplir la chambre à carburant avec l'échantillon et l'insérer avec une chambre à air ;
- Tenir l'appareil sens dessus dessous et l'agiter de haut en bas ;
- Placer l'appareil dans un bain d'eau thermostatique à 37,8°C ;
- Après immersion pendant cinq minutes, tapoter légèrement le manomètre et effectuer la lecture ;
- Retirer l'appareil du bain, le renverser, l'agiter vigoureusement et le remplacer aussi rapidement ;

- Répéter cette opération au moins 5 fois à intervalle d'au moins 2 min jusqu'à ce que 2 lectures consécutives soient constantes.

Calcul :

$$\text{TVR (Kg/Cm}^2\text{)} = \text{TVR (PSI)} \times 0.070307\text{-FACTEUR}$$

FACTEUR : tension de vapeur de l'air à la température initiale de la chambre à air.

*Chapitre V : Résultats
et discussions*

V.1. Introduction

Dans cette étude, nous avons réalisé une série d'analyses sur les différents types d'essence (normale, super, sans plomb et super sans plomb) et ses constituants pour déterminer leurs caractéristiques comme : l'indice d'octane, la densité et la TVR qui sont effectués au sein du laboratoire de RA1K pour contrôler la qualité de ces produits pétroliers dès leur réception pour ensuite procéder à la distribution et la commercialisation de ces derniers. Nous nous intéressons principalement à la quatrième essence qui représente une nouvelle essence super sans plomb à haut indice d'octane (RON minimum = 96) à base de MTBE.

La partie « résultats et discussions » de ce travail s'articule autour des trois axes :

- Le premier axe concerne la détermination des pourcentages des différents constituants de chaque blender essence pendant le mois de juin.
- Le deuxième axe aborde les analyses physico-chimiques (l'indice d'octane, tension de vapeur Reid et la densité) des différents constituants des essences, et ensuite une détermination de ces paramètres pour les essences elles-mêmes en les comparant aux normes algériennes.
- Le dernier axe montre l'effet de l'ajout de PTE et de MTBE sur l'indice d'octane de blender essence.

V.2. Constituants d'un blender essence

La conformité d'un blender essence dépend d'assurer des essences adaptées aux normes imposées, tandis que la détermination de la composition d'une essence exige que les spécifications des différents constituants qui la composent aient été préalablement déterminées.

Le tableau ci-dessous montre les quantités en m³ des produits intermédiaires contribuant à la fabrication des différents types d'essence pendant le mois de juin.

D'après le tableau V.1 on constate que les constituants de base diffèrent d'un blender à l'autre, cette variation dépend des caractéristiques physico-chimiques des essences. Chaque produit final devra subir un traitement pour répondre aux exigences du marché. Il ne peut se définir par leurs aspects, leurs odeurs et leurs fluidités qui sont cependant des indications précieuses. Mais il est nécessaire d'effectuer au laboratoire une analyse des fractions obtenues afin de maîtriser leurs caractéristiques.

Tableau V.1 : Les quantités des constituants des essences en m³.

	Butane	Ref lourd	Toluène		Raffinat	Naphta A	Isomérat	Aromatique lourd	Naphta B	E.R. Léger	MTBE	Type d'essence
			U100P	U100M								
01/06/2020	200	1300	200	200	1800	300	800	-	-	-	-	Ess sans plomb
02/06/2020	100	1000	300	600	300	500	1000	300	-	-	-	supercarburant
03/06/2020	100	1000	1000	1100	-	1400	1000	-	800	-	-	Ess sans plomb
04/06/2020	500	1700	-	-	400	-	-	-	-	-	-	Ess sans plomb
05/06/2020	200	1300	1000	1000	1000	700	1400	200	-	-	-	Essence normale
06/06/2020	200	1400	700	700	1200	400	1500	-	-	-	-	Essence normale
07/06/2020	300	3000	1200	1200	-	1400	2500	-	900	-	-	Ess sans plomb
08/06/2020	200	700	400	400	1200	-	500	300	500	-	-	Essence normale
09/06/2020	100	500	300	300	600	-	500	-	-	-	-	supercarburant
10/06/2020	150	1500	200	200	800	-	600	-	600	1000	-	Essence normale
11/06/2020	400	-	200	200	500	-	-	-	-	1000	-	Ess sans plomb
12/06/2020	350	2000	-	200	1000	-	500	-	-	900	-	supercarburant
13/06/2020	-	1000	700	500	1600	-	2000	-	-	-	700	Ess super sans plomb
14/06/2020	-	900	-	-	1300	-	1500	-	-	-	-	Essence normale
15/06/2020	-	-	500	500	750	-	750	-	-	-	-	Ess super sans plomb
16/06/2020	400	3000	700	400	1000	-	2000	-	-	700	1000	Ess super sans plomb
17/06/2020	300	2500	750	750	800	-	2500	-	-	300	700	Ess super sans plomb
18/06/2020	-	500	-	-	600	-	500	-	-	400	-	Essence normale
19/06/2020	-	700	-	-	750	-	500	-	500	200	-	Essence normale
20/06/2020	-	300	-	500	1500	-	400	-	2000	-	-	Essence normale
21/06/2020	200	4000	1600	1300	2100	-	4000	200	-	600	1000	Ess super sans plomb
22/06/2020	200	3000	1500	1200	-	-	4000	-	-	-	600	Ess super sans plomb
23/06/2020	300	3000	1200	1000	1000	-	3100	200	-	500	700	Ess super sans plomb
24/06/2020	-	500	200	300	800	-	800	-	-	-	-	supercarburant
25/06/2020	300	2500	700	600	1400	-	2500	-	-	-	700	Ess super sans plomb
26/06/2020	-	2500	700	800	1200	-	2500	-	-	-	500	Ess super sans plomb
27/06/2020	-	800	250	250	650	-	1000	-	-	-	-	Essence normale
28/06/2020	300	3000	1200	800	1300	-	3000	-	-	-	700	Ess super sans plomb
29/06/2020	-	2000	500	500	1100	-	2600	100	-	-	400	supercarburant
30/06/2020	200	2000	600	700	-	-	2000	200	-	-	400	Ess super sans plomb

Les histogrammes suivants montrent les compositions des différents types d'essence en pourcentage volumique

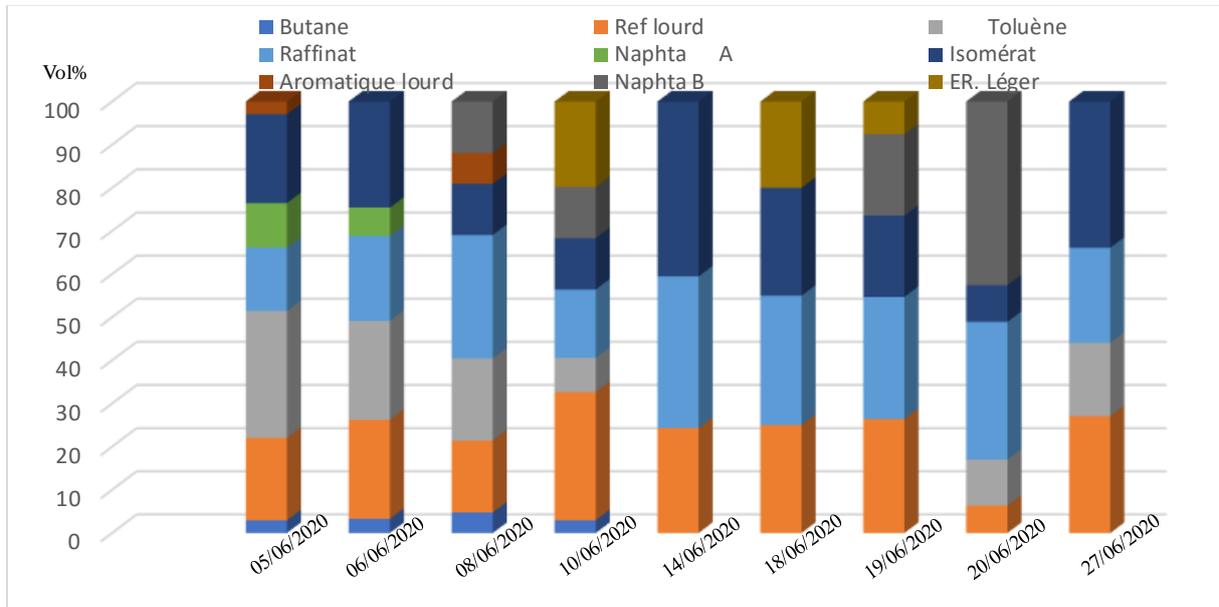


Figure V.1 : Pourcentages volumiques des composants d'une essence normale.

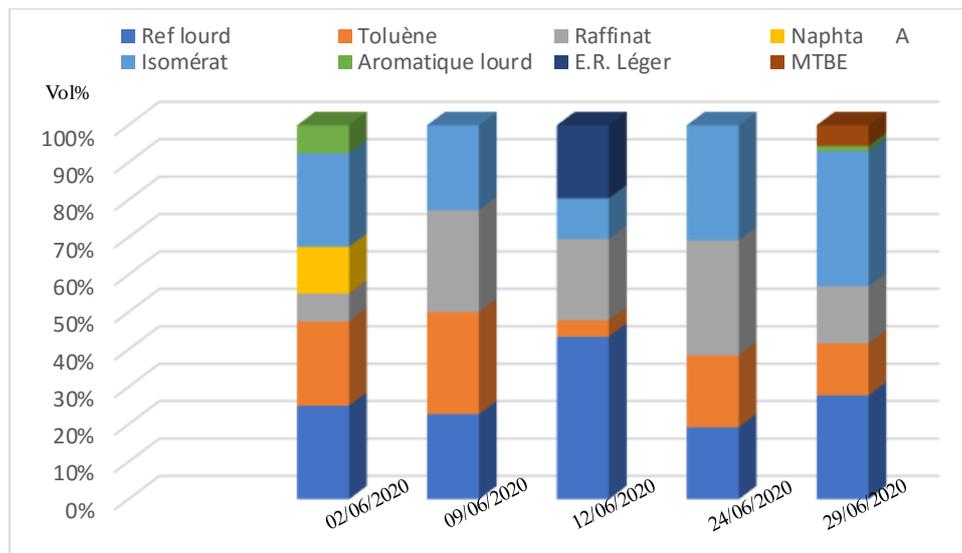


Figure V.2 : Pourcentages volumiques des composants du supercarburant.

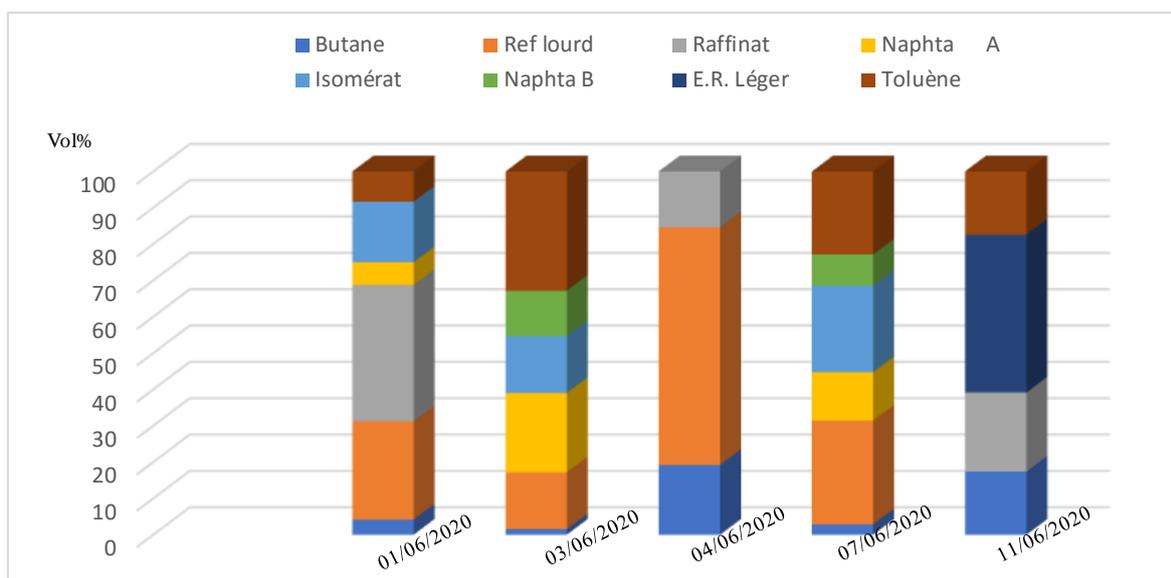


Figure V.3 : Pourcentages volumiques des composants d’une essence Sans Plomb.

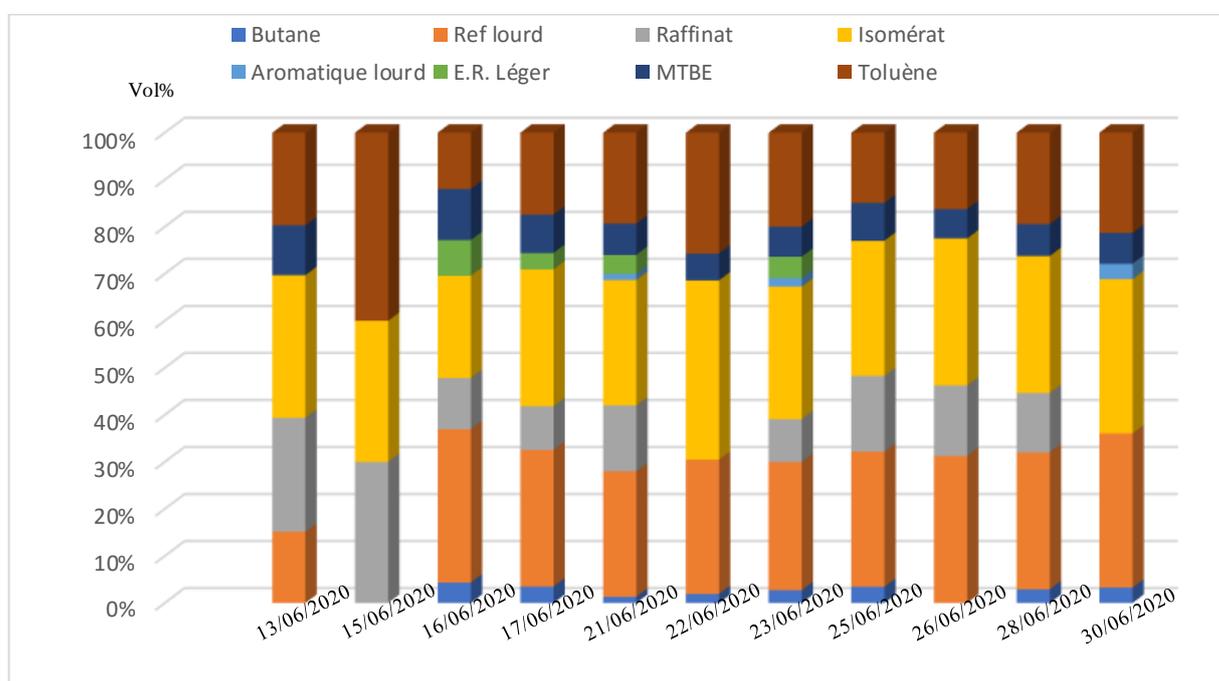


Figure V.4 : Pourcentages volumiques des composants d’une essence super sans plomb

Ces figures montrent que les compositions et leurs proportions varient d’une essence à l’autre même pour le même type. Le choix des fractions de ces constituants repose généralement sur plusieurs critères, y compris :

- **L'indice d'octane de chaque composant** : tel que les aromatiques contiennent un indice élevé par rapport aux autres constituants et les hydrocarbures paraffinés et légers possèdent un indice d'octane faible.
- **La densité** : présente un critère très important exigé par les normes algériennes, qui imposent une valeur minimale de la densité pour l'obtention d'une puissance maximale suffisante pour le moteur.
- **La Tension de vapeur Reid** : le choix des composants de base dépend de la valeur de TVR de chacun, tel que la teneur de ce paramètre qui assure le démarrage rapide et la mise en action satisfaisante du véhicule.
- **Les pannes** : les interruptions conséquentes aux pannes de quelque équipement nécessitent des modifications et des rectifications des composés de base.

V.3. Résultats d'analyses des caractéristiques physico-chimiques des composants

Dans notre travail, en se basant sur les analyses physico-chimiques qui s'effectuent au niveau du laboratoire de la raffinerie de Skikda pour l'étude de la conformité des essences avant la commercialisation.

Les tableaux ci-dessous présentent les valeurs de l'indice d'octane, la densité et la tension de vapeur Reid des différents constituants des essences (normale, super, sans plomb et super sans plomb). Ces constituants de base sont : butane, reformat lourds et léger, raffinat, naphta (A et B), isomérat et les aromatiques.

Ces tableaux montrent que l'indice d'octane n'est pas stable même pour le même composant, cependant la densité et la TVR sont constantes.

Tableau V.2 : La densité et la TVR des constituants de base

	Butane	Ref lourd	Raffinat	Isomérat	Aromatique lourd	E.R. Léger	Toluène	Naphta A	Naphta B	MTBE
Densité	0,5794	0,8721	0,685	0,64	0,8822	0,7238	0,8485	0,6525	0,726	0,741
TVR (Bar)	4,07	0,01	0,28	1,1	0,01	0,28	0,01	0,992	0,25	0,54

Tableau V.3 : L'indice d'octane des constituants de base

	Butane	Ref lourd	Raffinat	Isomérat	Aromatique lourd	E.R. Léger	Toluène	Naphta A	Naphta B	MTBE	Type d'essence
01/06/2020	94,7	115	82	95	109,3	-	109,8	88	50	-	Ess sans plomb
02/06/2020	94,7	108	60	90	109,3	65	107,8	-	-	-	supercarburant
03/06/2020	94,7	106	60			-	-	-	-	-	Ess sans plomb
04/06/2020	94,7	106	60			-	-	-	-	-	Ess sans plomb
05/06/2020	94,7	98	60	95	109,3		105	71,1	67,7	-	Essence normale
06/06/2020	94,7	108	60	95			109,8	71,1	65,7	-	Essence normale
07/06/2020	94,7	104	-	95	-	-	109,8	-	50	-	Ess sans plomb
08/06/2020	94,7	108	60	95	109,3		107,8	89,7	67,2	-	Essence normale
09/06/2020	94,7	108	70	95	109,3	65	107,8	71,1	-	-	supercarburant
10/06/2020	94,7	108	60	95		65	109,8			-	Essence normale
11/06/2020	94,7	-	80	-	109,3	-	109,8	-	-	-	Ess sans plomb
12/06/2020	94,7	117	75	95	109,3	65	107,8	71,1	-	-	supercarburant
13/06/2020		108	60	98			109,8	-	-	118	Ess super sans plomb
14/06/2020	-	108	60	95		-	-	-	-	-	Essence normale
15/06/2020			70	98			115,8	-	-	-	Ess super sans plomb
16/06/2020	94,7	108	60	95		65	109,8	-		118	Ess super sans plomb
17/06/2020	94,7	108	60	95		65	109,8	-	-	118	Ess super sans plomb
18/06/2020		109,8	65	98		65					Essence normale
19/06/2020		108	60	95		65					Essence normale
20/06/2020		108	68	95			109,8				Essence normale
21/06/2020	94,7	108	60	95	109,3	65	109,8	-	-	118	Ess super sans plomb
22/06/2020	94,7	106		81			109,8	-	-	118	Ess super sans plomb
23/06/2020	94,7	108	60	95	109,3	65	109,8	-	-	118	Ess super sans plomb
24/06/2020	94,7	108	60	95	109,3	65	107,8	71,1	-	-	supercarburant
25/06/2020	94,7	108	60	95			109,8	-	-	118	Ess super sans plomb
26/06/2020		108	60	95			109,8	-	-	118	Ess super sans plomb
27/06/2020		101,3	52	95			104				Essence normale
28/06/2020	94,7	108	60	95	-	-	109,8	-	-	118	Ess super sans plomb
29/06/2020	94,7	108	60	90	109,3	65	107,8	71,1	-	-	supercarburant
30/06/2020	94,7	96	60	93	-	-	109,8	-	-	118	Ess super sans plomb

V.4. Détermination d'indice d'octane, densité et TVR des essences

Après les analyses des caractéristiques physico-chimiques des différents carburants qui montrent que les teneurs d'indice d'octane ne sont pas fixes et varient d'un jour à l'autre. Les pourcentages volumiques des différents constituants de base des essences sont obtenus à partir de la résolution d'un système d'équations relatives de l'indice d'octane, la densité et la TVR par la méthode de remplacement :

$$\begin{aligned}
 d_{ess} &= \sum d_i \cdot X_i & d_{ess} &: \text{Densité globale de l'essence} \\
 & & d_i &: \text{Densité du composant } i \\
 NO_{ess} &= \sum NO_i \cdot X_i & NO_{ess} &: \text{Nombre d'octane d'essence} \\
 & & NO_i &: \text{Nombre d'octane du constituant } i \\
 TVR_{ess} &= \sum TVR_i \cdot X_i & TVR_{ess} &: \text{Tension de vapeur Reid globale} \\
 & & TVR_i &: \text{Tension de vapeur Reid du constituant } i \\
 & & X_i &: \text{Fraction volumique du constituant } i
 \end{aligned}$$

Cette étude permettra de déterminer les valeurs des différents paramètres : indice d'octane, densité et TVR de chaque type d'essence d'après les résultats des analyses physico-chimiques et les fractions volumiques de chaque constituant. Cela nous permet d'évaluer la conformité de chaque blender.

➤ Exemple de calcul

Dans cet exemple, on calcule l'indice d'octane, la densité et la TVR d'une essence super du 02/06/2020.

$$\begin{aligned}
 d_{ess} &= d_{butane} \cdot X_1 + d_{reformat\ lourd} \cdot X_2 + d_{toluène\ brut} \cdot X_3 + d_{raffinat} \cdot X_4 \\
 &\quad + d_{naphta\ A} \cdot X_5 + d_{isomerat} \cdot X_6 + d_{aromatiques\ lourd} \cdot X_7
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 d_{ess} &= 0,5794 * 0,024 + 0,8721 * 0,244 + 0,8457 * 0,215 + 0,6850 * 0,073 + 0,6825 * \\
 &0,122 + 0,64 * 0,244 + 0,8822 * 0,073
 \end{aligned}$$

$$d_{ess} = 0,7620$$

$$\begin{aligned}
 NO_{ess} &= NO_{butane} \cdot X_1 + NO_{reformat\ lourd} \cdot X_2 + NO_{toluène\ brut} \cdot X_3 + NO_{raffinat} \cdot X_4 \\
 &\quad + NO_{naphta\ A} \cdot X_5 + NO_{isomerat} \cdot X_6 + NO_{aromatiques\ lourd} \cdot X_7
 \end{aligned}$$

$$NO_{ess} = 94,7 * 0,024 + 108 * 0,244 + 107,8 * 0,215 + 60 * 0,073 + 71,1 * 0,122 + 90 * 0,244 + 109,3 * 0,073$$

$$NO_{ess} = 95,32$$

❖ On ajoute 0,15 g/l de PTE pour augmenter l'indice d'octane de 2 points

Donc : $NO_{ess} = 97,32$

$$TVR_{ess} = TVR_{butane} \cdot X_1 + TVR_{reformat\ lourd} \cdot X_2 + TVR_{toluène\ brut} \cdot X_3 + TVR_{raffinat} \cdot X_4 + TVR_{naphta\ A} \cdot X_5 + TVR_{isomerat} \cdot X_6 + TVR_{aromatiques\ lourd} \cdot X_7$$

$$TVR_{ess} = 4,07 * 0,024 + 0,01 * 0,244 + 0,01 * 0,215 + 0,28 * 0,073 + 0,992 * 0,122 + 1,1 * 0,244 + 0,01 * 0,073$$

$$TVR_{ess} = 0,3934bar$$

Pour l'essence plombée on ajoute une quantité de PTE comprise entre 0,15g/l à 0,8g/l :

- Si on ajoute 0,15g/l de PTE l'indice d'octane va augmenter de 2 points à 2,5.
- Si on ajoute 0,4g/l de PTE l'indice d'octane va augmenter de 3,5 points à 4,5.
- Si on ajoute 0,8g/l de PTE l'indice d'octane va augmenter de 7 points.

V.4.1 Essence normale

Le blender essence normale est un mélange de constituants (butane, naphta, raffinat, toluène, reformat et l'isomérat) avec des proportions bien déterminées. On fait des calculs à partir de la loi linéaire du mélange pour obtenir une essence normale conforme aux normes.

Le tableau V.4 nous fournit les valeurs des différents caractéristiques (TVR, NO et densité) des constituants de base et de mélange obtenu.

Tableau V.4 : Blender essence normale du 08/06/2020 (Tableau V.1)

Base d'essence	Butane	Naphta B	Raffinat	T. Brut	A.Lourd	Ref.Lourd	Isomérat	Essence Normale	Conformité
Vol %	4,8	11,9	28,6	19	7,1	16,7	11,9	100,00	-
TVR (bar)	4,07	0,25	0,28	0,01	0,01	0,01	1,1	0,4388	Conforme
NO	94,7	50	60	107,8	109,3	108	95	85,25	Non Conforme
Densité	0,5794	0,726	0,6850	0,8457	0,8822	0,8721	0,64	0,7559	Conforme

Ce blender montre que cette essence est composée essentiellement des structures linéaires (28,6% raffinat, 11,9% naphta B et 11,9% isomérat) par rapport aux aromatiques qui sont en faible pourcentage (42,8%).

On ajoute 0,4 g/l de PTE à ce blender pour augmenter son indice d'octane de 4 points, ce qui le rend une essence conforme avec $NO_{ess} = 89,25$

Les teneurs de la TVR, NO et de la densité de ce mélange indiquent que cette essence est conforme.

➤ L'indice d'octane

Les résultats d'indice d'octane obtenus pour l'essence normale sont montrés dans le tableau suivant :

Tableau V. 5 : Indice d'octane d'une essence normale

Date de Production NO	05/06/2020	06/06/2020	08/06/2020	10/06/2020	14/06/2020	18/06/2020	19/06/2020	20/06/2020	27/06/2020
Indice d'octane (Sans PTE)	91,32	92,91	85,25	87,67	85,86	84,45	84,23	84,18	88,76
Indice d'octane (Avec PTE)	91,32	92,91	89,25	89,3	91,6	89,1	89,8	90,8	90,2

Ce tableau montre que les résultats d'indice d'octane des différents échantillons sont dans les normes nationales (supérieur à 89) après l'injection de la quantité nécessaire de PTE. Donc, on peut déduire que les essences normales sont conformes.

➤ La densité

La figure suivante présente les valeurs de la densité déterminées pour les essences normales produits le mois de Juin.

La figure V.5 montre la stabilité de la densité des essences normales. Elle appartient à l'intervalle [0.71;0.765]. Donc on peut déduire que les essences normales sont conformes. Le respect de la norme fixée pour la densité dans une même catégorie de carburant est nécessaire pour l'utilisation satisfaisante du véhicule.

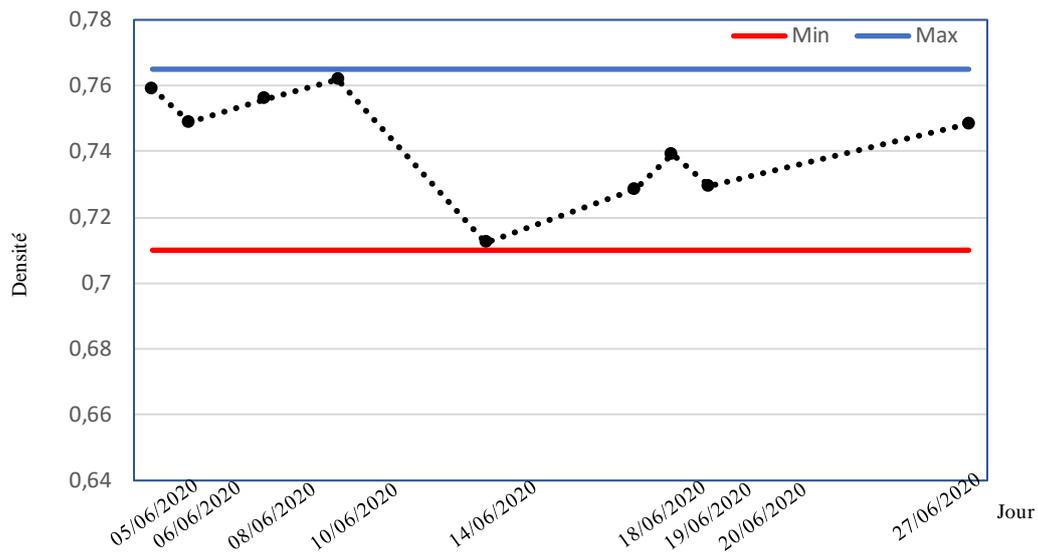


Figure V.5 : La densité déterminée pour l'essence normale

➤ **La TVR**

La figure V.6 montre les valeurs de la tension de vapeur Reid déterminées pour ce type d'essence.

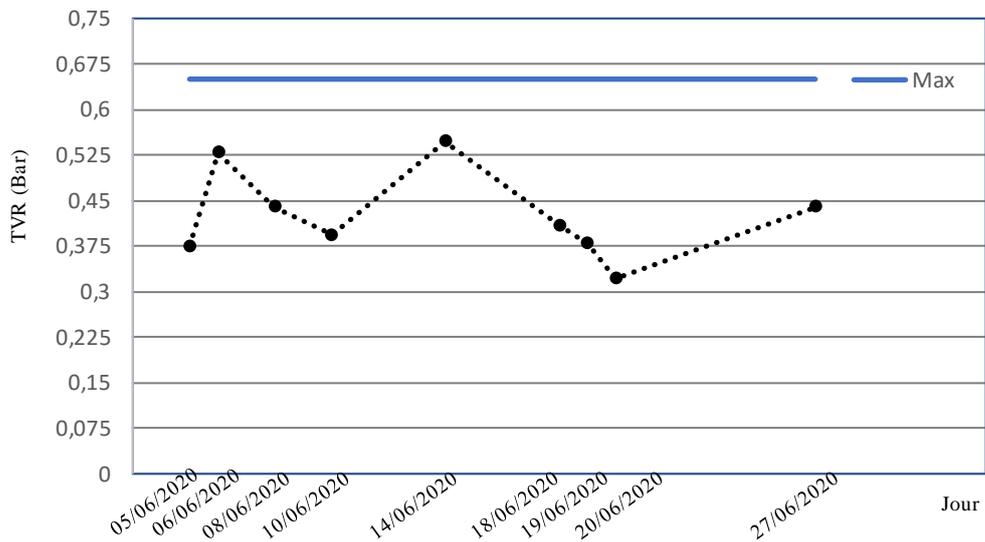


Figure V.6 : la TVR déterminée pour l'essence normale

La TVR conditionne directement les pertes au cours du stockage et de la manutention. Ces spécifications imposent un maximum à ne pas dépasser 0,800 bar en hiver et 0,650 bar en été. On constate que les valeurs de la TVR obtenues sont inférieures ou égales à la limite fixée 0,650 bar, ce qu'elles nous révèlent d'avoir des essences normales conformes.

V.4.2 Supercarburant

Le blender supercarburant caractérisé par un indice d'octane élevé. Pour l'améliorer on ajoute des produits anti-détonants comme le PTE (Le tétraéthyl-plomb ou plomb tétraéthyle) qui représente un additif antidétonant dans les essences.

Tableau V.6 : Blender supercarburant du 02/06/2020 (Tableau V.1)

Base d'essence	Butane	Naphta A	Raffinat	T.Brut	A.Lourd	Ref.Lourd	Isomérat	Essence SUPER	Conformité
Vol %	2,4	12,2	7,3	21,5	7,3	24,4	24,4	100,00	
TVR (bar)	4,07	0,992	0,28	0,01	0,01	0,01	1,1	0,3934	Conforme
NO	94,7	71,1	60	107,8	109,3	108	95	95,32	Non Conforme
Densité	0,5794	0,6525	0,6850	0,8457	0,8822	0,8721	0,64	0,7620	Conforme

Le tableau ci-dessus montre un échantillon d'essence super produit le 02/06/2020. Ce blender essence composé essentiellement des aromatiques (53,2%). Ces dernières caractérisées par un indice d'octane élevé par rapport aux autres hydrocarbures, mais ce mélange reste loin de répondre aux normes minimales d'indice d'octane. Pour l'amélioration de ce paramètre, on ajoute le PTE.

La quantité injectée de PTE à ce blender est égale à 650 litres (NO a augmenté de deux points), ce qui le rend une essence qui a un indice d'octane élevé égal à 97,32 et possède une bonne résistance à l'auto-inflammation.

➤ L'indice d'octane

Les résultats d'indice d'octane obtenus pour l'ensemble des supercarburants produit le mois de juin avant et après l'addition des quantités bien déterminées de PTE sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau V.7 : Indice d'octane d'une essence super

Date de Production	05/06/2020	06/06/2020	08/06/2020	10/06/2020	14/06/2020
NO					
Indice d'octane (Sans PTE)	95,32	94,63	93,33	89,19	93,19
Indice d'octane (Avec PTE)	97,32	97	96,7	96	98

D'après ce tableau, on constate que l'essence super a un indice d'octane élevé par rapport à l'essence normale. Mais ce mélange reste non conforme. Pour l'amélioration d'indice d'octane, on ajoute le PTE (0,15g/l, 0,4g/l, 0,8g/l) pour rendre le mélange conforme et répond aux normes nationales (NO : 96minimum).

Les teneurs d'indice d'octane après l'addition de PTE sont conformes aux normes exigées.

➤ La densité

La figure suivante présente les valeurs de la densité déterminées pour ces échantillons d'essence super.

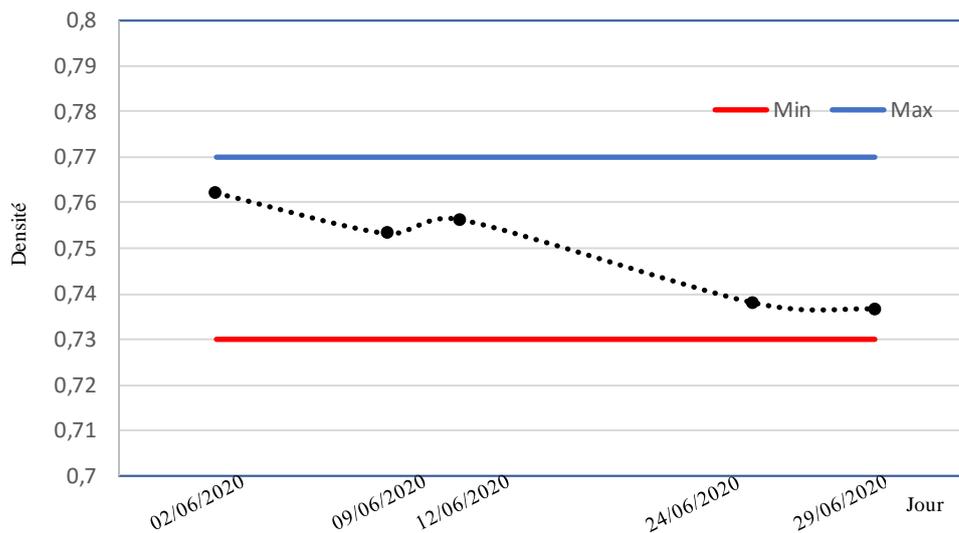


Figure V.7 : La densité déterminée pour l'essence super

D'après la figure V.7, la teneur de la densité de ces essences est comprise entre 0,73 et 0,77. Ces valeurs sont conformes par rapport à la teneur tolérée par la norme algérienne NA 8108. Le respect de cette norme permet à cette essence d'être conforme.

➤ La TVR

La figure ci-dessous montre les valeurs de la tension de vapeur Reid de ces supercarburants. D'après cette figure, on constate que les valeurs de la TVR obtenues sont inférieures ou égales à la limite fixée 0,650 bar. Ce qui indique que ces essences sont conformes.

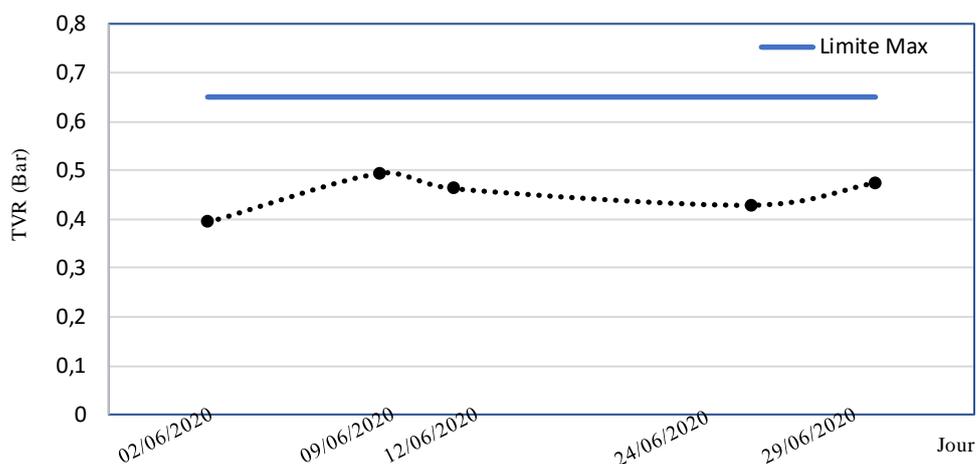


Figure V.8 : La densité déterminée pour l'essence super

V.4.3 Essence sans plomb

Tableau V.8: Blender sans plomb du 07/06/2020 (Tableau V.1)

Base d'essence	Butane	Naphta B	T. Brut	Naphta A	Ref.Lourd	Isomérat	Essence Normale	Conforme
Vol %	2,9	8,6	22,8	13,3	28,6	23,8	100,00	
TVR (bar)	3,07	0,54	0,01	0,992	0,01	1,1	0,5333	Conforme
NO	94,7	50	107,8	71,1	108	97	96,42	Conforme
Densité	0,5794	0,741	0,857	0,6525	0,8471	0,674	0,7654	Conforme

Cette essence ne contient pas de PTE, cependant elle est riche en toluène brut avec 22,8% et de reformat lourd 28,6%. Ces aromatiques représentent un pourcentage volumique de 51,4 %.

➤ **L'indice d'octane, TVR et la densité**

Les résultats d'indice d'octane obtenus pour l'ensemble des essences sans plomb sont montrés dans le tableau suivant :

Tableau V.9 : Indice d'octane d'une essence sans plomb

Date de production	01/06/2020	04/06/2020	07/06/2020	11/06/2020
Indice d'octane	96,325	96,75	96,42	95,13

L'indice d'octane de blender sans plomb est supérieur à la limite inférieure exigée (95Min). Donc cette essence est conforme.

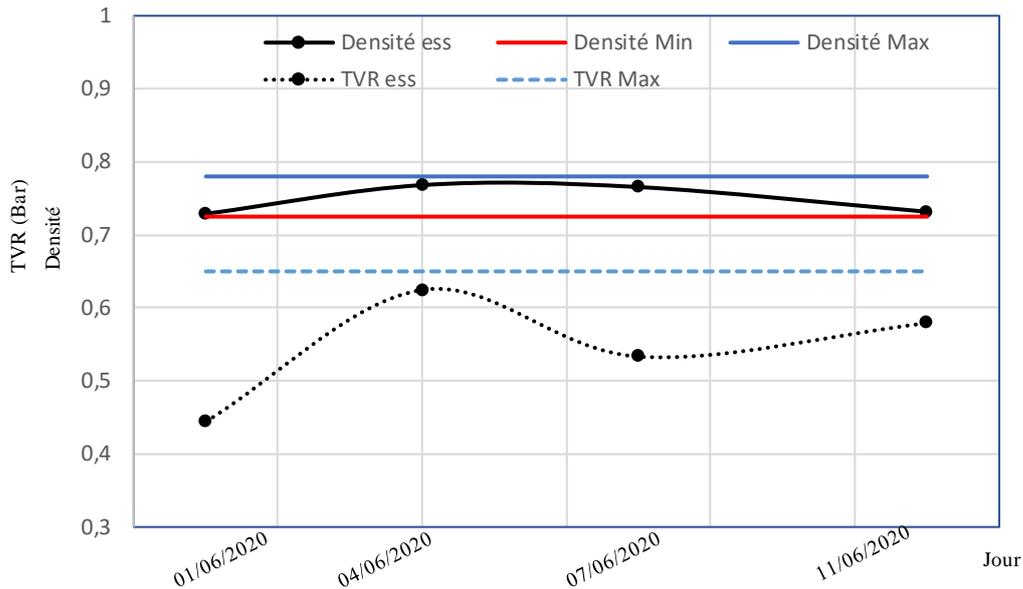


Figure V.9 : La densité déterminée pour l'essence sans plomb

D'après les résultats de la densité et de la TVR des essences sans plomb (figure V.9), on constate que :

- Les valeurs de la densité sont stables et comprise entre [0,725;0,78].
- La tension de vapeur Reid obtenue est inférieure à la limite fixée par la norme algérienne (0,65Max).

V.4.4 Blender essence super sans plomb à base de MTBE

La fabrication d'une essence super s'effectue à partir du mélange additionné au PTE, si ce dernier est éliminé, il est impossible d'obtenir une essence super sans plomb d'indice d'octane conforme aux normes exigées. La solution envisagée consiste à modifier la qualité des produits de base pour la fabrication d'une essence super sans plomb de qualité. Pour la production de ce type de blender, on doit ajouter un composant qui possède un NO très élevé comme le MTBE.

Le MTBE est un additif de l'essence que l'oxygène augmente son indice d'octane (RON=118). L'oxygène présent dans le MTBE aide l'essence à brûler plus complètement, réduisant les émissions d'échappement des véhicules à moteur et remplaçant des composants de l'essence comme les composés aromatiques (benzène).

Tableau V.10 : Blender essence super sans plomb avec MTBE du 17/06/2020

Base d'essence	Butane	ERL	Raffinat	T. Brut	MTBE	Ref.Lourd	Isomérat	Essence Normale	Conformité
Vol %	3,5	3,5	9,3	17,4	8,1	29,1	29,1	100,00	
TVR (bar)	4,07	0,238	0,28	0,01	0,540	0,01	1,1	0,5446	Conforme
NO	94,7	65	60	109,8	118	108	95	98,91	Conforme
Densité	0,5794	0,7238	0,6850	0,8457	0,7410	0,8721	0,64	0,7565	Conforme

Le tableau V.10 montre que cette essence est caractérisée par un indice d'octane supérieur à 95. Elle contient 46,5% des aromatiques (17,4% du toluène brut et 29,1% du reformat lourd), avec un taux de 8,1% de MTBE. Les valeurs de l'NO, TVR et de la densité prouvent que ce blender est conforme.

Tableau V.11 : Indice d'octane d'une essence super sans plomb à base de MTBE

Date de Production	13/06/2020	15/06/2020	16/06/2020	17/06/2020	21/06/2020	22/06/2020	23/06/2020	25/06/2020	26/06/2020	28/06/2020	30/06/2020
Indice d'octane (Sans PTE)	96,02	96,72	97,41	98,9	96,94	97,92	98,67	97,15	97,65	98,79	99,79

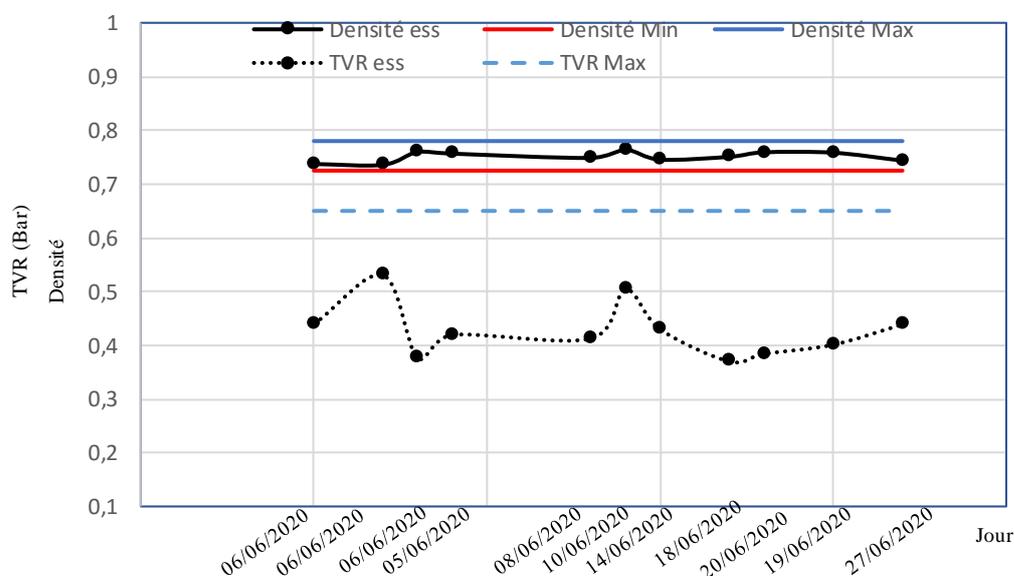


Figure V.10 : La densité et la TVR déterminées pour l'essence super sans plomb à base de MTBE.

Comme le montre le tableau et la figure ci-dessus, ce mélange à base de MTBE est conforme. L'indice d'octane est élevé par rapport aux autres types, les valeurs de la TVR et de la densité sont inférieures à la limite exigée par la norme algérienne.

La production de ce type de blender est le bon choix pour augmenter l'indice d'octane d'une essence, à rendre le moteur moins polluant et pour des raisons économiques (le MTBE est moins chère que les aromatiques et les additifs plombés). Selon les nouvelles recherches la teneur de MTBE dans le mélange ne dépasse pas 15% v/v.

V.4.5 Discussion

C'est par la détermination de ces paramètres qu'on peut expliquer l'effet des teneurs hors normes de ces derniers :

- ✚ Si on utilise un carburant à un indice d'octane trop faible dans un moteur, le combustible risque de s'enflammer spontanément à cause de la compression dans le cylindre. Lorsqu'un tel allumage spontané se produit, la combustion se fait dans des conditions anormales qui fatiguent l'embellage et le vilebrequin. Dans ce cas, on dit que le moteur cliquette.
- ✚ Le respect de la norme fixée pour la densité dans une même catégorie de carburant est nécessaire pour l'utilisation satisfaisante du véhicule. Mais son augmentation a tendance sur le carburateur, à appauvrir le mélange carburé se traduit par un manque de puissance. La tendance inverse s'observe en injection : le flotteur émerge peu et le niveau d'essence au-dessus du gicleur noyé est élevé. Ce qui entraîne une augmentation de la consommation et, en outre, une mauvaise vaporisation qui peut diminuer la puissance et encrasser le moteur.
- ✚ Il est exigeant de limiter la volatilité lors du fonctionnement à chaud afin d'éviter certains incidents comme : perte d'agrément de conduite ou calages dus à la formation de tampons de vapeur dans le circuit d'alimentation et la difficulté de démarrage après une période d'arrêt. Inversement, la TVR doit être satisfaisante. Elle a pour objectif d'assurer, par temps froid, le démarrage rapide et la mise en action satisfaisante du véhicule.

V.5. Effet du PTE sur NO :

Le tétra éthyle de plomb a une grande influence sur le NO des hydrocarbures linéaires par rapport aux aromatiques (ex : gain de 6 points pour le raffinat par rapport à 2 points pour le toluène brut).

Si le PTE est éliminé des essences plombées (super et normale), il est impossible d'obtenir une essence sans plomb de NO conforme avec les mêmes composants.

Le tableau ci-dessous illustre clairement les résultats de l'élimination de cet additif et montre son effet seulement sur le nombre d'octane.

Tableau V.12 : Effet de l'ajout de PTE sur les essences normale et super

	Essence sans PTE		Essence avec PTE	
	Essence normale	Essence super	Essence normale	Essence super
Densité	0,7559	0,7657	0,7559	0,7657
TVR	0,4388	0,3934	0,4388	0,3934
NO	85,25	95,32	89,25	97,32

Malgré ses propriétés antidétonantes lorsqu'il est ajouté à l'essence, les essences comportant du plomb sont désormais interdites aux Etats-Unis et en Europe (avec néanmoins certaines dérogations), car l'essence plombée n'était plus compatible avec les plots catalytiques des nouveaux véhicules. Elle était plus nocive pour l'environnement et l'homme. Mais les essences plombées sont encore utilisées dans de nombreux autres pays.

V.6. Conclusion

Les résultats présentés dans ce chapitre montrent la conformité des différents types d'essence (avec plomb et sans plomb). Chaque type d'essence a des propriétés qui le caractérisent et qui déterminent sa valeur. L'essence éthylée (normale et super) contient le plomb, celui-ci à deux rôles ; lubrifier les soupapes des moteurs et améliorer l'indice d'octane des carburants. L'essence sans plomb qui est le type de carburant le plus conseillé à utiliser à cause de ces nombreux avantages dans les véhicules équipés ou non d'un pot catalytique à savoir :

- La réduction importante des émissions des gaz nocifs qui polluent l'atmosphère.
- La réduction d'infiltration des composés de plomb dans le sol et les eaux de surfaces et souterraines.
- Essence plus économique pour les automobilistes, en matière d'entretien (intervalle prolongé entre les vidanges d'huile, bougies d'allumage plus propres ...etc).

Par ailleurs, il est à noter que les essences sans plomb contiennent des quantités importantes de composants aromatiques qui sont dangereux pour la santé.

Conclusion générale

Conclusion générale

Plusieurs composés chimiques polluants émis ou transformés dans l'atmosphère peuvent avoir des effets notamment sur la santé même si la concentration de ses composés est très faible. Les véhicules sont à l'origine de deux types bien distincts d'émissions dans l'atmosphère : les polluants de l'air, dits polluants locaux composés de gaz ou de particules nocives qui ont un effet direct sur la santé.

Les principales caractéristiques de l'essence sont l'indice d'octane (propriétés antidétonantes), la densité et la pression de vapeur. On utilise des additifs pour améliorer les propriétés de l'essence et protéger le moteur contre l'oxydation et la formation de rouille.

La plupart des pays développés ont déjà interdit l'ajout du plomb aux essences à cause des nouvelles normes d'antipollution (ISO 14000), qui exigent sa suppression totale. Toutes les études ont démontré que ces additifs de plomb sont dangereux pour l'environnement et les êtres vivants. A cet égard, une nouvelle stratégie a été adoptée par l'intégration d'une nouvelle essence appelée essence sans plomb.

Le présent travail a été réalisé à la raffinerie de Skikda RA1/K. Il consiste à la caractérisation physico-chimique des différents types d'essences afin d'apprécier leurs qualités et leurs conformités visant à protéger les moteurs des véhicules et assurer la conservation de l'atmosphère contre la pollution. Quatre types d'essences ont été produites : normale, super, sans plomb et super sans plomb. Ces différents types d'essences présentent généralement des caractéristiques physiques proches les unes des autres, mais différents par leur composition chimique et leur teneur en additifs.

Les résultats d'analyses des caractéristiques physico-chimiques montrent la conformité des blenders essence et révèlent que :

- L'indice d'octane des différents types d'essences est convenable aux normes exigées, qui assure la capacité des carburants de résister à l'auto-inflammation. Pour les essences normales et supers, la conformité de ce critère nécessite l'addition de PTE. Pour l'essence sans plomb, elle demande un taux élevé des aromatiques ou l'adjonction d'une quantité bien précisée de MTBE (ne dépasse pas 15% v/v).
- Les densités obtenues sont conformes, ce qui reflète une bonne consommation et la puissance du moteur.

- La TVR des différents carburants est convenable, ceci assure la bonne mise en action du véhicule.

En raison de ses caractéristiques de mélange et des raisons économiques, le MTBE est principalement le meilleur additif parmi les composés oxygénés ; ce qui rend le nouveau blender essence à base de MTBE sans l'injection de plomb le choix le plus réalisable, le plus économique et le moins dangereux.

Références

- [1] **Christine Travers, Eric Tocqué**, Raffinage : Pétrole, 2016
- [2] <https://www.universalis.fr/auteurs/daniel-ballerini/>
- [3] **N.Abdefattah** : "Extraction des aromatiques étude d'un échangeur 200-E2" université d'el-oued, pages 2-9.
- [4] **N. Choui, M.S.Bidouche**,: "Manuel opératoire stockage zone nord". *Raffinerie de Skikda*, 18 janvier 2005, pages 11-17.
- [5] **Gary J.H., Handwerk G.E.**, Petroleum Refining: Technology and Economics, Taylor & Francis, 2005.
- [6] les techniques du raffinage. Les trois étapes du raffinage 2014
- [7] **F.J. Lockart, Sanjay Kumar.**, Chapter 3 Separation of oil and gas, developments in petroleum Science volume 19, part A, 1987, pages 59-108.
- [8] **Nathalie Mayer**. Le raffinage du pétrole en 3 grandes étapes, Futura Science 2015.
- [9] **Richard S.Kraus**. Oil and natural gas, Petroleum refining process, Encyclopaedia of occupational health and safety 2015.
- [10] **R. PERRIN J.P. SCHARFF**. Chimie industrielle, Raffinage de pétrole, 1995.
- [11] **Sellami mohamed Hassen**. Raffinage et pétrochimie (cours et exercices), Book February 2015.
- [12] **Hagop Demirdjian**, Les carburants : une source d'énergie chimique 2006.
- [13] **A. Demirbas & al.** Octane Rating of Gasoline and Octane Booster Additives Petroleum Science and Technology, 33 :1190–1197, 2015
- [14] **Zacharie Merlin AYISSI**, Essai d'élaboration et caractérisation d'un biocarburant à base de manihot esculenta grantz 2007
- [15] manuel opératoire planning avril 2016
- [16] **Frédéric Mercier**, Quelle est la différence entre l'essence ordinaire et suprême ? Publié le 7 mai 2019
- [17] **François-Xavier Merlin**. Essence sans plomb. Guide d'intervention chimique. 2008
- [18] <http://samuel.benoit.online.fr/essence-super-sans-plomb-95-98-carburant-automobile-derive-petrole-solvant>.
- [19] cours procédé de raffinage iap école d'Arzew

- [20] U.M. Constantine Technologie des parcs de stockage et terminaux master TDH S2 (2019-2020)
- [21] **Dr AKE**, cours de stockage, distribution et transport des hydrocarbures (STDH)
- [22] T.N. GAEL BRICE : " Le transport et stockage des hydrocarbures ". Université Antananarivo école supérieur polytechnique d'Antananarivo, 2015, pages. 26-31
- [23] **Tarek Bouchala** : Etude et Simulation d'un Dispositif d'Inspection Par MFL des Installations de Stockage et de Transport des Hydrocarbures.2018.
- [24] **André Babusch &all** : principes fondamentaux de la technologie des pompes, le manuel des pompes 2005.
- [25] **M. Mercier** : "Génie chimique appliqué-écoulement et machines tournantes-transfert thermique". *IFP Training*, 2015
- [26] Mémoire fin d'étude : " Etude de défaillance d'une pompe à eau centrifuge de type GUINARD HP"
- [27] COURS POMPES (IAP D'ARZEW).
- [28] ISO 5163 : 2005 Produits pétroliers—Détermination des caractéristiques antidétonantes des carburants pour moteurs automobile et aviation — Méthode moteur.
- [29] <http://www.univrsalis.fr/encyclopedie/carburants/>.
- [30] book of ASTM standard Section 5, Volume 05-02 Pages 388 à 392,2009.
- [31] iso 3007 :1999, petroleum products and crude petroleum-determination of vapour pressure-reid method.

Annexes

Activité RPC
 Division Raffinage
 Raffinerie de Skikda (RAI K)
 Département : Laboratoire

Certificat de Qualité

Certificat N^o :03/E.S.P/2019
 Délivré le : 06/10/2019

ESSENCE SANS PLOMB

Référence Stockage : S-53

CARACTERISTIQUES		UNITES	METHODES D'ESSAI	LIMITES	RESULTATS
ASPECT			INSP. VISUELLE	CLAIR ET LIMPIDE	CLAIR ET LIMPIDE
TOTAL AROMATIQUES			EN14517	35 MAX	46.71
BENZENE			ASTM D3606	5 MAX	1,21
MASSE VOLUMIQUE A 15 °C		G/ML	ASTM D1298	0,730 - 0,770	0.7498
DISTILLATION	70 °c		ASTM D86	15 - 47	34
	1000C			40 - 70	47
	1800C			85 MIN	97
	2100C			90 MIN	
		OC		205 MAX	183
RÉSIDU				2 MAX	
TENSION DE VAPEUR REID		BAR	ASTM D323	0,650 MAX	0.636
MERCAPTANTS			ASTM D 3227	15	<3
TENEUR EN GOMMES ACTUELLES		MG/IOOML	ASTM D381	5.0 MAX	
NOMBRE D'OCTANE RECHERCHE RON			ASTM D2699	95,0 MIN	95,8
NOMBRE D'OCTANE MOTEUR MON			ASTM D2700	85,0 MIN	85.0
TENEUR EN PLOMB		G/L	ASTM D3237	0.013 MAX	<0.0025
TENEUR EN SOUFRE		% PDS	ASTM D5453	0.01MAX	0.003
CORROSION LAME DE CUIVRE			ASTM D130	1 MAX	
MTBE		% VOL	EN13132	15 MAX	ABSENT
ETHANOL		% VOL	EN13132	15 MAX	ABSENT

Produit conforme

Certificat de Qualité

Certificat N° :101/E.S/2020

Délivré le :25/06/2020

ESSENCE SUPER

Limites spécifications NA 8108

Référence Stockage : S.66

Destination

Navire ICaboteur : CHEM HYDRA

CARACTERISTIQUES		UNITES	METHODES D'ESSAI	NORMES ALGERIENNES	LIMITES	RESULTATS
MASSE VOLUMIQUE A 15 °C		G/ML	ASTM D4052/ ASTM D1298	NA 417	0.730-0.770	0.7532
DISTILLATION	10 %VOL		ASTM D 86	NA1445	70 MAX.	53
	50%VOL				140 MAX.	98
	95%VOL				195 MAX	174
					205 MAX.	190
PERTES		%vol				05
RESIDU						2 MAX
TVR	1/11 au 31/03	BAR	ASTM D 323	NA 422	0,800 MAX	0,527
	1/04 AU 30/10				0.650MAX	
DOCTOR TEST			ASTM D 484	NA 8115	NEGATIF	NEG
TENEUR EN GOMMES ACTUELLES		MG/100ML	ASTM D 381	NA 2654	10 MAX,	
NOMBRE D'OCTANE RECHERCHE (RON)			ASTMD 2699	NA 2653	96 MIN.	96.0
TENEUR EN PLOMB		G/L	ASTM D 3341	NA 2803	0.40 MAX	0.03
TENEUR EN SOUFRE,		%PDS	ASTM D4294	NA 11046	0,01 MAX.	0,003
CORROSION LAME DE CUIVRE			ASTM D 130	NA 566	18 MAX.	

• Produit conforme.

Certificat de Qualité

Certificat N^o :246/E.N/2020

Délivré le : 28/06/2020

Activité RPC

Division Raffinage

Raffinerie de Skikda (RAIK)

Département : Laboratoire

ESSENCE NORMALE

Limites spécifications NA 8101

Référence Stockage : s.70

Destination DEPOT DE SKIKDA

Navire/Caboteur

CARACTERISTIQUES		UNITES	METHODES D'ESSAI	NORMES ALGERIENNE	LIMITES	RESULTATS
MASSE VOLUMIQUE A 15 °C		G/ML	ASTM D4052/ ASTM D1298	NA 417	0.710-0.765	0,7378
DISTILLATION	10 %VOL	°C	ASTM D 86	NA 1445	70 MAX	58
	50%VOL				140 MAX	94
	95%VOL				195 MAX	177
	PF				205 MAX	188
PERTES		%vol				0,5
RÉSIDU					2 MAX	0,5
TVR	1/11 au 31/03	BAR	ASTM D 323	NA 422	0,800 MAX.	0,524
	1/04 AU 30/10				0,650 MAX	
DOCTOR TEST			ASTM D 484	NA 8115	NÉGATIF	NEG
TENEUR EN GOMMES ACTUELLES		MG/100ML	ASTM D 381	NA 2654	10 MAX	0.6
NOMBRE D'OCTANE RECHERCHE (RON)			ASTM D 2699	NA 2653	89 MIN.	89.0
TENEUR EN PLOMB		G/L	ASTM D 3341	NA 2803	0,40 MAX,	0,03
TENEUR EN SOUFRE		%PDS	ASTM D 4294	NA 11046	0,01 MAX.	0,004
CORROSION LAME DE CUIVRE			ASTM D 130	NA 566	1B MAX	1A

• Produit conforme.

Spécifications Des Essences

CARACTERISTIQUES	Essence normale	Essence Super Ethylée	Essence Super S/Plomb
Densité à 15°C	0,710 - 0,7650	0,7300 - 0,7700	0,7250 - 0,7800
Indice D'octane "Recherche" (RON)	89,0 Min.	96,0 mini	95,0 mini
Indice D'octane "Moteur" (MON)	-	-	-
Teneur en Plomb (g/l)	0,15 Max.	0,15 Max	0,013 max
Teneur en benzène (%Vol)	-	-	-
Point d'éclair °C	-	-	-
Masse Volumique à 15°C (Kg / m)	-	-	-
Teneur en soufre (%Pds)	0,15 max	0,15 max	0,15 max
(Période d'induction) Stabilité à l'oxydation (min)	360 min	360 min	360 min
Teneur en gommes actuelles	5 max	10 max	5 max
Lavées au solvant (mg/10ml)	Classe 1	Classe 1	Classe 1
Corrosion à lame de cuivre			
3 h à 50°C (Cotation)			
Aspect	Clair et limpide	Clair et limpide	Clair et limpide
Couleur	Non coloree	Non coloree	non coloree
Distillation (%Vol)			
10%	70 max	70 max	-
50%	140 max	140 max	-
95%	195 max	195 max	-
PF	205	205	-
Résidu (%Vol)	2,5 max	2,5 max	2,5 max
Doctor Test	Négatif	Négatif	Négatif
Acidité Totale (Mg KOH / G)	-	-	-
Aromatiques (% Vol.)	-	-	-
Teneur en gommes actuelles lavées au solvant	Mg/100MI	Mg/ 100 MI	Mg /100MI
Tension de vapeur reid (Kpa)			
Hiver	0,800 Kg / Cm2 max	0,800 Kg / Cm2 max	0,800 Kg/Cm2 max
Eté	0,650 kg / C m2 max	0,650 Kg / Cm2 max	0,650 Kg/Cm2 max